

ASSESSMENT OF VARIOUS FACTORS SIGNIFICANCE FOR TOPOGRAPHIC DEFORMATIONS ABOVE MINES USING MULTIVARIANT STATISTICS

BOGDANOV M. I., GORKINA I. D., SERGEEV V. I.

S u m m a r y

In the process of underground mining considerable soil displacements take place above mines, the land surface being sagged, locally collapsed, with steps and ruptures at the periphery. The surface deformations pattern varies widely in space and time and depends on interaction of numerous natural and technogenic factors. A quantitative assessment of individual natural factors significance for the character and rate of topographic deformations have been attempted using multivariate statistics. Most significant groups factors are identified which are to be considered when predicting surface deformations at mineral deposits which differ in engineering-geomorphic conditions of mining.

УДК 551.438.5(47—12)

© 1990 г.

В. А. БРЫЛЕВ

АНТРОПОГЕННЫЙ МОРФОГЕНЕЗ ЮГО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ СССР

В данной статье изложены основные результаты изучения антропогенного и техногенного морфогенеза на юго-востоке Европейской территории СССР (ЕТС), включающем Нижнее Поволжье, Средний и Нижний Дон, восточную окраину Донбасса, западную часть Прикаспийской впадины и Приманычье. Характерные виды природно-антропогенных процессов на степном, равнинно-возвышенном юго-востоке ЕТС следующие: водная эрозия, дефляция, абразия берегов водохранилищ, боковая эрозия рек, оползни, суффозия, а среди техногенных — добыча полезных ископаемых, строительство, мелиорация земель. Приведем их краткую характеристику в зависимости от ареала развития и по направленности — расчленение и планация.

Наибольшая по площади проявления группа антропогенно-ускоренных процессов типична для обрабатываемых земель. Пашни характеризуются разнообразными процессами-следствиями, заключающимися прежде всего в проявлении ветровой и водной эрозии. Интенсивность их может в сотни раз превышать скорость естественных процессов денудации и аккумуляции на плакорах.

За последние годы сильные пыльные бури отмечались на юго-востоке Русской равнины в 1965, 1969, 1972, 1974, 1983 гг. Так, в начале мая 1972 г. интенсивная буря охватила Нижнее Поволжье, главным образом заборонованные поля еще не возшедших яровых культур, и продолжалась 14—81 ч при скорости ветра до 35 м/с. Во время бури зимой 1969 г. на отдельных участках лесополос вдоль шоссе Ростов — Новочеркасск высота снежно-земляных валов достигала 4—5 м [1], были выдуты посевы озимых.

Столь же типичное явление агрикультурного этапа — водная эрозия. Создание крутых незадернованных склонов, борозды и колеи от транспорта на подъездах к полям вызывают интенсивное развитие линейной эрозии. Доказано также, что поперечная обработка почвы в сравнении с продольной уменьшает сток в 2 раза, а смыв почвы в 5 раз [2].

Одним из процессов денудации суглинистых и лессовидных грунтов является суффозия и «тоннельная эрозия» [3]. Морфологически она выражается на поверхности в виде степных блюдец, рвов, слепых оврагов. Современная моди-

фикация этого процесса — антропогенная суффозия — вызвана утечками воды из оросительных систем и переполивом. Так, в насыпных грунтах Ушаковской рисовой системы (Астраханская область) отмечены суффозионные явления [4].

Юго-восток ЕТС — крупнейший район мелиорации. В Поволжье к югу от устья Камы к 2000 г. будет функционировать около 80 оросительных систем. Негативная сторона орошения земель — нарушение естественного водного баланса, что вызывает изменение свойств почв, грунтов, активизирует экзогенные процессы.

Повышение уровня грунтовых вод происходит на многих оросительных системах степной и полупустынной зон. Причины этого явления — переполив или фильтрация воды из оросительных каналов. По данным Южгипроводхоза, потери воды из оросительных каналов в Ростовской обл. в 2—3 раза превышают расчетные, составляя от 20 до 70 л/с на 1 пог. км канала. На некоторых системах Нижнего Дона до половины оросительных вод теряется на фильтрацию, что ведет к подъему грунтовых вод, их выходу на поверхность и заболачиванию территории. В результате нарушения водного режима происходит и засоление почв. На орошаемых участках проявляется также просадочность и набухаемость грунтов, возникают эрозионные и оползневые процессы.

При широком развитии мелиорации в регионе явно недостаточна экологическая проработка большинства проектов. Режим эксплуатации полей орошаемого земледелия далеко не всегда оптимален. Слабо ведется рекультивация старополивных земель. Примерами крупных ирригационных мероприятий, ведущихся без предварительного обоснования, являются каналы Чограйский и Волго-Дон II. Волго-Донской канал II предназначен для подачи воды в бассейн Дона. Первоначально он был запланирован в общей системе переброски вод северных рек на юг, однако сейчас рассматривается как самостоятельное сооружение. Проекты исходят из того, что подъем уровня Каспийского моря, отмечающийся с 1979 г., позволит без ущерба для Волги ежегодно изымать $5,8 \text{ км}^3$ воды для подачи ее в донской бассейн. Предполагается, что постройка канала позволит снять напряженность водного баланса в низовьях Дона и отчасти распреснить Азовское море. Однако моделирование этой системы с учетом канала Волго-Дон II и ее экологическая проработка, насколько нам известно, не проводились.

Канал берет начало в заливе балки Ерзовки, где строится котлован под насосную станцию. Вода будет поднята почти на 100 м на гребень Волго-Донского водораздела, который проходит глубокой (40 м) выемкой. Далее вода самоотеком через систему небольших водохранилищ, устроенных в долине р. Паншинки, попадает в Дон. Планируемый расход воды около $280 \text{ м}^3/\text{с}$; при постройке канала будет перемещено около 75 млн. м^3 грунта.

Возникает вопрос: каково соотношение «за» и «против» строительства канала? За: 1. Добавка пресной воды в Дон и Азовское море необходимы. 2. Изъятие $5,8 \text{ км}^3$ воды из Волги позволит отчасти стабилизировать поднимающийся уровень Каспия. 3. Мелиорация земель позволит дополнительно получать кормоединицы, выращивать овощи. Против: 1. Где гарантия, что уровень Каспия, повинувшись цикличности природных явлений, не начнет вновь опускаться и, что данный отъем воды не будет последним? 2. Гребень Волго-Донского водораздела сложен песками неогена и палеогена, поэтому не исключена фильтрация вод, подаваемых в канал. 3. Прорезь канала с гидроизоляцией его ложа может нарушить условия формирования прекрасных по своему составу грунтовых вод неогена. 4. По аналогии с каналом Волго-Дон I не исключается засоление, местами заболачивание земель, что приведет к их потере из сельскохозяйственного производства.

Антропогенное изменение мезо- и микрорельефа в связи с мелиорацией выражается и в его нивелировке. В этом отношении показательны воздействия на гривистый микрорельеф Волго-Ахтубинской и Донской пойм. В целях механизации производственных процессов на больших площадях требуется нивелиров-

ка поверхности пойм с последующим созданием окультуренного пахотного горизонта. По данным института Волгогипроводхоз, при микрорельефе с амплитудой высот не более 1—1,5 м объем земляных работ при планировке составляет от 1700 до 3756 м³/га, а в случае предварительно буртуемой толщи гумусового горизонта еще дополнительно увеличивается на 1500—3000 м³/га. Эти действия приводят к замене ранее существовавшего микрорельефа антропогенным, к разрушению сложившихся природных комплексов и экосистем и сопровождаются созданием новых, искусственных ландшафтов.

Для пойм рек характерны также автотранспортные и обваловочные дамбы. Их длина только в приволгоградской части Волго-Ахтубинской поймы достигает более 130 км. Сотни километров таких дамб созданы в пойме Дона.

На юго-востоке ЕТС характерна добыча нефти, угля и строительных материалов. Из общего количества разведанных месторождений полезных ископаемых в пределах изучаемой территории их разрабатывается более 120. При этом около 34 млн. м³ приходится на вскрышные работы и добычу стройматериалов и более 10 млн. м³ ежегодно — на шахтные горнопроходческие работы и добычу угля.

Антропогенный морфогенез при угледобыче выражается как опосредованно, через просадки под шахтами в результате обрушений отработанных лав, так и прямо, поскольку пустая порода угольных шахт образует антропогенный рельеф. Это терриконы и отвалы высотой в десятки метров, подверженные дефляции, эрозии, самовозгоранию. Большое количество сельскохозяйственных земель при этом утрачено. Огромная масса искусственных холмов оказывает давление на верхнюю часть земной коры и является важным фактором перераспределения поверхностного стока.

Значительное антропогенное воздействие на рельеф имеет добыча стройматериалов — песков, мела, известняков, глин и соли (годовая добыча каждого из названных видов в регионе превышает 1 млн. м³). Добыча этих полезных ископаемых происходит открытым способом. В процессе разработки формируется горнорудный ландшафт, представляющий собой систему отвалов из вскрышных пород и карьеров. Амплитуда техногенных форм на юго-востоке ЕТС достигает 120 м (Арчединские, Быстрогорские, Жирновские и Донбасские известняковые, Серековский меловой, Орловский и Чапурниковский песчаные карьеры), что соизмеримо с глубинами врезов возвышенных районов. Таким образом, всего за несколько десятилетий человек создает искусственные формы, соперничающие с возвышенностями, формировавшимися на протяжении сотен тысяч и миллионов лет [5].

Карьеры по добыче глин невелики, но многочисленны — более 20, а вместе с отработанными их более 50. Темпы добычи глин из каждого карьера составляют обычно несколько тысяч м³/год и лишь на Аксайском — 690 тыс., а в Ельшанском карьере — до 200 тыс. м³. В Астраханской обл. антропогенные формы рельефа с амплитудой до 30 м превышают амплитуды естественного рельефа Бэровских бугров или берегов Волги, например гипсовые карьеры на берегу оз. Баскунчак и их отвалы, а также огромные выработки соли в его котловине.

Но в целом горнорудный ландшафт изучаемой территории визуально еще невыразителен, так как открытые горные выработки имеют малую плотность и относительно небольшую вскрышу. Характерна добыча нефти и газа, соли. Геоморфологические следствия, связанные с их извлечением, визуально менее заметные, опосредованные. Это образование рытвин и колéй в результате перевозок буровых установок, уничтожение почвы, загрязнение ее нефтью. Из числа воздействий, имеющих опосредованное геоморфологическое следствие, следует отметить закачку воды в пласты с целью поддержания давления.

Антропогенный морфогенез флювиальной сети включает: 1) изменения речных долин в связи с созданием гидротехнических сооружений — плотин, дамб, каналов, портовых объектов, образованием водохранилищ; 2) воздействия на эрозионную сеть в городах, при рекультивациях и т. д. Непосредствен-

ное техногенное воздействие на долинную сеть выражается в спрямлении и обваловании русел рек, в закреплении берегов, намыве искусственных островов или же в их уничтожении.

Характерными сооружениями на реках являются гидроузлы и судоходные каналы. Последние обычно прокладываются по речным долинам, что приводит к изменению их морфологии. При этом мелкие и средние реки могут быть уничтожены полностью, как это случилось с Червленной и Карповкой при строительстве Волго-Донского канала.

Создание водохранилищ изменяет абразионно-аккумулятивные процессы, требует постройки защитных дамб, искусственных пляжей, набережных, причальных стенок вновь созданных портов Волжского, Камышина, Саратова, Балаково и других городов, противооползневых сооружений. Для незакрепленных берегов характерны абразионные, эрозионные и оползневые процессы. На Волгоградском водохранилище абрадируется 57% берегов. Ежегодное их отступление происходило со скоростью 2—5 м/год в первое десятилетие и зависело от высоты и приглубости берега, от литологии горных пород. Вдоль правого берега водохранилища сформировался абразионный берег, высота которого между Саратовом и Камышином местами достигает 200 м. Произошло оживление ряда древних оползней и широкое развитие обвально-осыпных процессов. На Цимлянском «море» в первые 5 лет очень быстро разрушался левый берег — со скоростью до 20 м/год.

Разрушительная работа сочетается с аккумулятивной. К настоящему времени почти все устья балок и мелких речек, впадающих в Цимлянское и Волгоградское водохранилища, пересыпаны, хотя ранее глубина их достигала 25 м. Результатом абразионно-аккумулятивных процессов на берегах водохранилищ является спрямление береговой линии, выработка террас и отмелей, процессы заиления ложа. Вследствие задержки твердого стока в верхних бьефах количество наносов Волги в Каспий сократилось с 27,7 до 8—9 млн. т/год, а ниже Цимлянского гидроузла твердый сток уменьшился с 4,8 до 2,8 млн. т/год.

Еще одно из следствий новых гидрологических условий — латеральное движение и подъем зеркала грунтовых вод по берегам рукотворных морей. Такое явление характерно, например, для г. Энгельса, где на многих участках произошло смыкание верховодки с водами, имеющими гидравлическую связь с водохранилищем. В связи с замачиванием лёссовидных суглинков происходит их уплотнение, вызывающее просадки, а набухание глин приводит к деформациям поверхности. Сезонное колебание уровня подземных вод является причиной разупрочнения грунтов, инспирирует оплывины и оползни.

В нижних бьефах гидроузлов степного и полупустынного Европейского юго-востока происходят следующие типичные изменения хода естественных русловых процессов [6].

1. Ослабление процессов поемности в связи со снижением высоты половодий и прекращением накопления наилка.
2. Отмирание внутриводоемных водотоков, обусловленное вышеназванной причиной, а также строительными работами.
3. Осветление вод Волги, Дона, Ахтубы вследствие отстоя твердого стока в водохранилищах и связанное с этим некоторое уменьшение эродирующей силы русел.
4. Ледовая эрозия берегов в связи с суточными колебаниями уровня воды в нижнем бьефе и возникающими зимой ледоходами. Особенно характерен этот процесс ниже плотины ГЭС им. XXII съезда КПСС, так как гидроузел работает в «пиковом режиме», недельные колебания уровня Волги в нижнем бьефе достигает 4—5 м, а суточные — 1,5—2 м.
5. Повышенная эрозия берегов летом в связи с тем, что меженные уровни ныне превышают прежние на 0,5—0,8 м. В нижних бьефах отмечается ускоренная эрозия, вызванная падением уровня. Так, в период заполнения Цимлянского водохранилища энергичная эрозия была характерна для Дона и Северского Донца.
6. Как опосредованное сопутствующее воздействие следует отметить дефляцию песчаных отложений поймы, поскольку наблюдается оstepнение и вытаптывание травянистого покрова.

Оценивая направленность природно-антропогенных явлений в речных долинах, в целом можно констатировать уменьшение относительных высот в связи с созданием водохранилищ, постепенное заиливание их котловин, ослабление со временем береговых процессов.

Для степных равнин типичное зональное явление и важнейший системообразующий фактор — эрозионные процессы. За последние 200—300 лет естественный ход эрозионных процессов был усилен воздействием человека [7]. В результате всего этого густота овражно-балочной сети на возвышенностях юго-востока ЕТС достигла 1—5 км/км², а в пределах равнин — 0,5—1 км/км². Ускоренная антропогенная эрозия приспособлялась к литолого-структурным условиям, усиливая суммарный отрицательный эффект. Распашка территории и рекультивация земель в целом уменьшила поверхностный сток, но фиксируется оживление оврагообразования, связанное с уничтожением почвенно-растительного слоя, образованием под влиянием тяжелой техники рытин, колеёй и т. д.

Весьма интенсивный техногенез и сопутствующие ему процессы характерны для городов, добывающих бассейнов, гидроузлов, где сочетаются процессы антропогенной дифференциации и планировки рельефа. Такие участки можно представить в виде геотехнической системы [8] или как природно-экзодинамические комплексы [9].

Техногенный морфогенез в геотехнической системе настолько развит, что воздействует на природные взаимосвязи и влияет на дальнейший ход развития системы. Так, например, подземные горные выработки в угледобывающих бассейнах ведут к обрушению отработанных лав и образованию просядок на дневной поверхности, вызывая затопление образовавшихся депрессий, гибель лесных массивов, изменение русловых процессов. Иногда приходится ликвидировать населенные пункты и прекращать добычу полезных ископаемых под городами, предприятиями или коммуникациями [10]. Геотехнические системы формируются также на территориях крупных городов, являющимися фокусом хозяйственной деятельности. Площади, занятые городами в регионе, составляют всего около 0,4%, однако на этой территории наблюдается почти все разнообразие «антропогенного пресса» на природу и в том числе на геоморфологическую обстановку. Рассмотрим техногенез крупнейшей в регионе Волгоградской агломерации.

Все антропогенные изменения рельефа и геоморфологических процессов на территории города могут быть подразделены на две группы: **целенаправленные** и **инспирированные**. К первой группе относятся изменения рельефа, выражающиеся в наложении на его естественный облик искусственных, более мелких форм. 1. Выработка карьеров местных строительных материалов — песков и суглинков. 2. Проходка многочисленных неглубоких траншей для коммуникаций, существующих открытыми иногда весьма долго. 3. Устройство котлованов при строительстве зданий, нередко также стоящих открытыми в течение нескольких лет. 4. Планировка территорий, прилегающих к зданиям после завершения строительства, при благоустройстве улиц, внутренних территорий предприятий. 5. Устройство насыпей и прорезей при прокладке автомобильных и железных дорог объемом в десятки и сотни тысяч м³. 6. Создание строительных выемок и последующее заполнение их более прочными грунтами при берегоукрепительных работах. 7. Выработка подземных полостей без надежного их закрепления. 8. Террасирование, планировка и выполаживание склонов и набережных. 9. Образование воронок, отрывка окопов, траншей, убежищ в период войны, разрушенных и спланированных впоследствии без тщательной утрамбовки. 10. Засыпка и замыв оврагов. Рассмотрим этот процесс подробнее. В крупных городах — Волгограде, Саратове, Ростове-на-Дону воздействие человека на эрозионную сеть приобрело большой размах. Так, территория Волгограда расчленена достаточно густой сетью оврагов, балок и небольших речных долин. Развитие города сопровождалось планировкой рельефа, в особенности овражно-балочной сети. В первую очередь были освоены ровные площадки хвалынской террасы и

многие мелкие овраги пологих склонов. С 60-х годов работы по ликвидации эрозионной сети приобрели наибольший размах, особенно в северной части города. Коэффициент линейной эрозионной расчлененности в застроенной части города, составлявший около 40 лет назад 1,6, в настоящее время уменьшился до 0,8. По ориентировочным расчетам, за последние три десятилетия в зоне городской застройки ликвидировано около 91 км оврагов [11].

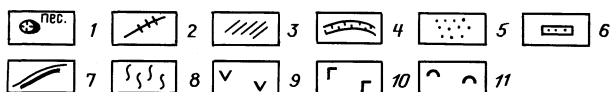
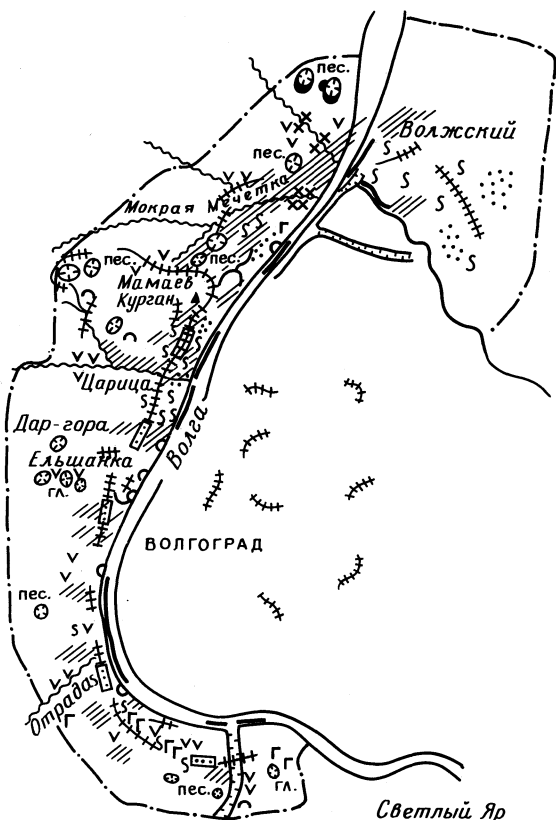
Вместе с уменьшением линейной эрозионной расчлененности уменьшилась и глубина врезов овражно-балочной сети. Наиболее глубокие приустьевые участки оврагов, раскрывающихся в Волгу, были замыты, на пойму р. Царицы в нижнем течении был намыт десятиметровый слой грунта, а мелкие склоновые овраги сnivelированы почти полностью. Это повлияло на режим подземных вод, на многих участках произошел подъем их уровня, следствием чего являлись и такие процессы, как набухание глин и просадки лёссовидных грунтов, формирование зон подтопления городской территории. На некоторых участках дренирующая способность территории за счет изменения геоморфологических условий стала практически нулевой. Подробно методика расчетов изменения расчлененности и дренированности городской территории нами рассмотрена в ряде работ [12, 13]. Сплошная бездренажная ликвидация овражно-балочной сети приводит к ряду отрицательных последствий. В степных и полупустынных районах эрозионные процессы представляют один из важнейших системообразующих факторов, поэтому неосторожное вмешательство в их ход может вывести природную систему из равновесия.

Целенаправленное изменение рельефа влечет за собой в одних случаях затухание, а в других — активизацию геоморфологических процессов, формируется локализованный, но иногда мощный слой насыпных грунтов, достигающий 15—20 м.

Инспирированные или неуправляемые процессы изменения форм рельефа, составляющие вторую группу, вызваны вмешательством человека. Перечислим их. 1. Оползневые процессы, возникающие в результате подрезки склонов или формирования крутых откосов строительных котлованов; при перегрузке склонов; в результате потери прочности грунтами, слагающими склон, при их обводнении и набухании от самоподтопления. 2. Образование провалов на поверхности над заброшенными незабутованными выработками. 3. Усиление на отдельных участках овражной эрозии в результате сброса ливневых вод на склон оврага. Овражная эрозия на территории города нередко является и следствием халатности при контроле работы водоведущих коммуникаций — водопроводов, пульпопроводов, канализации. 4. Ускорение процессов выветривания глин в открытых котлованах или растущих оврагах, в откосах которых глины в течение двух-трех лет превращаются в «труху», образующую осыпи. 5. Заболачивание днищ карьеров и оврагов выше замытой устьевой части. 6. Возникновение подземных пожаров, вызывающих провальные явления на поверхности земли. Так, подземный пожар в Волгограде, возникший от самовозгорания увлажненных и засыпанных землей опилок, длился в течение 3 мес.

Кроме перечисленных следует выделить и такие антропогенные явления, которые не сопровождаются визуально наблюдаемыми изменениями в рельефе. Сюда относятся: 1. Набухание глинистых грунтов вследствие самоподтопления, что приводит к деформациям зданий на ленточных фундаментах. 2. Просадочность лёссовидных грунтов при самоподтоплении. 3. Усадка набухающих грунтов при высушивании в основании сооружений с горячей технологией (печи, дымовые трубы и т. д.). 4. Подтопление территорий, вызывающее затопление погребов, подвалов зданий и не позволяющее нормально их эксплуатировать.

Охарактеризованные процессы иллюстрируют связи в геотехнической системе, типичной для городов, расположенных в равнинно-степных эродированных районах. Исследуя их, можно выявить причины инспирированных или стихийных процессов, последствия которых не всегда можно предугадать.



- 1 — карьеры объемом более 100 тыс. м³ (песчаные — пес, глиняные — гл) и отвалы карьеров;
 2 — дамбы, выемки объемом более 50 тыс. м³; 3 — районы засыпанных оврагов; 4 — каналы судоходные; 5 — планировочные работы, намыв грунта; 6 — площадки крупные, станции;
 7 — берегоукрепительные работы; 8 — подтопленные территории; 9 — изрытые участки;
 10 — свалки, захламливание; 11 — оползни, усиленные антропогенными воздействиями

Наиболее крупные искусственные формы рельефа Волгоградской агломерации показаны на рисунке.

Нами подсчитаны объемы антропогенных форм и коэффициенты антропогенного морфогенеза¹ для крупнейших городов Нижнего Поволжья. Объем антропогенных форм в Волгограде в 7 раз выше, чем в Астрахани, которая по населению только в 2 раза меньше Волгограда. Коэффициент антропоморфогенеза по Волгоградской агломерации, в которую входят г. Волжский, ряд поселков и такое уникальное сооружение, как Волжская ГЭС им. XII съезда КПСС, составляющий около 242, почти такой, как и для территории Москвы.

Проведено сравнение темпов антропогенного рельефообразования Волгоградской и Остравской (ЧСФР) агломераций [14]. В Волгоградской агломерации ежегодно перемещается 2—3 млн. м³ грунта. В Остравской промышленной области в связи с добычей 24,5 млн. т угля извлекается около 10 млн. т пустой породы. Вместе со шлаками доменных печей, карьерными отвалами и другими

¹ Отношение объема антропогенных форм рельефа V к единице площади S ; $K_a = V/S$, тыс. м³ / S , км².

**Прогноз антропогенных последствий в связи с разработкой
Астраханского газоконденсатного месторождения**

Виды хозяйственной деятельности	Техногенные грунты и ландшафты	Процессы — следствия
1. Строительство	Планировка и нивелировка территории, выемки грунта, образование насыпных грунтов, создание транспортных дамб, формирование колеёй, выбоин грунтовых дорог. Образование свалок. Озеленение, полив. Формирование урбаноландшафта	Антропогенная суффозия, уплотнение грунтов, подъем грунтовых вод, разупрочнение горных пород, «самоподтопление» территории, дефляция легких по мехсоставу грунтов; на поливных участках возможность образования пльвунов и усиление водной эрозии, изменение микроклимата
2. Добыча полезных ископаемых	Выработка карьеров местных строительных материалов, уничтожение естественных ландшафтов. Изменение микро-рельефа, в том числе образование земляных амбаров для глинистого раствора и нефтепродуктов, образование грифонов, изменение биоты	Просадки поверхности, загрязнение почв и подземных вод, дефляция отвалов карьеров, оползни и эрозия их склонов, заболачивание днищ, депрессионные воронки грунтовых вод, микроклиматические изменения, загрязнение вод Волги, Ахтубы, ериков, влияние на ихтиофауну
3. Сельское хозяйство	Выбивание почв, изменение микро-рельефа, образование каналов, прудов, лесомелиорация	Активизация водной и ветровой эрозии, оползни стенок каналов, просадки и набухание грунтов, «самоподтопление»
4. Рекреация (в связи с увеличением населения будет возрастать)	Вытаптывание и уплотнение грунтов, мелкое строительство	Ухудшение поверхностного стока. Дефляция, усиление эрозии
Аварийные ситуации	Выбросы из скважин, суточный дебит может достигать 1 млн. м ³ . Загрязнение атмосферы. Порывы трубопроводов, загрязнение почв, вод	При концентрации, превышающей ПДК, гибель животных, людей, отравление водоемов

продуктами производства ежегодно образуется около 12 млн. м³ искусственных грунтов. В Волгоградской агломерации происходят процессы нивелировки территории, а рельеф Остравско-Карвинского бассейна дифференцируется; характерными формами являются отвалы и терриконы угольных шахт высотой до 80 м. Дифференциация рельефа Остравского района усиливается также шахтными просадками, глубина которых достигает в районе г. Орлова 21 м. Геотехнический коэффициент² для Волгоградской агломерации 2,5, для Остравской 14, т. е. в 5 раз выше.

Примером геотехнической системы добывающего и перерабатывающего типа является Астраханское газоконденсатное месторождение. Отметим по крайней мере две географические его особенности: 1) расположение на стыке пустынной и полупустынной зон; 2) соседство с уникальным районом Волго-Ахтубинской долины и дельты Волги. Обе эти особенности должны быть приняты во внимание строителями и разработчиками месторождения, поскольку природа низовьев Волги отличается ранимостью компонентов и неустойчивостью экосистемы. Известно, что ландшафты аридных зон чрезвычайно чувствительны к механическим воздействиям. Разреженный покров эфемеров и эфемероидов, тонкий почвенный слой не оказывают заметного сопротивления транспорту, чрезмерному выпасу скота, а то и просто вытаптыванию. Почво-растительный слой на Астраханском месторождении едва прикрывает песчаный субстрат верхнехвалынских отложений и, будучи разрушенным колесами и гусеницами,

² Отношение ежегодных темпов антропогенного рельефообразования к единице площади.

Показатели техногенного морфогенеза на юго-востоке ЕТС

Территория	тыс. км ²	Прирост антропогенных форм		Антропоморфогенез	
		ежегодный объем, млн. м ³	геотехнический коэффициент K_r , тыс. м ³ : км ² / год	суммарный (V_s), млн. м ³	$K_{a,3}$, тыс. м ³ / км ²
Волгоградская обл.	113	22	0,2	863	7,6
Астраханская обл.	44	5	0,1	103	2,3
Калмыцкая АССР	76	2,5	0,03	23	0,3
Ростовская обл. (восточная часть)	55	14	0,3	480	8,7
Саратовская обл. (южная часть)	25	3	0,1	81	3,2
Воронежская обл. (юго-восточная часть)	10	1	0,1	20	2,0
Уральская и Гурьевская обл. (западные части)	77	2,5	0,03	30	0,3
Всего	400	50 млн. м ³	0,1	1600 млн. м ³	4,0

он не восстанавливается. Это явление характерно и для других регионов, оно известно как антропогенное опустынивание.

Расположение крупных разработок в соседстве с уникальным Нижневолжско-Каспийским бассейном предполагает опасность его механического и химического загрязнения. Эта особенность осваиваемого месторождения должна быть постоянно в поле зрения эксплуатационников. При этом следует исключить какую-то ни было возможность выбросов вредных веществ в Волгу и в атмосферу.

Астраханский газоконденсатный комплекс (рельеф и природную среду в целом) можно представить в виде геотехнической системы, прогнозируя вероятные последствия, вытекающие в связи с хозяйственной деятельностью (табл. 1).

При тщательной оценке всех природных факторов возможно улучшить окружающую среду, тогда как недоучет связей в данной геотехнической системе вызовет опустынивание территории и другие негативные последствия. Этот прогноз, сделанный автором в канун пуска комплекса, к сожалению, начал оправдываться.

Таким образом, функционирующие и создаваемые геотехнические системы — это зоны с наиболее напряженной экологической ситуацией. Оценивая геоморфогенез в геотехнических системах, следует заметить, что в горнорудных комплексах преобладают процессы дифференциации рельефа, в городах, напротив, характерны в целом процессы нивелировки, планации рельефа.

Приведем расчеты, характеризующие антропогенный морфогенез в регионе. О ежегодных темпах техногенного рельефообразования и объемах антропогенных форм, существующих в настоящее время на изучаемой модельной территории, можно судить из данных, приведенных в табл. 2.

Эти цифры включают объемы искусственного рельефообразования в связи с добычей полезных ископаемых и строительно-дорожными работами без учета работ по устройству фундаментов жилых зданий и промышленных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Молодкин Н. Ф. Равнины Нижнего Дона. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1980. 141 с.
2. Зыков И. Г. Научные основы лесной мелиорации гидрографической сети степных равнин: Автореф. дис. ... докт. с-х. наук. Волгоград, 1983. 35 с.
3. Дедков А. П., Мозжерин В. И., Ступишин А. В., Трофимов А. М. Климатическая геоморфология денудационных равнин. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1977. 224 с.

4. Иванов Н. П. Антропогенные рельефообразующие процессы на орошаемых землях Сарпинской низменности // Геоморфология. 1982. № 1. С. 44—47.
5. Тимофеев Д. А. Старые и новые пути геоморфологии // Геоморфология. 1981. № 4. С. 31—43.
6. Брылев В. А. Опыт классификации антропогенных изменений природных условий некоторых районов Волго-Ахтубинской поймы // Антропогенные воздействия на природные комплексы и экосистемы. Волгоград, 1976. С. 3—7.
7. Сурмач Г. П. Рельефообразование и современные процессы почвенной эрозии в степном Поволжье // Тр. ВНИАЛМИ. Волгоград, 1970. Вып. I. (61). С. 18—139.
8. Природа, техника, геотехнические системы // Проблемы конструктивной географии. М.: Наука, 1978. 152 с.
9. Горшков С. П. Экзодинамика освоенных территорий: Автореф. дис. ... докт. геогр. н. М.: МГУ, 1982. 46 с.
10. Havrlant M. Antropogenni formy reliefu a životni prostředí v Ostravské průmyslové oblasti // Státní pedagogickém Nakladatelství u Praze. 1980. 157 S.
11. Брылев В. А., Самусь Н. А. Антропогенные изменения геолого-геоморфологической обстановки на территории Волгограда // Антропогенные воздействия на природные комплексы и экосистемы. Волгоград, 1976. С. 33—42.
12. Брылев В. А. О количественных критериях антропогенной эволюции рельефа // Рельеф и хозяйственная деятельность. Моск. филиал географич. о-ва СССР. М., 1982. С. 104—112.
13. Брылев В. А. Изменение «сложности» (расчлененности) рельефа г. Волгограда // Воздействие хозяйственной деятельности на геосреду Нижнего Поволжья (тезисы региональной конференции). Волгоград, 1984. С. 44—47.
14. Havrlant M., Brylev V. A. Příspěvek k srovnávací analýze antropogenní morfogeneze v ostravské a volgogradské průmyslové oblasti // Acta Fac. paedag. (Ostrava) 89. Ser. E 10 Praha, 1984. S. 49—64.

Волгоградский пединститут

Поступила в редакцию
2.VIII.1989

MAN-INDUCED MORPHOGENESIS IN THE SOUTH-EAST OF EUROPEAN USSR

BRYLEV V. A.

S u m m a r y

The paper states basic results of investigations into anthropogenic and technogenic morphogenesis in the SE European USSR. An evolution of characteristic natural-anthropogenic processes is considered, such as water and wind erosion, wave abrasion on water reservoirs banks, and also technogenic processes (mining, constructional works, land reclamation). Direct effect on natural processes and indirectly induced results are analysed. Some geotechnical (engineering) systems are outlined, the Volgograd and Aksarai (Astrakhan) ones are discussed in detail. Quantitative characteristics of technogenic morphogenesis are determined for the region for the first time.

УДК 551.433(476)

© 1990 г.

В. Д. КОРКИН, В. Д. КОВАЛЕВ

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОЙ ССР

Экзогенные геологические процессы (ЭГП) — наиболее динамичные элементы природной среды, оказывающие существенное влияние на хозяйственную деятельность человека. Основные вопросы в области изучения ЭГП — выявление зональных и региональных закономерностей их проявлений, оценка активности и интенсивности развития, прогноз влияния процессов на народнохозяйственные объекты. Обычно считается, что условия развития, активность и интенсивность ЭГП определяется структурно-тектоническим положением района,