

ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЙ РИСКОВ НА ПРИМЕРЕ Г. БЕЛГОРОДА¹

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

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

*Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85*

E-mail: petina@yandex.ru

В статье рассмотрены факторы развития опасных природных геологических процессов на территории г. Белгорода, которые определяют в значительной степени эколого-геоморфологическую ситуацию в городе.

Ключевые слова: овраг, балка, эрозия, оползень.

Введение

Геоэкологические проблемы урбанизированных территорий приобретают в настоящее время глобальный характер. Это связано, прежде всего, с ростом городов и все возрастающей техногенной нагрузкой на их геолого-геоморфологическую среду. Усиливающийся антропогенный пресс вызывает активизацию опасных природных и техноприродных процессов, нередко приводящих к техногенным катастрофам, так как разработка и внедрение плана застройки городских территорий нередко осуществляется без их учета [1]. Государственная политика обеспечения безопасности населения и хозяйственных объектов, осуществление градостроительной, природоохранной и других видов деятельности в районах развития опасных природных геологических процессов (ОПГП) должна базироваться на профилактике этих опасностей, а не на ликвидации их последствий.

На территории г. Белгорода активно развиваются опасные природные и техноприродные процессы, представляющие реальную угрозу не только зданиям и сооружениям, но и самой жизни людей. На их формирование большое влияние оказывают как природные (геолого-геоморфологические, гидрогеологические, климатические) так и техногенные факторы. Все это приводит к нарушению динамического равновесия в эксплуатации природно-технических систем и возникновению чрезвычайных ситуаций. В связи с этим выявление закономерностей развития опасных процессов имеет исключительное значение.

Одним из основных факторов формирования и распространения ОПГП на территории г. Белгорода являются геолого-геоморфологические условия. В геологоструктурном отношении территория г. Белгорода приурочена к северо-восточному крылу Днепровско-Донецкой впадины, примыкающей к Воронежской антеклизе, образованной кристаллическими породами докембрия. Сводовая часть этой антеклизы (абсолютные отметки от 0 до +95 м.) проходит к северу и северо-востоку от Белгородского района. Кристаллический фундамент к юго-западу от сводовой части антеклизы не выходит на дневную поверхность, а погружается со средним циклом 7 м/км, поэтому породы, слагающие его не принимают непосредственного участия в формировании ОПГП. Развитие и распространение опасных геологических процессов связано с поверхностными отложениями, в основном, представленными следующими инженерно-геологическими комплексами:

- аллювиальный современный четвертичный комплекс представлен переслаивающимися песчаными и глинистыми отложениями, местами с включениями гравия. Крупнозернистые пески и гравий приурочены к подошве отложений. Мощность со-

¹ Работа выполнена при поддержке Госконтракта № П536 Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 год».



временных четвертичных отложений варьирует в широких пределах – от 0,1 до 15 м. На территории города эти отложения приурочены к пойме реки Северский Донец, ее притокам, а также овражно-балочным днищам;

– аллювиальный верхне-среднечетвертичный комплекс представлен песчано-глинистыми отложениями с прослоями гравия и гальки. Последние характерны для подошвы комплекса. Мощность отложений изменяется от 2 до 28 м. Песчаные отложения представлены мелко- и разнозернистыми песками, нередко глинистыми, с включениями гравия и гальки, пористы, с хорошей водоотдачей. Глины, супеси и суглинки слабо уплотнены, пористы. Данный комплекс слагает надпойменные террасы Северского Донца и его притоков. Строительство на породах комплекса затруднено заболоченностью и просадочными явлениями.

– комплекс нерасчлененных перегляциально-делювиально-элювиальных (покровных) отложений представлен в основном суглинками, преимущественно пылеватыми и лессовидными. Мощность изменяется в пределах 1-10 м. Породы обладают высокой пористостью, которая уменьшается с глубиной. Комплекс залегает сплошным чехлом на водоразделах, а также на склонах речных долин и на высоких надпойменных террасах, как правило, на четвертой;

– палеогеновый комплекс (Р + N) в верхней и нижней части представлен песками с прослоями песчаников и реже - глин. В средней части - глины с включениями мергелей. Пески мелкозернистые и среднезернистые, глины жирные иногда тонкопесчаные, песчаники глинистые, крепкие, трещиноватые. К комплексу приурочены полтавский и харьковский (объединенный) водоносный горизонт и киевский водопор, воды спорадического распространения. Породы комплекса распространены преимущественно на водораздельных пространствах. С ними связаны процессы эрозии, проявляющиеся в развитии овражно-балочной сети и мелкие оползневые процессы.

Рельеф г. Белгорода представляет собой пологохолмистую равнину с плоскими платообразными водоразделами, широкими террасированными долинами и довольно распространенной овражно-балочной сетью. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 230-240 м на водоразделах до 114-116 м в долинах рек. Долины рек широкие, разработанные, имеют корытообразную форму. Как правило, правый берег рек крутой, левый – пологий, террасированный. В долине р. Северский Донец хорошо выражены первая и вторая надпойменные аккумулятивные террасы, третья и четвертая - цокольные террасы выражены менее четко, на ряде участков просматривается и платформенная терраса.

Степень напряженности эколого-геоморфологической ситуации любой территории определяется интенсивностью проявления опасных геолого-геоморфологических процессов, которые зависят от таких морфометрических характеристик рельефа как: густота горизонтального расчленения рельефа, величина вертикального расчленения рельефа, углы наклона земной поверхности.

Интенсивность горизонтального расчленения рельефа выражает степень освоенности территории эрозионной сетью, активность и направленность флювиальных процессов. Величина густоты эрозионного расчленения территории города значительна и колеблется в пределах от 0.1 км/км² до 4 км/км². Средняя степень расчленения рельефа (от 1.1 до 2.4 км/км²) являются преобладающей. Участки с наибольшей густотой овражно-балочного расчленения (от 2.5 до 4 км/км²) встречаются отдельными ареалами в правобережной части р. Северский Донец и в западной части города. Слабое расчленение (0.1-1.5 км/км²) приурочено к долинам рек и водоразделам. Активность эрозионных процессов нарастает к верховьям реки, достигая максимума в бассейнах эрозионных форм третьего порядка, где коэффициент расчленения колеблется от 1.5 и выше.

Вертикальное расчленение рельефа позволяет характеризовать активность геодинамических процессов. Величина вертикального расчленения в пределах города изменяется в пределах 5–70 м. Ареалы с наименьшим (5–20 м) и средним (20–35 м) показателем расчленения занимают большую часть территории города. Они приурочены к долинам рек, водоразделам. Участки со значительной (35–50 м) и высокой

(55–70 м) степенью расчленения представлены отдельными ареалами и разбросаны спорадически.

Для г. Белгорода характерны незначительные уклоны земной поверхности. Более 80 % территории расположены на склонах крутизной до 5°, и только 13 % – до 10°.

На развитие экзогенных геологических процессов наряду с геолого-геоморфологическими факторами значительное влияние оказывает климатический, в частности характер выпадения осадков. Белгород расположен на юго-западных склонах Среднерусской возвышенности и находится в зоне наибольшего воздействия воздушных атлантических масс с высоким влагосодержанием. Сумма осадков за год составляет в среднем 660 мм. Характерной особенностью является большое колебание количества выпавших осадков не только в разные годы, но и по сезонам года. За апрель–октябрь на всей территории города выпадает 65% годового количества. Летние осадки часто выпадают в виде ливней, которые вызывают смыв наиболее легких частиц почвы и способствуют разрушению почвенного покрова и нижележащих подстилающих пород. Твердые осадки составляют около 30% годового значения и выпадают преимущественно в виде снега. Устойчивый снежный покров обычно устанавливается в декабре, но бывают зимы и с неустойчивым снежным покровом. Средняя многолетняя глубина промерзания почвы составляет 78 см. Полное оттаивание почвы наблюдается в апреле. Средняя продолжительность снеготаяния 18–20 дней. Резкое повышение температуры в весенний период способствует быстрому таянию снега, что вызывает активизацию оползневых процессов на склонах.

Эколого-геоморфологическое исследование рельефа территории города Белгорода позволило выделить следующие типы морфоскульптуры:

- флювиальная, представленная эрозионными формами;
- флювиально-гравитационная, представленная оползнями и оплывинами на склонах;
- золовая, приуроченная к поймам рек и левобережью Белгородского водохранилища;
- техногенная, возникшая в результате хозяйственной деятельности (добычи полезных ископаемых, промышленного и гражданского строительства, прокладке дорог и трубопроводов и т.д.) и широко представленная на территории г. Белгорода.

Флювиальная морфоскульптура создана постоянными и временными водотоками. Анализ карты порядков эрозионных форм масштаба 1:50000, составленной для территории г. Белгорода, позволил выделить эрозионные формы от первого до пятого порядка. Наиболее распространенными оказались формы водно-эрозионного рельефа, составляющие первооснову гидрографической сети (потяжины, водороины, привершинные овраги), относящиеся к первому и второму порядку. Они формируются на длинных и пологих склонах, крутизна которых не превышает 5°. В рельефе это целые системы параллельных понижений, ориентированных, как правило, под прямым углом к главной форме. На долю этих систем приходится около 80 % всех эрозионных форм рельефа. Третий порядок представлен склоновыми и долинными оврагами, а также сухими балками и балками с временными водотоками. На их долю приходится более 15 %. На территории города выделяются такие крупные балки, как Сапрыкин Лог, Крутой Лог, Западный, Шевелев Яр и др. Тальвеги этих балок обычно на всем протяжении бывают заболоченными и заросшими болотной растительностью. Имеется также несколько более мелких оврагов. Четвертый и пятый порядки представлены долинами рек Северский Донец и ее притоков Везелки, Гостенки, Разумной, Нижегородки. На их долю приходится около 5 %.

Боковая эрозия приводит к образованию крупных обнаженных склонов. Материал, выносимый при образовании оврагов и промоин, отлагается в устьевых частях балок, образуя конусы выноса.

Эрозионные формы возникают не только под действием природных факторов, но и в результате антропогенной деятельности. Так, в районе городской подстанции в результате размыва почвогрунтов водами из трубы городского стока, образовалась промоина шириной от 3 до 5 м и длиной около 20 м [рис.1]. Размеры промоины постоянно увеличиваются. Размыв представляет угрозу для находящихся рядом гаражей.



Рис. 1. Размыв в районе городской подстанции

Густая и глубоко врезанная долинно-балочная сеть осложнена мелкими оползневыми деформациями и оплывинами, локализирующимися на крутых склонах оврагов и балок. Оползневые процессы развиваются под влиянием двух групп факторов: природных и техногенных. Что касается техногенных факторов, то решающее значение здесь имеют подмыв грунтов канализационным трубопроводом и перегрузка грунтов от движущегося транспорта. Совместное действие природных и техногенных факторов приводит к активизации оползневых процессов. Так, например, на южной окраине г. Белгорода развит небольшой оползень по балке. Он связан с выходом палеогеновых глин. Размер оползня достигает 150м, амплитуда смещения определилась глубиной балки и составила 15-20м. Тело одного из микрооползней в районе авторынка имеет следующие размеры: ширина составляет 18 м., а высота 25 м., причем его размеры постоянно увеличиваются. Оползень представляет угрозу для рядом расположенных строений [рис. 2].



Рис. 2. Оползень в районе авторынка

В районе БГУ нами было обследовано два микрооползня. Один из них старый с частично задернованными склонами. Его тело имеет размеры: ширину 14 м., а длину 30 м. Второй - располагается в нескольких метрах от первого и имеет вид более молодого и развивающегося. Размеры его тела: ширина 15,5 м, высота 28 м. Оба оползня представ-

ляют угрозу для находящейся рядом автостоянки транспорта БГТУ, а также строящихся в этом районе коттеджей. Оползни продолжают активно развиваться, чему способствует постепенное расширение университета и проходящие рядом канализационные трубопроводы.

На окраине ул. Есенина располагается оползень, представляющий собой немалую угрозу для планируемой здесь застройки территории, а также находящихся неподалеку автомобильных гаражей [рис. 3]. Тело этого оползня имеет размеры: ширину 19.8 м, длину 40 м. Размеры оползня увеличиваются около 1 м в год. Этому способствует подмыв грунтов канализационным трубопроводом.



Рис.3. Оползень в районе ул. Есенина

Выполненные исследования и наблюдения показали, что мероприятия по инженерной защите не всегда проводятся на должном уровне, следовательно, оползневые процессы продолжают свое развитие.

На территории г. Белгорода просадочными грунтами являются суглинки делювиального происхождения. Они, как правило, залегают под почвенным слоем и имеют мощность от 0,5 до 10 м. Лессовидные породы склонны к уплотнению при замачивании и к просадочным явлениям, что может вызвать неравномерные осадки сооружений и их деформации.

Меловые отложения в долинах рек значительно закарстованы. К поверхностным проявлениям карста следует отнести наблюдаемые в пойме реки Северский Донец замкнутые блюдцеобразные впадины различных размеров: диаметром от 10-15 до 100 м и глубиной от 0.5 до 2.0 м.

Заболоченные участки встречаются в основном на поймах рек и у внутреннего края первой и второй надпойменных террас. Они связаны с выходом грунтовых вод в нижней части склонов.

Техногенное воздействие на геологическую среду урбанизированных территорий оказывает исключительно большое влияние на ее состояние и устойчивость природно-технических систем. На территории г. Белгорода источниками техногенных воздействий являются:

- строительство различных объектов в городской черте;
- эксплуатация объектов жилых домов, водонесущих коммуникаций;
- утечки воды из водонесущих коммуникаций;
- пригрузка склонов при строительстве зданий и сооружений на оползнеопасных территориях;
- динамические нагрузки, передаваемые от движущегося транспорта, на грунтовые массивы;
- техногенное подтопление территорий.



Строительство объектов в пределах склонов и присклоновых территорий в городе Белгороде осуществляется с подрезкой их в нижней части и пригрузкой в верхней части. Примером такого строительства в г. Белгороде является район Харьковской горы.

Большое влияние на состояние геологической среды оказывает массовая застройка территорий с применением свайных фундаментов. Использование последних привело к появлению барражного эффекта и подъему уровней подземных вод в различных частях города [2]. В районе Харьковской горы за последние 15-20 лет уровни подземных вод поднялись с 20 м до 4-5 м. Подъем уровней подземных вод приводит к изменению напряженно-деформированного состояния грунтовых массивов, резкому снижению несущей способности грунтовых оснований.

Техногенное подтопление территорий способствует затоплению подвальных помещений жилых домов и промышленных зданий, разрушению фундаментов зданий и неравномерным осадкам и деформации.

Неудовлетворительная эксплуатация жилых домов, промышленных зданий и сооружений, водонесущих коммуникаций является причинами значительных утечек воды. В отдельных случаях утечки составляют до 25-30%. Это приводит к формированию техногенных водоносных горизонтов, замачиванию грунтовых оснований, потере их несущей способности и устойчивости. Появление техногенных горизонтов нередко провоцирует развитие и активизацию оползневых процессов на склонах [4].

Для урбанизированных территорий исключительно актуальное значение приобретает проблема их зонирования по степени опасности для городской застройки [2].

Нами было проведено зонирование территории г. Белгорода, при этом учитывались следующие факторы:

- особенности инженерно-геологического строения территории;
- проявление опасных процессов на территории г. Белгорода;
- степень пораженности территории опасными природными и техноприродными процессами;

По степени опасности для городской застройки в пределах г. Белгорода были выделены следующие зоны:

1. Очень опасная, где развитие оползневых процессов приводит к нарушению динамического равновесия в эксплуатации природно-технических систем и возникновению чрезвычайных ситуаций в их эксплуатации. Такой территорией является юго-запад п. Дубовое, район БГТУ, район городской подстанции. На этих территориях требуются незамедлительные внедрения мероприятий и проектов по инженерной защите.

2. Опасная, представляющая собой крутые (до 45°) и высокие склоны третьей надпойменной террасы р. Северский Донец. Строительство может осуществляться при условии выполнения расчетов устойчивости склонов и определением границы безопасной зоны. Здесь рекомендуется выполнять все необходимые работы по инженерной подготовке территории с целью обеспечения нормального функционирования природно-технических систем и предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций.

3. Условно опасная, включающая территории естественного и техногенного подтопления. Районы естественного подтопления развиты в пределах поймы р. Северский Донец и первой надпойменной террасы, р. Везелка. Техногенное подтопление обусловлено утечками из водонесущих коммуникаций и встречается на различных участках р. Северский Донец и р. Везелка. Главной проблемой этих территорий является низкая несущая способность обводненных песчано-глинистых грунтов, что при застройке требует устройства фундаментов и подвальных помещений.

4. Безопасная зона характеризуется отсутствием или незначительным развитием опасных геологических процессов, не приводящих к нарушению динамического равновесия в эксплуатации природно-технических систем и возникновению чрезвычайных ситуаций. В пределах этой зоны проектирование и строительство сооружений может вестись с использованием действующих нормативных документов без ограничений на застройку.

Список литературы

1. Анализ и оценка природного и техногенного риска в строительстве. – М.: ПНИИС, 1996. – 104 с.
2. Кофф Г.Л. Опыт оценки геологической опасности и риска ущерба для зданий и сооружений на территории г. Москвы. Материалы международного симпозиума «Инженерно-геологические проблемы урбанизированных территорий» / Г.Л. Кофф, В.Ф. Котлов, А.С. Петренко. – Екатеринбург: «АКВА - Пресс», 2001. – С. 256 – 261.
3. Сергеев Е.М. Инженерная геология. – М., Изд-во Моск. ун-та, 1978. – 384 с. с ил.

ECOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL ASSESSMENT OF URBAN AREAS TO IDENTIFY RISKS FROM THE EXAMPLE OF BELGOROD

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

*Belgorod State National Research
University
Pobedy St., 85, Belgorod, 308015,
Russia
E-mail: : petina@yandex.ru*

In the article the factors of development of dangerous natural geological processes in the city of Belgorod which define substantially the ecological and geomorphological situation in the city are considered.

Key words: ravine, gully, erosion, landslip.