

Экологическая геоморфология

УДК 551.438.5(470.62)

© 2004 г. Е.В. АНТОШКИНА

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КРАСНОДАРА

Анализ пространственной изменчивости геоморфологических, геологических, гидрогеологических и геодинамических факторов свидетельствует о сложных инженерно-геоморфологических условиях Краснодара. В последнее время, в связи с интенсивным хозяйственным освоением, наблюдается активизация многих инженерно-геологических процессов. В первую очередь это осадка и деформация толщ грунта под сооружениями, просадка лёссовых пород под влиянием увлажнения, нагрузок и суффозии, размыв и переформирование берегов водохранилища, оползневые явления, оврагообразование, формирование пльвунов и другие процессы.

Краснодар находится в зоне Западно-Кубанского передового прогиба, выполненного мощной толщей мезо-кайнозойских отложений, представленных песчано-глинистыми осадками, переслаивающимися с песчаниками, известняками, мергелями и алевrolитами. На формирование инженерно-геологических условий территории в большей степени влияют осадки верхней толщи апшеронского яруса неогена и четвертичные аллювиальные и элювиально-делювиальные покровные лёссовидные суглинки. Мощность отложений, образовавшихся в четвертичное время, в районе города колеблется в среднем от 40 до 80 м.

В геоморфологическом отношении в пределах города на правобережье Кубани выделяются: пойма (голоцен), II (рисс) и III (миндель) надпойменные террасы (нпт), которые отличаются своеобразными литологическими комплексами.

Гидрогеологические условия территории города определяются развитием водоносного горизонта грунтовых вод в покровных суглинках, супесях, песках, распространенных на площади II и III нпт террас. Мощность обводненных отложений составляет 5–8 м, они подстилаются пластом водоупорных глин (толщина его 2–5 м) [2].

Долина реки Карасун – единственного правого притока Кубани на данном участке – протягивается через весь город в юго-западном направлении, прорезая II нпт. Интенсивное хозяйственное освоение этой долины (частичная засыпка, строительство в нижнем течении каскада дамб и т.д.) началось в XIX в., и сейчас река как водоток перестала существовать.

Преобразование долины Карасун значительно повлияло на гидрогеологические условия не только близлежащей местности, но и на территорию всего города. Переоборудование долины реки в каскад закрытых водоемов привело к уменьшению оттока грунтовых вод и к формированию подпорного режима за счет дополнительной фильтрации из этих водоемов. Вызванный подъем уровня грунтовых вод, который не был учтен заранее, является одним из основных факторов прогрессирующего процесса подтопления Краснодара [1]. В будущем следует ожидать дальнейшее

ухудшение гидрогеологических условий, т.к. во-первых, в последние годы наблюдается уменьшение водоотбора из четвертичного водоносного комплекса, во-вторых, в результате старения водонесущих коммуникаций увеличивается утечка воды из них, что также увеличивает инфильтрационное питание грунтовых вод. Значительно осложнить ситуацию может и увеличение количества атмосферных осадков.

Анализ гидрогеологических условий показал, что интенсивная хозяйственная деятельность по своим масштабам в настоящее время соизмерима с природными процессами, а в некоторых случаях и превосходит их. В результате на исследуемой территории нарушено естественно сложившееся динамическое равновесие. На режим подземных вод существенно повлияли: 1) характер водозабора, 2) строительство крупного равнинного водохранилища и оросительных систем (изменен и нарушен подземный сток, изменились условия взаимосвязи между подземными и поверхностными водами и др.), 3) интенсивная сельскохозяйственная и промышленная деятельность (применение химических средств защиты растений и удобрений, плохая очистка сточных вод и др.) оказывают влияние на химический состав подземных вод, загрязняя их, 4) нарушение естественного природного равновесия в зонах формирования ресурсов подземных вод (вырубка лесов, распашка земель, устройство карьеров и т.д.).

Для Краснодара характерно наличие отрицательного баланса в водоносных горизонтах, что явилось причиной образования депрессионных воронок в районах крупных водозаборов (их на территории города 12, также существует около 400 скважин). В результате отмечаются оседания поверхности, которые вызывают нежелательные сопутствующие процессы и явления (повышается уровень грунтовых вод, происходит подтопление и заболачивание).

При повышении уровня подземных вод изменяются свойства грунтов: распад структуры глинистых, разуплотнение рыхлых и растворение водорастворимых пород, общее увеличение их влажности. Все это приводит к понижению их механической прочности и уменьшению сопротивления сжатию и сдвигу [3]. С искусственным обводнением грунтов и повышением "зеркала" подземных вод связаны следующие виды процессов и явлений: образование новых водоносных горизонтов (особенно часто верховодки), подтопление, заболачивание территории, набухание глинистых и просадки лёссовых грунтов. Указанные изменения могут носить временный или перманентный характер и имеют разные масштабы проявления на территории города. Крупномасштабные изменения вызваны созданием водохранилища, а локальные и имеющие временный характер распространения проявляются при утечках вод из подземных коммуникаций.

Создание Краснодарского гидроузла во многом изменило природные условия прилегающей территории. Водоохранилище привело к затруднению стока грунтовых вод, снижению природной дренированности и подтоплению территории, что обусловило нарушение структуры грунтов, ухудшение геоэкологической ситуации. В целом, рассматривая режим грунтовых вод второй террасы (на территории которой находится большая часть города), следует отметить общую тенденцию подъема уровня. По сравнению с картой гидроизогипс 1970 г. отмечается подъем уровня в пределах 2–3 м и более. Участились случаи подтопления объектов и сооружений, что частично связано с большими утечками воды из водохозяйственных систем, с неупорядоченным поверхностным стоком и несовершенством ливневой канализации [4].

Литологический состав пород на территории города обусловил такие экзодинамические процессы, как просадки и набухание грунтов, что привело к снижению устойчивости грунта и к деформациям многих зданий. Эти процессы активизировались под воздействием антропогенной нагрузки. На территории города широко развиты делювиально-золотые отложения, в которых наблюдается четкая закономерность изменения пластичности с глубиной: от поверхности до глубины 4–6 м преобладают тяжелые суглинки, ниже они становятся более легкими, а на глубинах 7–8 м уже в основном легкие. Содержание глинистых прослоев сравнительно одинаково по всей толще отложений. С глубины 5–6 м появляются супеси, их количество увеличивает

ся к подошве отложений. Плотность и пористость грунтов уменьшается с глубиной. Природная влажность суглинков и глин изменяется в широких пределах, как по площади, так и по глубине. Распределение влажности делювиально-эоловых отложений зависит от геоморфологического положения, времени года, уровня подземных вод. В целом характерно увеличение естественной влажности с глубиной; сезонные колебания влажности наблюдаются в различных частях города до глубины от 1–2 до 5 м.

На устойчивость территории влияет просадочность лёссовых пород, которые распространены на надпойменных террасах Кубани: на третьей террасе они занимают около 70% площади, на второй – около 60%. Просадочность распространена неравномерно – увеличивается в пределах террас с севера на юг, что связано с увеличением мощности лёссов до 7–8 м. Просадочность достигает максимума у бровок террас, у склонов долины р. Карасун, т.е. там, где отмечается низкий уровень подземных вод и обеспечено их дренирование.

На общую закономерность распределения просадочности существенное влияние оказывает наличие в пределах каждой террасы блюдцеобразных понижений рельефа, в пределах которых грунты, как правило, непросадочные. Большинство таких участков приурочено к третьей террасе в пределах северной и северо-восточной окраины города или к основанию ее уступа.

Анализ физико-механических свойств показал, что заторфованные грунты и чистый торф, иловатые суглинки и глины являются наиболее малопрочными и сильно-деформируемыми грунтами территории Краснодара. Они обладают высокой пористостью (коэффициент пористости от 0.9 до 2.8), низкими прочностными характеристиками и высокими деформационными свойствами (модуль деформации 5.0–6.3 кг/см²). Такие низкие прочностные и высокие деформационные характеристики необходимо учитывать при строительстве, особенно свайных вариантах фундамента. Глубина свай в зоне распространения таких грунтов (старица, пойма, отдельные участки второй террасы) должна быть на 1–2 м ниже или выше глубины их залегания. Это особенно важно, т.к. в последнее время в Краснодаре началась прокладка и проектирование глубоких тоннелей (ливневых, комплексных, для магистральных коммуникаций и т.д.). Заторфованные и иловатые грунты во многих местах определяют глубину и направление подземных коллекторов.

На деформационные свойства также влияет процесс набухания-усадки, который тесно связан с сезонными изменениями, повторяющимися из года в год с незатухающей интенсивностью. В основном участки проявления этого процесса приурочены к бессточным блюдцеобразным понижениям поверхности с благоприятными условиями для развития "верховодки": в центральной части города – ул. Северная, Кузнечная, Красная и др.; в восточной части – ул. Второй проезд Стасова, Второй проезд Айвазовского, район КСК; в северной – ул. Грозненская, Выставочная, Механическая и др., а также на многих других участках.

Набухание-усадка грунта чаще всего проявляется в виде деформаций, главным образом, одно-двухэтажных жилых домов, кирпичных и бетонных изгородей, павильонов и прочих "легких" сооружений, где образуются трещины, которые за 2–3 недели расширяются до 2–3, иногда 4–5 см.

Оценка устойчивости территории Краснодара в основном была проведена на основании физико-механических свойств грунтов и уровня подземных вод [5]. Это связано с тем, что мощность техногенной нагрузки на геологическую среду со стороны города в первую очередь зависит от интенсивности водообмена, т.е. от количества изъятия и пополнения подземных вод, являющихся наиболее подвижным компонентом геологической среды. Особенностью грунтов исследуемой территории является чувствительность к колебаниям влажности. Поэтому техногенное изменение гидрогеологических условий является одним из наиболее важных факторов, влияющих на устойчивость территории. На основании же последней выделяются районы и подрайоны с разной степенью благоприятности условий для строительства, которые и представлены на рисунке.

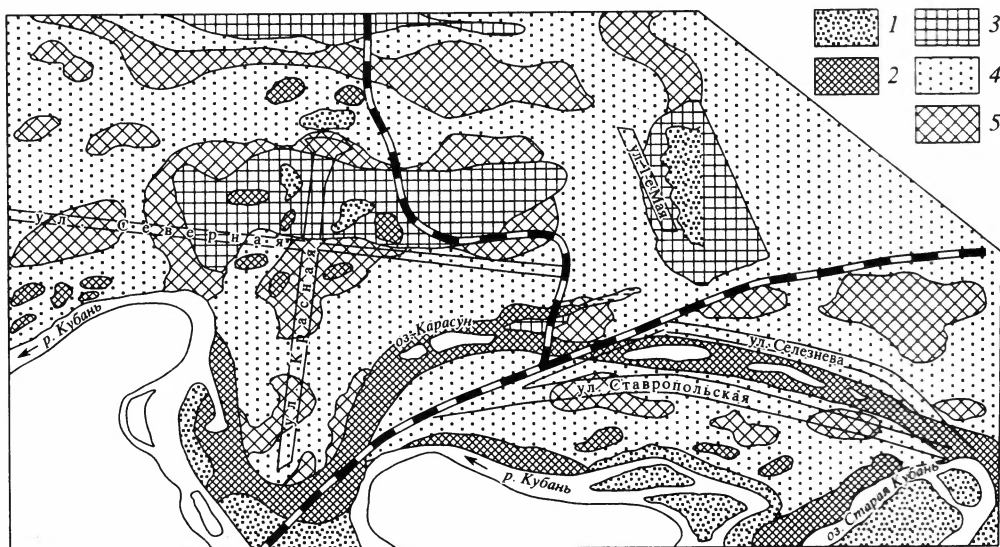


Схема Краснодара по степени благоприятности территории для строительства
 Территории: 1 – неблагоприятные по гидрогеологическим условиям, 2 – то же по грунтовым условиям, 3 – условно благоприятные по гидрогеологическим условиям, 4 – то же по грунтовым условиям, 5 – благоприятные для строительства

По грунтовым условиям к *благоприятным* для строительства отнесены территории распространения непросадочных делювиально-эоловых грунтов – суглинков III нпт, обладающих высокой несущей способностью, а также аллювиальных песков террас. К *условно благоприятным* – территории распространения просадочных грунтов: например, аллювиальных глинистых осадков, для которых характерны невыдержанные мощности и более низкая, по сравнению с аллювиальными песками, несущая способность. Из-за неоднородности по плотности, наличия прослоев рыхлых разностей и вероятности встречи иловатых глинистых грунтов, намывные пески также отнесены к условно благоприятным. Основные районы их распространения – поймы Кубани. К *неблагоприятным* для строительства (особенно для свайных оснований) отнесены участки распространения насыпных грунтов долины Карасун, озерно-лиманных, аллювиальных и аллювиально-делювиальных осадков ее поймы и долины, а также просадочных грунтов III нпт.

По гидрогеологическим условиям территория города разделена на: *наиболее благоприятные участки* (глубина залегания подземных вод более 5 м), *благоприятные* – где подземные воды практически не будут влиять на фундаменты (глубина залегания более 3.0 м), *условно благоприятные* (глубина залегания подземных вод от 1 до 3 м). *Неблагоприятными* для строительства признаны участки с глубиной залегания подземных вод менее 1 м, на них необходим комплекс сложных мероприятий по защите зданий и сооружений от подтопления, а при строительстве – водоотвод.

Устойчивость к антропогенным нагрузкам является главным инженерным свойством рельефа. Оценка устойчивости – необходимое условие для определения оптимального уровня техногенной нагрузки и режима использования городской территории. Для оценки устойчивости был проведен качественный и количественный анализ состояния компонентов инженерно-геологической среды.

На основании различий в природной обстановке и физико-механических свойств пород, обуславливающих различную несущую способность грунта, выделено три крупных инженерно-геоморфологических района, включающих ряд подрайонов (краткая характеристика которых дана по материалам Северо-Кавказского треста инженерно-строительных изысканий).

Район поймы Кубани и долины Карасун

Южной границей района является русло Кубани, северной – подошва склона II нпт. К этому району отнесена и долина Карасун, расположенная на второй террасе.

В геологическом строении района принимают участие аллювиальные и лиманно-озерные голоценовые отложения, подстилаемые аллювием среднего плейстоцена. Подземные воды на большей части района залегают на глубине менее 1 м и только на подсыпанном участке вблизи улиц Индустриальной и Захарова – на глубине от 1 до 3 м. В подрайонах с намывными грунтами в пониженных частях погребенного рельефа отмечается "верховодка" на глубине 0.5–1 м – выше слоя глинистой почвы, подстилающей намывные пески.

Из геоморфологических процессов наибольшее развитие имеют боковая и глубинная эрозия Кубани, важную роль играют подтопление паводковыми водами низкой поймы и заболачивание; на отдельных ограниченных участках возможно затопление паводковыми водами. Осложняющими факторами являются наличие орошаемых земель и широкое распространение техногенных грунтов, представленных большей частью бытовым мусором.

Для снижения негативных последствий вышеперечисленных процессов необходимо: понижение уровня подземных вод путем создания дренажной сети и планировка территории подсыпкой (намывом). Из-за малого уклона поверхности района, наличия западин, понижений, незначительного превышения над руслом Кубани водопонижение представляет сложную и трудновыполнимую задачу; наиболее целесообразна подсыпка или намыв. Данные мероприятия на практике оказались довольно эффективными (микрорайон "Юбилейный").

Район II надпойменной террасы

Южной границей района является пойма Кубани, северной – подножие III нпт. Преобладают делювиально-эоловые отложениями, мощностью 5–7 м, подстилаемые толщей среднеплейстоценовых аллювиальных грунтов, представленных переслаиванием суглинков, супесей, глин и песка. Характерной особенностью геологического строения района является наличие среди аллювия озерно-лиманных глинистых грунтов. Представлены они суглинками и глинами иловатыми, с прослоями торфа и заторфованных грунтов. Мощность этих отложений от 7 до 14 м и залегают они в интервале глубин от 10–15 до 18–20 м. На отдельных участках они замещаются аллювиальными песками с прослоями глин, залегающими на тех же глубинах, что и лиманно-озерные отложения. С глубины 18–21 м в пределах всего района отмечены аллювиальные пески с прослоями и линзами галечника. Ниже глубины 23–28 м вскрываются пески и галечники раннеплейстоценового возраста.

Подземные воды в пределах района вскрываются преимущественно на глубинах от 1–3 до 3–5 м, незначительны площади с уровнем подземных вод до 1 и от 5 до 10 м. Преобладают эрозионные процессы, просадки в делювиально-эоловых грунтах. Характерно наличие техногенных форм рельефа, имеются участки слабо набухающих грунтов.

При строительстве в пределах просадочных блюдеч необходимо производить планировку подсыпкой, отвод поверхностных вод и создание ливневой канализации.

Район III надпойменной террасы Кубани

Южной границей района является уступ террасы, которая на севере выходит за пределы города. С поверхности и до глубины 7–10 м повсеместно залегают делювиально-эоловые грунты, представленные суглинками (редко глинами) желтовато-бурыми, лёссовидными, твердой консистенции, макропористыми. С глубины 7–10 м

вскрываются аллювиальные отложения – супеси, подстилаемые песками с прослоями суглинков, глин и супесей. Мощность этих отложений более 10–15 м. В пределах района развиты просадочные процессы и эрозия. *Низкой несущей способностью* характеризуется подрайон с распространением неоднородных насыпных грунтов.

Выводы

Анализ современной геоэкологической ситуации, сложившейся на территории города, показал, что снижение негативных последствий современных физико-геологических процессов (подтопление, заболачивание, проседание и др.), которые в значительной степени влияют на инженерно-геоморфологические особенности, возможно при проведении следующих мероприятий:

- при разработке Генерального плана города надо предусмотреть создание системы дренажных сооружений для отдельных жилых районов и промышленных зон;
- для ограждения территории города от подтопления оросительными фильтрующимися водами из магистральных каналов и орошаемых земель необходимо сооружение оградительной дренажной системы;
- с целью более ускоренного и эффективного снижения уровня подземных вод в центральной части города рекомендуется, в первую очередь, сделать русловую часть р. Карасун проточной: либо в виде закрытых дренажных каналов, либо путем создания каскада водоемов (реконструкция к настоящему времени уже началась).

Общими рекомендациями для хозяйственного освоения территории с целью минимизации негативных проявлений могут быть следующие.

Строительство должно проводиться только после организации отвода поверхностных вод посредством создания надежной ливневой канализации. Эти мероприятия обязательно должны предшествовать массовой застройке. Невыполнение этих условий приводит к подтоплению территории и ее заболачиванию, как это уже имеет место во многих районах города. Степные ложбины стока, расположенные в северной части III нпт, можно использовать для создания зеленой зоны с прудами.

В пределах поверхностей надпойменных террас, характеризующихся плоским рельефом, на внутриквартальных территориях следует проводить подсыпку грунта, выбираемого при рытье котлованов. Это позволит обеспечить свободный поверхностный сток в сторону проезжей части улиц и исключит застой дождевых вод и связанное с этим подтопление.

Необходимо предусмотреть мероприятия по предотвращению эрозионного размыва берегов, в первую очередь в пойменной части Кубани. Подрезанные участки склонов террас, степных лоцин и балок должны быть укреплены.

При строительстве на пойме Кубани жилых массивов и спортивных сооружений предварительно следует производить намыв песчаного материала. При этом забор песка из русла Кубани необходимо исключить. Требуемый для намыва объем грунта можно изыскать на левобережных участках поймы, как это сделано в Западном жилом районе. Строительство в пойме промышленных предприятий не рекомендуется. Участки пойменного леса должны быть сохранены и использованы под зоны отдыха при обязательном закреплении размываемых участков берега.

При выполнении вышеперечисленных мероприятий геоэкологическая ситуация в городе стабилизируется и в дальнейшем произойдет значительное ее улучшение. Огромную роль в этом должны сыграть карты изменения и охраны геологической среды, которые необходимо использовать для обоснования Генплана города, планировки пригородных зон, инженерной подготовки и благоустройства территории. Они будут способствовать рациональному использованию геологической среды города в градостроительных целях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антошкина Е.В., Макарь К.А., Ефремов Ю.В., Важенин В.К. Влияние Карасунских озер на геоэкологическую ситуацию города Краснодара // М-лы XIV межреспубл. науч. конф. "Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий". Краснодар: Изд-во Кубанск. госуниверситета, 2001. С. 231–233.
2. Антошкина Е.В. Современные геологические процессы на территории г. Краснодара // М-лы IV Межд. конф. "Инженерная география. Экология урбанизированных территорий". Ярославль: Изд-во Яросл. пединститута, 1999. С. 176–179.
3. Котлов Ф.В. Антропогенные геологические процессы и явления на территории города. М.: Наука, 1977. 287 с.
4. Лаврентьев Г.И., Антошкина Е.В. Некоторые факторы подтопления города Краснодара // Вестн. КОРГО. Краснодар: 2000. Ч. II. Вып. 2. С. 19–23.
5. Город–экосистема / Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев. М.: Медиа-ПРЕСС, 1997. 336 с.

Кубанский госуниверситет

Поступила в редакцию
30.07.2003

ENGINEERING-GEOMORPHOLOGIC CONDITIONS OF KRASNODAR

E.V. ANTOSHKINA

S u m m a r y

On the basis of complex geomorphologic and hydrogeological investigations the area of Krasnodar city was restricted in accordance with different fitness for building and people living. The main part of the city is characterized by favorable conditions, but the new districts are in danger of ground water rise.

The analysis of engineering-geomorphologic conditions has let to develop concrete proposals concerning the improvement of situation.