

Обеспечение техносферной безопасности селитебной территории в условиях плотной городской застройки современного города

Д. В. Панов¹, О. В. Рослякова¹, А. Ю. Кудряшов¹, Е. В. Егорова¹*

¹ Сибирский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск,
Российская Федерация

* e-mail: d.v.panov@nsawt.ru

Аннотация. В данной статье представлена информация по обеспечению техносферной безопасности селитебной территории в условиях плотной городской застройки современного города. Проведен детальный литературный анализ воздействия урбанизированных территорий на фильтрационный режим грунтовых вод. Обозначены антропогенные источники, негативно влияющие на подземные воды. Рассмотрены процессы, влияющие на изменение условий поверхностного стока. Выделены виды негативных последствий воздействия грунтовых вод на поверхность и вызвавшие их причины. Представлена построенная карта крутизны склонов города Новосибирска и его окрестностей. Согласно карте охарактеризованы преобладающие формы рельефа на территории города. В результате анализа полученных данных выявлена необходимость разработки способов аварийно-защитных мероприятий и устройств для локального регулирования стока подземных вод к руслу реки при повышенной плотности городской застройки.

Ключевые слова: грунтовые воды, селитебная территория, провалы, экологическое равновесие

Ensuring the technosphere security of residential territory in the conditions of dense urban development of a modern city

D. V. Panov¹, O. V. Roslyakova¹, A. Yu. Kudryashov¹, E. V. Egorova¹*

¹ Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: d.v.panov@nsawt.ru

Abstract. This article provides information on ensuring the technosphere safety of residential territory in the conditions of dense urban development of a modern city. A detailed literary analysis of the impact of urbanized territories on the filtration regime of groundwater has been carried out. Anthropogenic sources that negatively affect groundwater are indicated. The processes affecting the change of surface runoff conditions are considered. The types of negative consequences of the impact of groundwater on the surface and the causes that caused them are highlighted. The constructed map of the steepness of the slopes of the city of Novosibirsk and its surroundings is presented. According to the map, the prevailing landforms on the territory of the city are characterized. As a result of the analysis of the data obtained, it was revealed the need to develop methods of emergency protection measures and devices for local regulation of groundwater flow to the riverbed at an increased density of urban development.

Keywords: groundwater, residential area, sinkholes, ecological balance

Движение грунтовых вод в городе подвергается антропогенному воздействию. Результаты взаимодействия подземных вод с объектами инженерно-технического строительства имеют различные характеры проявления. На территории города при-

ходится иногда наблюдать появление провалов, ям различных размеров. Чаще всего данные суффозионные процессы являются результатом истечения грунтовой воды в пустоты инженерных коммуникаций. Водопроводные системы без изоляции, с наличием отверстий в ограждающих бетонных конструкциях, в условиях насыщения водой грунта играют роль дренажа, что приводит к интенсивному выносу частиц грунта в пустоты этих коммуникаций. В городе встречаются случаи локального поднятия уровня грунтовых вод. Это приводит к переувлажнению грунта, затоплению подвалов, неравномерной просадке зданий. Основной причиной подтопления на урбанизированных территориях является перегораживание фундаментам зданий естественных путей перемещения подземных вод.

Одной из важных задач является изучение причин возникновения местных деформаций оснований в прибрежных зонах селитебных районов при эксплуатации территорий строительно-транспортных комплексов в условиях склонового движения подземных вод к руслам рек. Оценка эксплуатационного ущерба занимает важное значение при проектировании аварийно-защитных работ и для уменьшения негативных последствий, она направлена на реализацию мероприятий при повышении плотности застройки современного города [1–5].

Повышение уровня подземных вод в настоящее время характерно для всех городов России, расположенных на лессовых отложениях. Процесс получил наименование «подтопление» и весьма отрицательно влияет на природную среду. Причины данного процесса разнообразны, это могут быть: преграждение путей перемещения грунтовых вод фундаментами зданий, утечки из сетей водопровода, увеличение инфильтрации и др.

Трансформация условий поверхностного стока влияет на величину инфильтрации дождевых, талых вод, а вместе с тем и на уровень поднятия уровня грунтовых вод.

В качестве примера можно рассмотреть следующую ситуацию. Земля на территории города до застройки каким-либо объектом была покрыта слоем грунта с растительностью и в период таяния снегов, выпадения осадков вода естественным образом отводилась с территории. После застройки территории величина инфильтрации увеличится. Увеличение количества инфильтрующейся воды определяется следующими условиями. Грунт, с которого сняли слой растительности, намного лучше впитывает воду. Все возводимые объекты имеют фундамент, между фундаментом и грунтом могут возникать пустоты, через которые вода проникает в грунт. Преграждающее действие заборов и ограждений на пути движения поверхностного стока в период весеннего таяния снегов.

Эти условия могут явиться одной из причин подтопления, при наличии сопутствующих условий, таких как расположение водоупора, глубина его залегания и другое.

При организации защиты территорий от подтопления важное значение имеет правильное регулирование поверхностного стока.

Регулирование стока ливневых и талых вод на защищаемой территории достигается путем вертикальной планировки, а также устройством открытой и закрытой водосточной сети [5–7].

Недостаточная организация вертикальной планировки водосточной сети сказывается на увеличении инфильтрации воды в грунт, что увеличивает приходную часть водного баланса.

Объем грунтовых вод на городской территории значительно выше объема на ненарушенной территории.

На урбанизированной территории заметны только крупные аварии, неисправности сети водоснабжения. Такие аварии быстро обнаруживаются и устраняются в короткий промежуток времени. Но имеется большое количество мелких, незаметных неисправностей, таких как трещины, кавитационные пробойны, различные повреждения, из которых вода постепенно и постоянно поступает в грунт.

Засыпка естественных водоотводящих каналов, оврагов, балок, стариц. Естественная дренажная система города представлена малыми реками, оврагами, озёрами, куда поступает поверхностная вода. Урбанизированная территория представлена разнообразными преградами на пути движения поверхностного стока, поэтому вода задерживается на местности, следовательно, больше проникает в толщу грунта, инфильтруется. Естественная водоотводящая система не работает, так как она перегорожена различными сооружениями. В таком случае там накапливается вода, и это образование является уже очагом подтопления.

Барражное воздействия дорожных насыпей, свайных полей, коллекторов большого диаметра, тоннелей метрополитена. Инженерно-строительная деятельность человека изменяет естественные режимообразующие факторы. Движение весенних и летних стоков наземных и подземных вод по существующей гидрологической сети резко изменяется. Закладка глубоких фундаментных поясов и прокладка подземных линий коммуникаций таких как метро, коллекторы и др. приводят к значительному изменению фильтрационных миграций подземных вод, то есть происходит изменение направлений и интенсивности фильтрационных режимов грунтовых вод. В результате происходит подпор уровня подземных вод, активизируются суффозионные процессы [7–9].

Образовавшиеся режимообразующие факторы изменяют существующую структуру водного баланса территории, являются дополнительной техногенной нагрузкой на геологическую среду, а возникающие неблагоприятные последствия – подтопления, суффозия, оползни, разрушения фундаментов – это реакция среды на действия указанных факторов.

На урбанизированной территории часто возникают провалы. Они являются результаты взаимодействия подземных вод с объектами инженерно-технического строительства, но могут иметь различные характеры проявления. Чаще всего данный процесс является следствием истечения подземных вод в пустоты инженерно-технических коммуникаций [10].

Также провалы образуются в результате механической суффозии, химических и электрохимических процессов.

В результате вымывание грунта в пустоты инженерных сооружений, на селитебной территории происходит образование провалов, ям небольших размеров. Для развития этих процессов необходимы следующие условия, такие как наличие отверстий и трещин в пустотах инженерных сетей и наличие насыщенного водой

грунта. Такие деформации относятся к прогрессирующим образованиям. Практически всегда наблюдаются провалы по периметру колодцев и других узлов водопроводных сетей.

Грунтовые воды находятся в непрерывном движении и образуют потоки, которые направлены в сторону общего уклона водоупора. При проведении строительных работ на урбанизированных территориях часто приходится сталкиваться с грунтовыми водами. Они создают большие трудности при производстве строительных работ, заливают котлованы, траншеи и мешают нормально эксплуатировать здания и сооружения [7–9].

При фильтрации подземных вод под зданием формируется новый режим водонасыщения грунтов основания, усиливается неоднородность гидрогеологических и инженерно-геологических условий площадки. Это приводит к неравномерной осадке стен и железобетонного каркаса.

Грунтовые воды обладают разрушительным воздействием, так как они могут содержать в себе повышенные концентрации растворенных солей. Вода с большой концентрацией растворенных солей и газами обладает интенсивной коррозионной активностью по отношению к железу и другим металлам.

Таким образом, подтопление и повышение уровня грунтовых вод является опасным фактором, ослабляющим устойчивость сооружений на селитебной территории.

Талая и дождевая вода, двигаясь в соответствии с уклоном местности по ненарушенному естественному покрову грунта, попадает в реки. При условиях ненарушенности растительного покрова коэффициент инфильтрации минимален. Если местность застроена, т.е. представлена разнообразными преградами на пути движения поверхностного стока, то вода задерживается на местности. При условии залегания водоупора на небольшой глубине может возникнуть заболачивание территории [10–11].

На рис. 1 представлена карта крутизны склонов г. Новосибирска, построенная авторами, которую можно использовать для анализа и выявления заболоченных участков на территории города [12–15].

Территория города по строению рельефа разнообразна. Различается левобережная и правобережная части города. Левобережье города входит в Приводораздельный слаборасчлененный подрайон Приобского плато. Территория характеризуется отдельными положительными формами рельефа, максимальная абсолютная высота 150 м. В среднем густота горизонтального расчленения на водоразделах малых рек Тула, Власиха и Чик имеет значение, близкое к нулю. Углы наклона не превосходят 1°.

Водоразделы между малыми реками имеют уклон в пределах от 0° до 3°, крутизна врезанных склонов до 6°, а максимальная (в местах густой сети ложбин, балок и оврагов) достигает 9° и более [13–15].

В связи с тем, что город Новосибирск активно развивается, увеличивается коэффициент застройки городских кварталов. В городе появляются участки, где естественные водоотводящие каналы преграждаются дамбами, дорогами и фундаментами. Это приводит к выводу из экологического равновесия территорий, на

которых сложились многолетние экологические условия. Все эти процессы приводят к накоплению воды и заболачиванию территории.

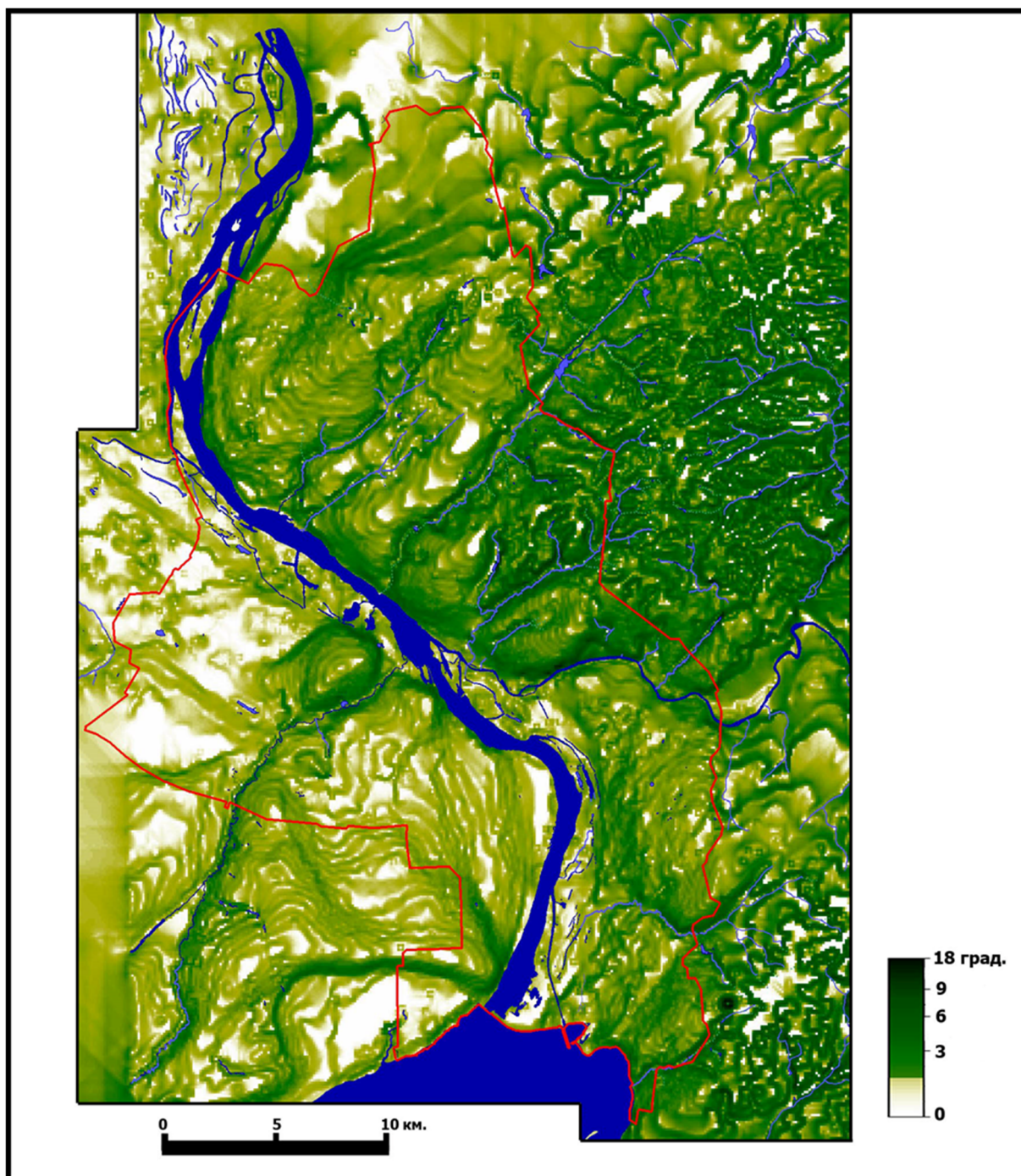


Рис. 1. Карта крутизны склонов города Новосибирска и его окрестностей

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сологаев, В. И. Защита от подтопления в городском строительстве: учебное пособие. — Омск : СиБАДИ, 2020. — 56 с.
2. Дегтярев, Б. М. Дренаж в промышленном и гражданском строительстве. — М.: Стройиздат, 1990. — 238 с.

3. Куранов, Н. П., Муфтахов, А. Ж., Шевчик, А. П., Бывальцев, И. М. Последствия подтопления застроенных территорий и способы их дренирования // Итоги науки и техники: Гидрогеология. – М.: Изд-во ВИНТИ, 1991. – Т.13. – 130 с.
4. Зальцберг, Э. А. Режим и баланс грунтовых вод зоны избыточного увлажнения. – Л.: Недра, 1980. – 207 с.
5. Болгов, М. В., Дзекцер, Е. С., Писаренко, В. Ф. Статистический анализ подтопления застраиваемых территорий // Водные ресурсы. – 1998. – № 5. – С. 534-540.
6. Ретхати, Л. Грунтовые воды и строительство / Пер. с англ. – М.: Стройиздат, 1989. – 432 с.
7. Маслов, Н. Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. – М.: Высшая школа, 1982. – 511 с.
8. Разумов, Г.А. Проектирование и строительство горизонтальных водозаборов и дренажей – М.: Стройиздат, 1988. – 240 с.
9. Азаров, Б. Ф. Учет особенностей геологической среды урбанизированных территорий при решении градостроительных задач // Гуманизм и строительство на пороге третьего тысячелетия. - Барнаул: АГТУ, 1999. – С. 70 – 73.
10. Антоненко, И. В. Мониторинг и охрана городских земель: учеб. пособие – Челябинск: ЮУрГУ, 2001. – 96 с.
11. Волков, С. Н. Землеустройство. Т.1. Теоретические основы землеустройства учеб. пособие – М.: Колос, 2001. – 496 с.
12. Shary, P. A., Lees, B., Tang, G. // Advances in Digital Terrain Analysis. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. – Berlin : Springer – Verlag, 2008. P. 29 – 57.
13. Трубина, Л. К., Селезнев, Б. В., Панов, Д. В. Геоинформационный анализ форм рельефа для оценки земель г. Новосибирска // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конф.: сб. материалов в 2 т. – Новосибирск: СГГА, 2013. – Т. 2. – С. 54 – 58.
14. Трубина, Л. К., Панов, Д. В., Селезнев, Б. В. Пространственный анализ водосборов малых рек в окрестностях г. Новосибирска // ГЕО-Сибирь-2011.: сб. материалов VII Международного науч. конгр. «ГЕО-Сибирь-2011». – Новосибирск: СГГА, 2011. – Т 4 – С. 184 – 187.
15. Панов, Д. В. Построение цифровой модели рельефа г. Новосибирска и его окрестностей с учетом потоковой структуры и пластики рельефа // Вестник СГГА. – 2013. Вып. 1(21). – С. 61 – 65.

© Д. В. Панов, О. В. Рослякова, А. Ю. Кудряшов, Е. В. Егорова, 2023