

УДК 624.1

ПРОЦЕССЫ ТЕХНОПРИРОДНОГО ПОДТОПЛЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ Г. КАЗАНИ

Н.И. Жаркова, И.А. Хузин, А.И. Шевелёв, Р.К. Галеев

Аннотация

В пределах городской застройки г. Казани начинается активное проявление процессов строительного подтопления наряду с широким развитием гидротехнического подтопления. Выполнен пространственный прогноз развития процессов подтопления на основе типизации грунтовых толщ по фильтрационным свойствам. Построена карта поражённости городской территории различными типами процессов подтопления с выделением наиболее опасных участков.

Введение

В настоящее время значительная часть российских городов, расположенных в долинах крупных рек, охвачена процессами подтопления. Согласно нормативным документам, принятым к использованию при инженерно-геологических изысканиях, в пределах городских территорий, занятых жилой и промышленной застройками, глубина залегания уровня грунтовых вод, при которой территория считается подтопленной, не должна превышать 3 м. В пределах города выделяют природное и техноприродное подтопления. Основными причинами природного подтопления являются дренирующее воздействие рек и озёр, неглубокое залегание грунтовых вод, а также наличие в разрезе переслаивания грунтов с низкими и высокими фильтрационными свойствами, которое дополняется понижением в рельефе [1].

В пределах исследуемой территории природное подтопление ранее отмечалось в пределах поймы, осташковской и микулинско-калининской надпойменных террас рек Волги и Казанки. Это окрестности деревень Савиново, Поповка, Кукушкино, Гривка, Кизическая и Козья слободы, территория юго-западнее д. Давликеево и многие другие. В литологических разрезах указанных участков зачастую фиксируются торф, заторфованные суглинки и глины. В настоящее время большинство указанных территорий перешло в разряд техноприродно-подтопленных.

Техноприродное подтопление в пределах городской агломерации принято разделять на гидротехническое и строительное [1]. Гидротехническое вызвано поднятием уровня грунтовых вод в результате создания водохранилища. Для территории Казани сооружение в 1957 г. Куйбышевского гидроузла обернулось затоплением обширной площади в 50 км² (12% современной территории города) и подтоплением большей части исторического центра, многочисленных

территорий, занятых промышленными зонами и несколькими кварталами многоэтажной застройки (13% городской территории) [2].

Однако создание водохранилища – не единственная причина техногенно обусловленного поднятия уровня грунтовых вод в черте городской застройки. В пределах городской контазоны функционируют подземные теплотрассы, водопроводные и канализационные системы, обеспечивающие эксплуатацию не только жилых строений, но и разнообразной промышленной инфраструктуры.

По данным многих исследователей, 20–25% вод, циркулирующих по подземным городским коммуникациям, попадает в грунты, и при наличии пород с различными фильтрационными показателями складываются благоприятные условия для образования техногенной верховодки [3]. В Казани, старейшем городе Поволжья, величина утечек из водонесущих коммуникаций, вероятно, превышает среднестатистические показатели. Факт утечек не раз устанавливался при маршрутном обследовании овражно-балочных систем, где техногенная верховодка, разгружаясь, образовывала постоянные и временные водотоки нередко со специфическим запахом и температурой (иногда до 45°C), не характерной для природных грунтовых вод. При проходке инженерно-геологических скважин также нередко фиксируется техногенная верховодка.

Избыточному увлажнению грунтов способствует и нарушение режима испарения грунтовой влаги, вызванное повсеместным использованием асфальтового покрытия, а также барражный эффект от заглубленных частей зданий и подземных сооружений [4].

Увлажнение грунтов неблагоприятно сказывается на их физико-механических и коррозионных свойствах [5]. Наиболее опасным является переувлажнение просадочных грунтов, которые нередко слагают верхнюю часть грунтовых толщ в пределах высоких речных террас города.

В связи с этим необходим пространственно-временной прогноз процессов техноприродного подтопления, особенно строительного подтопления, поскольку оно находится в начальной стадии своего развития и имеет значительный потенциал.

1. Методика исследований

Временной аспект прогноза строительного подтопления опирается на сведения о потреблении воды населением и промышленными предприятиями, а также на данные режимных наблюдений [4]. Поскольку гидрогеодинамический мониторинг в г. Казани проводится только в зоне влияния водохранилища (преимущественно низкие террасы), а информация о водопотреблении в силу многих причин является закрытой, временной прогноз на данном этапе исследований остаётся неосуществимой задачей.

Пространственный прогноз опирается на сведения о режиме грунтовых вод, дренированности территории и геологическом строении контазоны. В основу пространственного прогноза положен метод, предложенный Д.С. Покровским и К.И. Кузевановым, который базируется на анализе соотношений хорошо проницаемых и слабопроницаемых слоёв разреза [6]. Для городских территорий они предложили провести типизацию грунтовых толщ по фильтрационным особенностям грунтов как наиболее стабильному фактору. К хорошо проницае-

мым породам отнесены песчаные грунты и лёгкие супеси, а также просадочные разности супесчано-суглинистых грунтов, как правило, обладающих хорошими фильтрационными свойствами благодаря ярко выраженной макропористости. К слабопроницаемым породам отнесены глинистые грунты [6].

Согласно Д.С. Покровскому и К.И. Кузеванову все инженерно-геологические разрезы можно свести к шести типам фильтрационных разрезов, описание которых мы приведём ниже на примере территории г. Казани.

Для оценки потенциального развития строительного подтопления нами выполнен анализ более 750 разведывательных, наблюдательных и эксплуатационных скважин. На первом этапе проведена типизация геологического строения по характеру переслаивания различных видов грунтов, а на втором этапе – сведение выделенных 30 типов грунтовых толщ к шести типам фильтрационных разрезов, для каждого из которых принималась высокая, средняя или низкая вероятность возникновения строительного подтопления. Итогом исследования стали карты фильтрационных типов грунтов и прогнозная карта техноприродного подтопления.

2. Результаты исследований

В пределах города можно выделить следующие типы фильтрационных разрезов: одно-, двух- и трёхслойные (рис. 1, 2).

Однослойные типы представлены двумя видами: первый (IA) разрез сложен исключительно грунтами с высокими фильтрационными свойствами. В основном, это территория первой и второй надпойменных террас р. Волги, где разрез представлен среднезернистыми, хорошо отсортированными песками – 20% городской территории. Второй (IB) разрез сложен водонепроницаемыми и слабоводопроницаемыми грунтами. Такой тип фильтрационного разреза характерен для водораздельного пространства Волго-Ноксинского междуречья, а также для северо-востока городской территории – 10%.

Разрезы типа ПАВ (двухслойные) повсеместно распространены эпизодически и представлены грунтами с высокими фильтрационными свойствами мощностью от 2 до 10–12 м, подстилающимися слабопроницаемыми и водоупорными разностями – 5% городской территории.

Тип ПВА (двухслойный), широко распространённый на исследуемой территории, характеризуется развитием слабопроницаемых грунтов в верхней части разреза. На глубинах 3–5 м, иногда и более залегают грунты с высокими фильтрационными свойствами (31%).

К типу ШАВА (трёхслойный) отнесены грунты с высокими фильтрационными свойствами, имеющие слабопроницаемый отдельный слой мощностью 2–6 м. Подобный тип широко распространён в левобережье Казанки и в меньшей степени – в правобережье (11%).

Широко распространённый разрез типа ШВАВ (трёхслойный) представлен грунтами с низкими фильтрационными свойствами, включающими хорошо проницаемый слой мощностью 5–6 м (23%).

Согласно исследованиям Д.С. Покровского и К.И. Кузеванова, для территорий с глубоким залеганием зеркала грунтовых вод наиболее опасными, в связи с возникновением техногенной верховодки, являются фильтрационные раз-

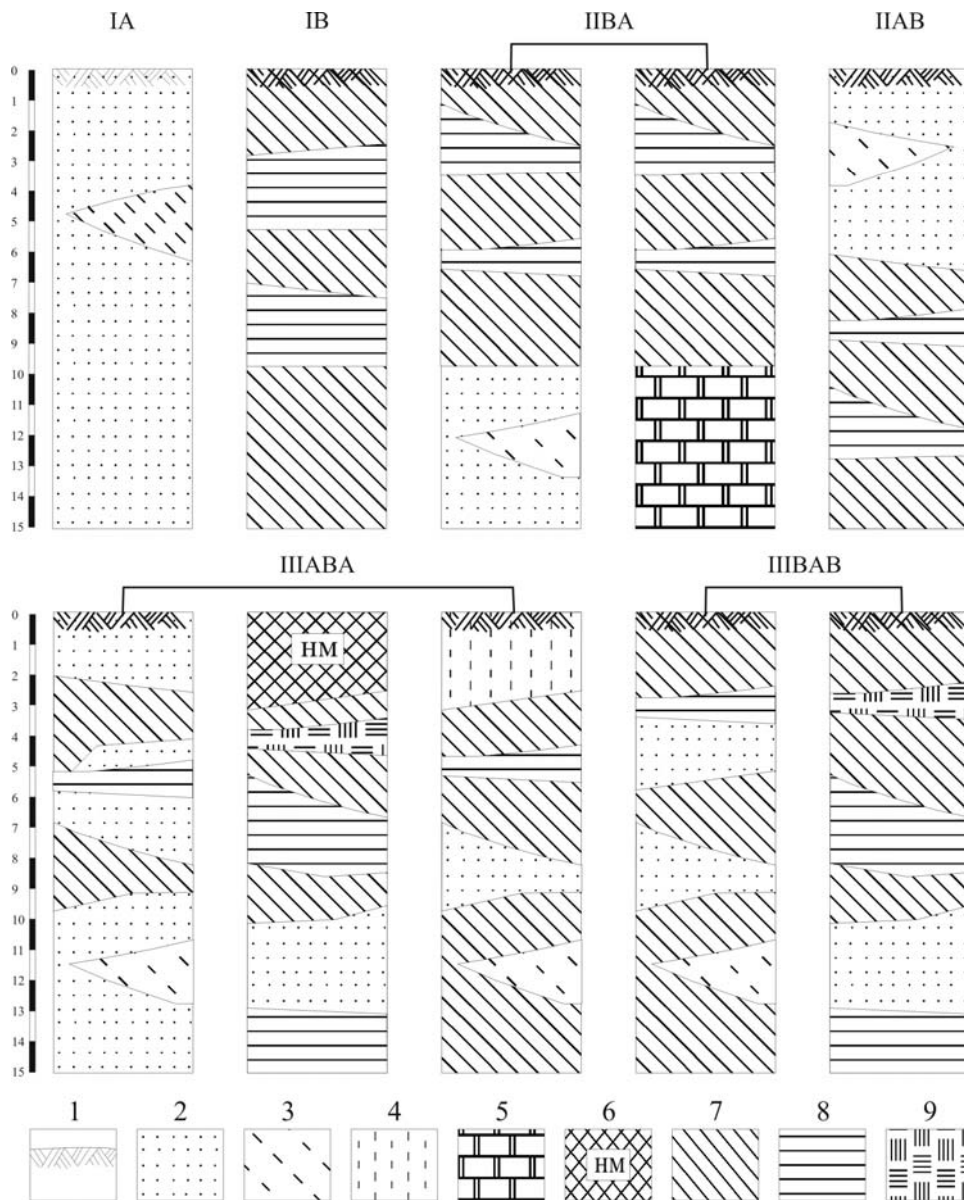


Рис. 1. Примеры фильтрационных разрезов для территории г. Казани. Условные обозначения: 1 – почвенно-растительный слой; грунты с высокими фильтрационными свойствами: 2 – пески, 3 – супеси лёгкие, 4 – супеси просадочные, 5 – доломит, 6 – пески намывные; грунты с низкими фильтрационными свойствами: 7 – супеси и суглинки, 8 – глины, 9 – торф

резы ПАВ и ШАВА. Умеренную опасность представляют фильтрационные разрезы IB, ПВА, ШВАВ. Практически не опасен разрез IA. Для территорий, у которых глубина залегания грунтовых вод не превышает 5 м, тип фильтрационного разреза значительной роли не играет – такие участки в любом случае являются наиболее опасными в связи с возникновением строительного подтопления [64].

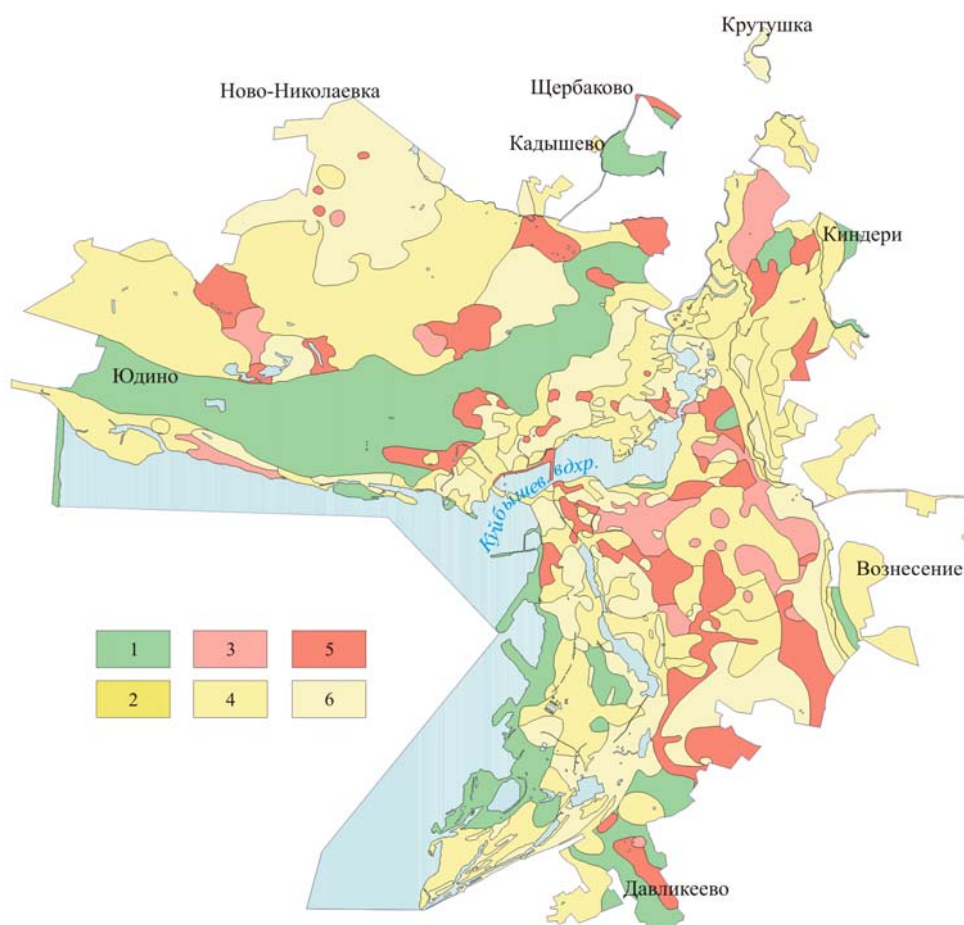


Рис. 2. Карта типов фильтрационных разрезв территории г. Казани (уменьшена с масштаба 1 : 50 000). Условные обозначения: однослойные типы: 1 – IA – грунты с высокими фильтрационными свойствами (ф.с.), 2 – IB – грунты с низкими ф.с.; двухслойные типы: 3 – ПАВ – грунты с высокими ф.с., подстилаемые слабопроницаемыми и водоупорными разностями, 4 – ПВА – слабопроницаемые и водоупорные грунты, подстилаемые хорошо водопроницаемыми грунтами; трёхслойные типы: 5 – ШАВА – грунты с высокими ф.с., включающие слабо водопроницаемый или водоупорный слой, 6 – ШВАВ – грунты с низкими ф.с., включающие хорошо водопроницаемый слой

Таким образом, большая часть водораздельного пространства Волго-Ноксинского междуречья, коренной волжский уступ, а также территория четвертой надпойменной террасы р. Волги в Заречье относятся к участкам с умеренной опасностью возникновения верховодки (39% территории), меньшая часть указанных территорий, а также неподтопленные участки низких террас – к участкам с высокой вероятностью (26%). В пределах третьей надпойменной террасы вероятность возникновения верховодки, как правило, низкая (17% городской территории) (рис. 3).

Следует отметить, что области развития просадочных грунтов также являются потенциально подтопляемыми (5.6% городской территории), что значительно увеличивает риск просадочных явлений, которые нередко случаются в г. Казани (рис. 3).

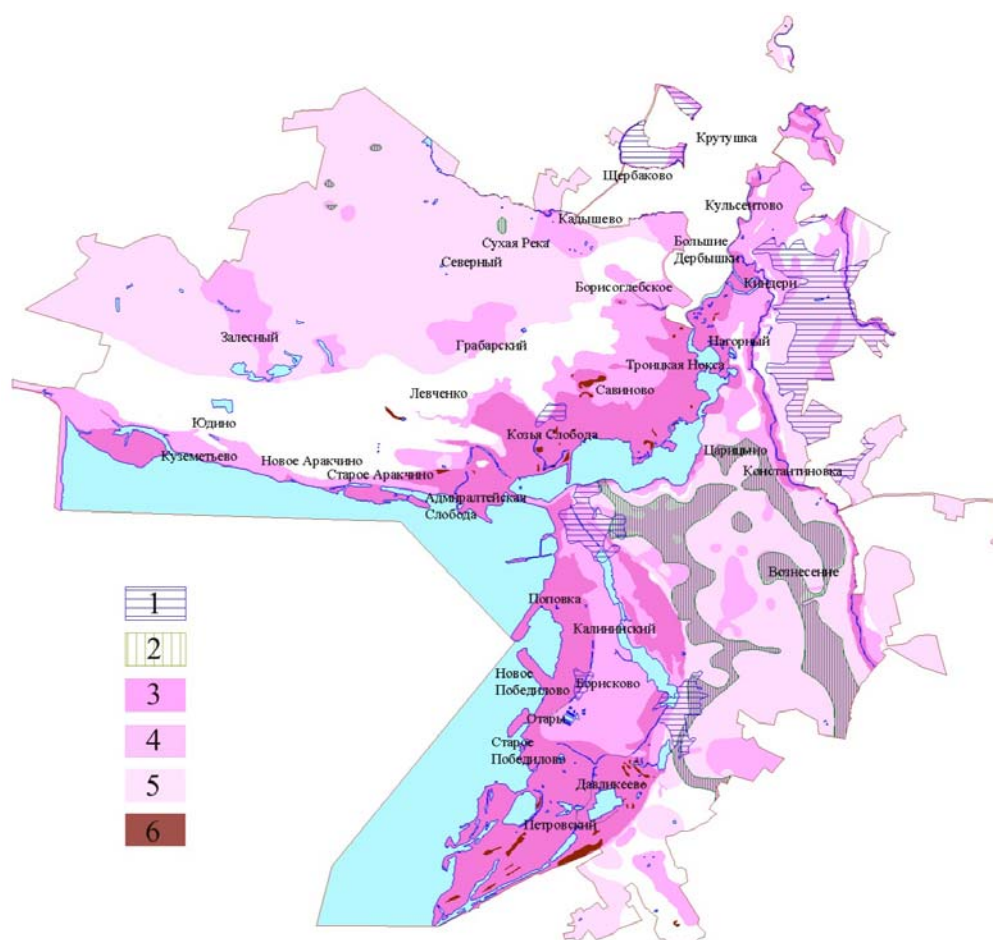


Рис. 3. Поражённость территории г. Казани различными типами процессов подтопления. Условные обозначения: 1 – карстовоопасные участки, 2 – области развития просадочных грунтов, 3 – область развития гидротехнического подтопления, 4 – территории с высокой вероятностью строительного подтопления, 5 – территории со средней вероятностью строительного подтопления, 6 – заболоченные участки

3. Выводы

В пределах городской черты наиболее широко развито гидротехническое подтопление (18%). Оно охватило большую часть понижений, которые до создания Куйбышевского водохранилища локально (не в таких масштабах) уже находились в состоянии природного подтопления в связи с наличием в разрезе переслаивания грунтов с низкими и высокими фильтрационными свойствами. Вследствие этого большинство сооружений промышленного и гражданского назначения строилось и проектировалось с учётом этого экзогенного геологического процесса. Поэтому риск разрушительных деформаций невелик.

Строительное подтопление, напротив, пока распространено не столь значительно, но его масштабы ежегодно увеличиваются, о чём свидетельствуют многочисленные деформации зданий и сооружений.

Строительное подтопление характерно для территорий с широким развитием лёссовых грунтов и карстующихся пород (высокая часть Волго-Ноксинского междуречья). Строительное подтопление (в отличие от других типов) находится в начальной стадии своего развития, а значит, обладает значительным потенциалом. Поэтому, по мнению авторов, это самый опасный тип подтопления в пределах территории г. Казани.

Summary

N.I. Zharkova, I.A. Huzin, A.I. Shevelev, R.K. Galeev. Hydroengineering underflooding processes within the urban territory in Kazan.

As the development progresses within the urban territory in Kazan the active processes of underflooding appear because of both the malfunction in engineering water pipelines and the hydroengineering impound. In this work an underflooding forecast was elaborated on the basis of spatial distribution in ground filtration properties. The city map with different types of underflooding processes was plotted and the most dangerous areas were marked out.

Литература

1. Природные опасности России. Экзогенные геологические опасности / Под ред. В.М. Кутепова, А.И. Шеко. – М.: Изд. фирма «КРУК», 2002. – 348 с.
2. Экология города Казани (коллективная монография) / Под ред. Н.М. Мингазовой. – Казань: Изд-во «Фен», 2005. – 525 с.
3. Теоретические основы инженерной геологии. Геологические основы / Под ред. акад. Е.М. Сергеева. – М.: Недра, 1985. – 332 с.
4. *Иванов И.П., Тржцинский Ю.Б.* Инженерная геодинамика. – СПб.: Наука, 2001. – 416 с.
5. *Zharkova N.I.* Corrosive Characteristics of Soil in the Waterlogged Area of the town of Kazan, Russia // *Georesources*. – Kazan, 2005. – No 1(9). – P. 44–45.
6. *Покровский Д.С., Кузеванов К.И.* Гидрогеологические проблемы строительного освоения территории г. Томска // *Обской вестн.* – 1999. – № 1–2. – С. 96–105.

Поступила в редакцию
31.05.07

Жаркова Надежда Ивановна – кандидат геолого-минералогических наук, ассистент кафедры общей геологии и гидрогеологии Казанского государственного университета.

E-mail: kazannad@rambler.ru

Хузин Илнур Амирович – ассистент кафедры общей геологии и гидрогеологии Казанского государственного университета.

E-mail: mamadysh@rambler.ru

Шевелёв Анатолий Иванович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой общей геологии и гидрогеологии Казанского государственного университета.

E-mail: shevelev-ai@rambler.ru

Галеев Рафаил Кутдусович – главный геолог, заместитель генерального директора ОАО «КазТИСИЗ».