

ПРОГНОЗ ПОДТОПЛЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Олянский Юрий Иванович, профессор, доктор геолого-минералогических наук

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет
400074, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. Академическая, 1
E-mail: olyansk@list.ru

Перфилов Владимир Александрович, профессор, доктор технических наук

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет
400074, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. Академическая, 1
E-mail: Zav_lab@rambler.ru

Махова Светлана Ивановна, доцент, кандидат геолого-минералогических наук

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет
400074, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. Академическая, 1
E-mail: Zav_lab@rambler.ru

Кузьменко Ирина Юрьевна, аспирант

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет
400074, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. Академическая, 1
E-mail: Zav_lab@rambler.ru

Чарыкова Светлана Анатольевна, аспирант

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет
400074, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. Академическая, 1
E-mail: weta.07@list.ru

На примере территории г. Кишинева, сложенной почти повсеместно лессовыми породами различной мощности, подстилаемых сарматскими глинами, проанализированы особенности и характер обводнения лессовых толщ и подтопления территории в целом. Исследования выполнялись в связи с проводимыми инженерно-геологическими изысканиями для целей сейсмического микрорайонирования территории города, расположенной в 7 бальной сейсмической зоне. Исходным материалом послужили застроенные территории города, на которых уже активно развивалось подтопление. Были детально изучены инженерно-геологические условия отдельных застроенных микрорайонов и проанализированы закономерности обводнения лессовых толщ различной мощности, литологического состава, условий залегания и распространения в связи с рельефом и условиями дренированности территории, т.е. с тем, что называется пассивными факторами подтопления. Главным концептуальным положением, служащим основой работы, явилось следующее: активные факторы подтопления неизбежно сопутствуют строительному освоению территории, однако характер обводнения и его интенсивность определяются совокупностью действием пассивных факторов, таких как геологическое строение, геоморфология, рельеф, мощность и литологический состав лессовых пород, характер отложений, подстилающих лессовую толщу, дренированность территории, гидрогеологические условия. Полученные выводы позволили составить прогнозную карту подтопления вновь за-

страиваемых участков города, сложенных лессовыми породами. Установлено, что интенсивность и характер подтопления территории зависят от различных факторов, главным из которых являются: мощность лессовой толщи, характер подстилающих пород, расстояние до ближайшего эрозионного вреза, дренирующего территорию, глубины залегания уровня подземных вод. Получены весовые коэффициенты влияния различных природных факторов на скорость подтопления, которые и использованы для прогноза скорости подъема уровня методом вероятностных аналогий.

Ключевые слова: лессовые породы, подтопление, факторы подтопления

THE FLOODING POTENTIAL OF URBAN AREAS: KISHINEV

Olyanskiy Yuriy I.

Professor, D.Sc. in Geology and Mineralogy

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering

1 Akademicheskaya st., Volgograd, Russian Federation, 400074

E-mail: olyansk@list.ru

Perfilov Vladimir A.

Professor, D.Sc. in Technology

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering

1 Akademicheskaya st., Volgograd, Russian Federation, 400074

E-mail: Zav_lab@rambler.ru

Makhova Svetlana I.

Associate Professor, C.Sc. in Geology and Mineralogy

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering

1 Akademicheskaya st., Volgograd, Russian Federation, 400074

E-mail: Zav_lab@rambler.ru

Kuzmenko Irina Yu.

Post-graduate student

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering

1 Akademicheskaya st., Volgograd, Russian Federation, 400074

E-mail: Zav_lab@rambler.ru

Charykova Svetlana A.

Post-graduate student

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering

1 Akademicheskaya st., Volgograd, Russian Federation, 400074

E-mail: weta.07@list.ru.

The article considers the flooding potential of various urban areas, with a particular focus on Kishinev (the capital city of Moldova). The latter, it relates, is constructed on loessic (clastic, predominantly silt-sized sediment) layers and Sarmatian clays, with its territory subject to regular inundation. The critique notes that researches and engineering studies have been conducted on the residential areas of the city, which has been subject to serious deluges in the past. These documents, the paper says, have attributed the regularity of flooding to its loessic thickness and powdery nature, lithological structure, bedding and distribution conditions, and drainage capacity (all passive factors). These included Kishinev's geological structure, geomorphology and relief, as well as the lithological structure of its loessic layers. Other factors, the commentary said, comprised its loessic thickness, draining potential and hydrogeological conditions. The study maintains that the municipality's active flooding

factors have inevitably hindered the city's construction and developmental projects. Subsequently, the research paper turns its focus to different factors – including loessic thickness, draining capacity and submerged water level – that have contributed to the deluge potential of the municipality. The blueprint, in conclusion, covers the weight-coefficients that have influenced various natural factors affecting the flooding speed, with these analogies also relied on to predict the probability of flood recessions.

Keywords: loessic breeds, flooding, flooding factors

Особенностями инженерно-геологического строения территории г. Кишинева являются почти повсеместное распространение лессовых просадочных грунтов мощностью до 20–30 м, залегающих на водоупорных глинах или песках неогена различной мощностью и пересеченный рельеф, проявляющийся в наличии небольших плоских или овальной формы водоразделов с хорошо развитыми условиями поверхностного стока. Природными дренами являются многочисленные балки и овраги, способствующие с одной стороны сбору и отводу поверхностных вод с застроенных территорий, а с другой – служащие природными дренами подземных вод.

Первые сведения о подтоплении отдельных участков города относятся к концу 70-х–началу 80-х гг. прошлого столетия [5, 10]. К этому же времени приурочены многочисленные деформации зданий и сооружений, возведенных на просадочных грунтах [5, 7]. Последние напрямую были связаны с явлением подтопления участков массовой застройки лессовых территорий в черте города.

В связи с вышеизложенным в рамках проводимых инженерно-геологических исследований для целей сейсмического микрорайонирования территории города, расположенной в 7-бальной сейсмической зоне, сотрудниками АН Молдавии выполнялись работы по прогнозированию подтопления на вновь застраиваемых участках города. Исходным материалом для исследований послужили застроенные территории города, на которых уже активно развивалось потопление. Были детально изучены инженерно-геологические условия отдельных застроенных микрорайонов и проанализированы закономерности обводнения лессовых толщ различной мощности, литологического состава, условий залегания и распространения в увязке с рельефом и условиями дренированности территории, т.е. с тем, что называется пассивными факторами подтопления [7]. Главным концептуальным положением, служащим основой работы, явилось утверждение, что активные факторы неизбежно сопутствуют строительному освоению территории, однако характер обводнения и его интенсивность определяются совокупным действием пассивных факторов, таких как: геологическое строение, геоморфология, рельеф, мощность и литологический состав лессовых пород, характер отложения, подстилающих лессовую толщу, дренированность территории, гидрогеологические условия [3, 8, 11, 12].

В таблице 1 представлены результаты, характеризующие интенсивность подтопления в микрорайоне Ботаника, являющимся водоразделом шириной около 5 км между двумя крупными балками. Лессовая толща мощностью до 20–25 м подстилается здесь неогеновыми песками мощностью до 12,5 м. Выявлена следующая закономерность: интенсивность подтопления уменьшается по направлению от водораздела к склонам балок, и в области разгрузки «техногенного» водоносного горизонта составляет 0 м. Установлено соотношение между мощностью подстилающих лессовую толщу песков, расстоянием до фронта разгрузки подземных вод и скоростью подтопления. В примере из таблицы 1 эта мощность не превышает 6,0 м, вследствие чего пески не обеспечивают в достаточной степени условия дренирования территории. При увеличении их мощно-

сти до 12–15 м условия дренирования улучшаются, и скорость подтопления уменьшается. Это подтверждается следующим примером: площадка жилого дома № 18, по ул. Роз и жилого дома № 8, по пр. Мира. В первом случае скорость подтопления составила 0,05 м/год, во втором – 0,3 м/год [7, 9].

Таблица 1

**Интенсивность подтопления территории в зависимости
от расстояния до фронта разгрузки подземных вод**

Местоположение площадки	Расстояние до фронта нагрузки	Высота подъема уровня на 1980–81 гг.	Средняя скорость подъема уровня, м/год	Мощность толщи подстилающих песков, м
Пр. Мира, № 8	0,5	2,5	0,3	3,0
ул. Тимошенко, ПТУ	1,0	7,0	0,5	6,0
ул. Винницкая, № 30	2,0	0,1	0,9	3,0
Пересечение улиц Ровенской и Закарпатской	1,7	12,5	1,0	6,0
Пересечение улиц Бельского и Белградской	2,6	13,9	1,1	0,5

В таблице 2 приведены сведения о скоростях подтопления территорий в зависимости от глубины залегания уровня подземных вод.

Таблица 2

Скорость подтопления территорий г. Кишинева

Местоположение площадки	Интервалы колебания уровней и скорость подъема			
	Интервал подъема, м	Скорость, м/год	Интервал подъема, м	Скорость, м/год
Пересечение улиц Бельского и Винницкой	13,5–5,5	1,0	5,5–3,4	0,8
Пересечение улиц Чернышевского - Энгельса	16,0–15,5	0,5	15,5–14,0	0,3
Пересечение улиц Бельского и Белградской	18,5–7,0	1,6	7,0–4,6	0,5
Школа № 45 в районе Рышкановка	16,0–15,0	0,9	15,0–8,5	0,4
ул. Панфилова, № 9-а	7,2–2,4	0,4	4,0–2,7	0,2
Пересечение ул. Тимошенко и пр. Мира	9,7–8,2	1,5	8,2–5,6	0,5

Приведенные данные подтверждают выводы некоторых авторов о том, что по мере подъема уровня подземных вод, вследствие увеличивающихся испарений, транспирации и разгрузки в дренажи происходит снижение скорости подъема. Если при глубине залегания уровня более 10 м скорость его

подъема на водоразделах достигла 1,0–1,5 м, то при меньших глубинах она не превышает 0,5–0,8 м/год, понижаясь при подъеме до 0,2 м/год.

Анализ природных факторов, вызывающих подтопление территории города и обуславливающую его характер, свидетельствует, что главными из них является: мощность лессовой толщи, литологический состав подстилающих лессовую толщу отложений, мощность толщи подстилающих песков, расстояние до фронта разгрузки грунтового потока, уклон поверхности между подтапливаемой площадкой и ближайшим эрозионным врезом, дренирующим поверхностные воды [6, 14]. Для подтверждения полученных выводов и определения степени влияния этих показателей на прогнозируемый процесс все они разделены на три группы: геоморфологические, геолого-гидрогеологические и гидрогеологические.

В соответствии с первой теоремой физического подобия [13] у подобных явлений безразмерные комплексы (комбинации) величин, отражающие связи между существенными характеристиками явления, соответственно равны. Принимая условие, что подтопление различных территорий города выражает подобные явления, можно определить весовые коэффициенты участия различных показателей природных характеристик в данном процессе. Каждой группе признаков соответствует определенный инженерно-геологический критерий.

Геоморфологический критерий, отражающий геоморфологическое строение района, принимается соответствующим среднему уклону поверхности между подтапливаемой площадкой и ближайшим эрозионным врезом, дренирующим поверхностные воды.

Геолого-гидрогеологический критерий, отражающий литологическое строение зоны аэрации и длину пути фильтрации подземных вод, принимается соответствующий выражению:

$$\frac{N_l + N_n}{\ell_{\phi}}, \quad (1)$$

где: N_l – мощность лессовой толщи; N_n – мощность толщи подстилающих песков; ℓ_{ϕ} – длина пути фильтрации подземных вод до фронта разгрузки.

Гидрогеологический критерий, определяющий высоту подъема (h_n) подтопленного уровня на определенный период и расстояние до фронта разгрузки подземных вод (ℓ_{ϕ}), принимается соответствующий выражению:

$$\frac{h_n}{\ell_{\phi}}, \quad (2)$$

Результаты расчетов весовых коэффициентов приведены в таблице 3, они показывают, что все указанные факторы оказывают влияние на подтопление, однако вклад их различен. Решающее значение имеют гидрогеологические факторы, доля вклада других факторов значительно меньше. Тем не менее, для получения объективных сведений о развитии процесса все они должны учитываться в равной степени.

Таблица 3

**Весовые коэффициенты влияния различных природных факторов
на скорость подтопления территории г. Кишинева**

Средняя скорость подъема уровня подземных вод (м/год)	Природные факторы		
	Геоморфологические	Геолого- гидрогеологические	Гидрогеологические
0,0–0,2	0,001	0,003	0,996
0,2–0,4	0,271	0,580	0,149
0,4–0,6	0,004	0,133	0,863
Более 0,6	0,107	0,146	0,747
Среднее	0,096	0,216	0,688

Прогноз подтопления лессовых толщ территории г. Кишинева. Существует несколько методов прогноза, такие как: гидродинамический, математического моделирования на ЭВМ и метод инженерно-геологических аналогий.

Первые два метода, наряду с преимуществами, имеют ряд существенных недостатков, к которым следует отнести необходимость определения утечек производственно-хозяйственных вод и образование других источников обводнения, детальное изучение фильтрационных свойств пород и др. Эти работы требуют больших материальных затрат, что значительно сдерживает решение проблемы, особенно в городских условиях, когда территория застраивается зданиями и сооружениями различной ведомственной принадлежности.

В связи с вышесказанным в настоящее время для решения вопроса прогноза подтопления широко используется метод инженерно-геологических аналогий, в основу которого положены глубокие знания природных условий застраиваемых территорий и изменение их под влиянием инженерной деятельности. Особое значение имеет прогнозирование подтопления на территории г. Кишинева и республики, расположенных в 6–8-бальной сейсмической зоне.

Прогноз подтопления лессовых территорий заключается в решении трех задач:

- а) определение вида подтопления («скрытое» или «явное»);
- б) определение средней скорости подъема уровня подземных вод;
- в) определение глубины залегания подтопленного уровня.

Решающим фактором при определении вида подтопления является дренирование лессовых толщ [15]. «Скрытое» подтопление имеет место на участке с очень хорошими условиями дренирования, когда в основании лессовой толщи лежит региональный дренирующий горизонт (для территории г. Кишинева это известняки среднего сармата), либо гравийно-галечниковые породы и крупные пески, обеспечивающие хорошие условия фильтрации подземных вод областям разгрузки. Во всех остальных случаях застройка территории и неизбежное проявление активных факторов вызывает «явное подтопление» – подъем уровня подземных вод, скорость и высота которого обусловлены геолого-геоморфологическими и гидрогеологическими условиями.

Определение возможной средней скорости подъема уровня подземных вод может производиться с использованием вероятностно-математического метода, в основе которого лежит теорема Байеса формулирующая следующим образом: пусть $A_1, A_2 \dots A_J$ – попарно несовместимые события, хотя бы одно из которых обязательно наступает, – некоторые события. Тогда

вероятность реализации события A_J при условии, что наступит событие B_i , выражается формулой:

$$P(A_J / B_i) = \frac{P(A_J) \prod_{i=1}^n P(B_i / A_J)}{\sum_{J=1}^m P(A_J) \prod_{i=1}^n P(B_i / A_J)} \quad (3)$$

где: $P(A_J / B_i)$ – условная вероятность события A_J при фактическом наступлении события B_i ; $P(B_i / A_J)$ – вероятность реализации события B_i при данном A_J ; $P(A_J)$ – априорная вероятность наступления события A_J .

В качестве прогнозных признаков используются следующие: мощность лессовой толщи и подстилающих песков, средний уклон поверхности между площадкой прогнозируемого подтопления и областью дренирования поверхности вод, расстояние до области разгрузки грунтового потока.

По интенсивности возможного подтопления участки делятся на 4 вида:

а) слабоподтопляемые – средняя скорость подъема уровня подземных вод 0–0,3 м/год; б) среднеподтопляемые – 0,3–0,6 м/год; в) сильноподтопляемые – 0,6–0,9 м/год; г) очень сильно подтопляемые > 0,9 м/год. Эмпирические оценки вероятностей факторов для участков различной степени подтопления приведены в таблице 4.

Таблица 4

Эмпирические оценки вероятностей прогнозных факторов

Прогнозные факторы	Степень подтопления			
	слабо подтопляемые	средне подтопляемые	сильно подтопляемые	очень сильно подтопляемые
Уклоны поверхности				
0–0,03			0	0
0,03–0,06	0,068	0,034	0,034	0,103
0,06–0,09	0,173	0,208	0,034	0,139
более 0,09	0,035	0,070		
Расстояние до области разгрузки подземных вод (км)				
0–0,5	0,312	0,172	0	0
0,5–1,0	0,034	0,070	0,068	0
1,0–1,5	0	0,069	0,034	0,173
более 1,5	0	0	0	0,068
Мощность лессовой толщи (м)				
0–5	0,034	0,034	0	0
5–10	0,103	0,069	0	0,069
10–15	0,174	0,070	0,069	0,069
15–20	0,034	0,069	0	0,108
более 20	0	0,069	0	0,069
Литологический состав подстилающих пород глина				
песок мощностью (м)				

0–5	0,069	0,103	0,172	0,138
5–10	0,034	0,107	0	0,034
10–15	0,108	0,034	0	0
	0,312	0,172	0	0

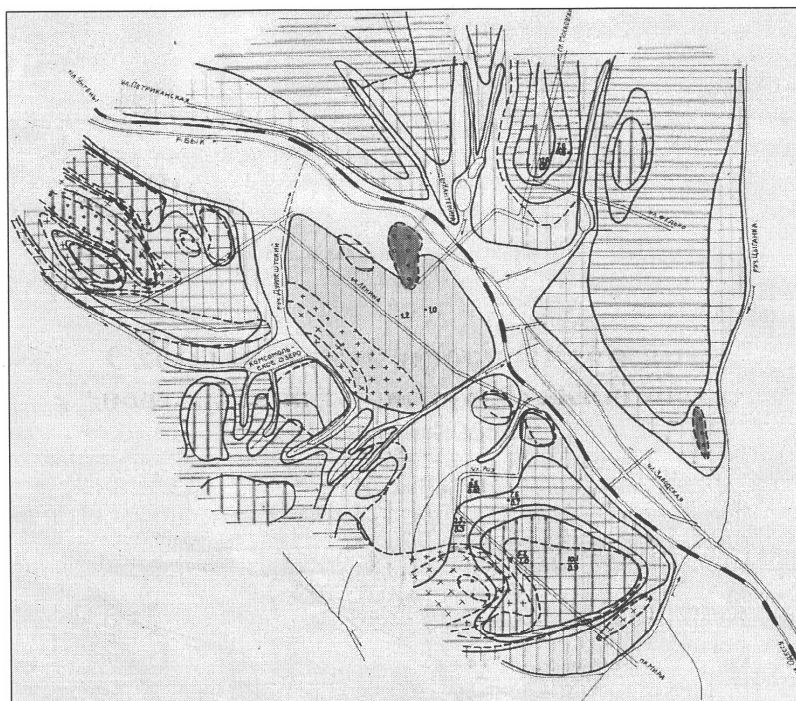


Рис. Схематическая карта подтопления территории г. Кишинева

Указанная методика прогнозирования использована для составления «Схематической прогнозной карты подтопления территории г. Кишинева» в масштабе 1:25000 (рис. 1).

Основанными на глубоком и всестороннем изучении характера развития процесса на территории города являются:

– участки, в пределах которых в зоне аэрации распространены только лессовые породы или лессовые толщи подстилаются пылеватым песком мощностью не менее 6–8 м, подтопление центральной части территории осуществляется до глубины 1–2 м, в области же разгрузки грунтового потока глубина залегания подтопленного уровня находится в соответствии с отметкой в области дренирования;

– участки, в пределах которых лессовые породы подстилаются мелкими и пылеватыми песками мощностью более 15 м, глубина подтопленного уровня не превышает отметки кровли песков;

– участки с мощностью толщ подстилающих песков 8–15 м глубина установившегося уровня находится в зависимости от геоморфологических условий и близости области разгрузки грунтового потока и, как правило, превышает глубину 3–4 м.

Список литературы

1. Гончаров В. С. К вопросу прочности грунтов лессовых оснований в связи с явлениями подтопления зданий и сооружений, строящихся на просадочных грунтах / В. С. Гончаров. – Кишинев, 1981. – С. 12–14.
2. Господинов Д. Г. Процесс подтопления городской застройки грунтовыми водами и его неблагоприятные последствия / Д. Г. Господинов, Е. С. Дзецкер // Проектирование и строительство зданий и сооружений на лессовых просадочных грунтах : тезисы докладов к республиканской науч.-практ. конф. – Барнаул, 1980. – С. 90–98.
3. Котлов Ф. В. Антропогенные геологические процессы и явления на территории города / Ф. В. Котлов. – Москва : Наука, 1977. – 171 с.
4. Крутов В. И. Влияние подъема уровня грунтовых вод на просадку городских территорий / В. И. Крутов // Инженерно-геологические проблемы строительства : мат-лы науч.-техн. совещания в Баку. – Москва : МГУ, 1971. – С. 105–106.
5. Крутов В. И. Особенности развития просадок лессовых грунтов при подъеме уровня грунтовых вод / В. И. Крутов // Труды межвузовской конференции по строительству на лессовых грунтах : тезисы докладов. – Москва : МГУ, 1973. – С. 59–60.
6. Меркулова К. А. Изменение гидрогеологических условий Ростова-на-Дону под влиянием хозяйственной деятельности человека / К. А. Меркулова // Вопросы исследования лессовых грунтов, оснований и фундаментов : межвуз. сб. – Ростов-на-Дону : РГУ, 1978. – С. 51–56.
7. Олянский Ю. И. Влияние пассивных факторов подтопления на подъем уровня грунтовых вод на территории г. Кишинева / Ю. И. Олянский, В. С. Гончаров. – 1983. – № 6.
8. Олянский Ю. И. Техногенное изменение влажности в лессовых грунтах города Кишинева / Ю. И. Олянский, В. С. Гончаров // Подготовка оснований зданий и сооружений, строящихся на просадочных грунтах : тезисы докладов республиканского совещания. – Кишинев, 1982. – С. 26–28.
9. Олянский Ю. И. К вопросу обновления лессовых грунтов территории между речью Прут-Днестр / Ю. И. Олянский // Вопросы исследования лессовых грунтов и методов возведения фундаментов на них. – Ростов-на-Дону : РИ-СИ, 1985. – С. 86–93.
10. Орлов С. С. Основные причины затопления территории Кишинева и способы борьбы с ним / С. С. Орлов // Физико-географические особенности Молдавии. – Кишинев : Штиинца, 1982. – С. 65–70.
11. Резник Я. М. Анализ причин повышения уровня грунтовых вод на территории нового жилого района Одессы / Я. М. Резник // Закрепление и уплотнение грунтов в строительстве : мат-лы УШ Всесоюз. совещ. – Киев : Будивельник, 1974. – С. 74–75.
12. Рекомендации по прогнозам подтопления промышленных площадок грунтовыми водами. – Москва : ВНИИ ВОДГЕО, 1976. – 325 с.

13. Розовский Л. Б. Инженерно-геологические прогнозы и моделирование / Л. Б. Розовский, И. П. Зелинский. – Одесса, 1975. – 115 с.
14. Сафарян А. И. Деформация Зданий и сооружений на территории г. Тбилиси / А. И. Сафарян // Сборник трудов совещания по строительству на лессовых грунтах. – Днепропетровск. – Киев, 1960. – С. 81–84.
15. Шпильберг Ю. И. О формировании верховодки в лессовых породах при орошении / Ю. И. Шпильберг // Проблемы инженерной геологии Северного Кавказа. – Ставрополь, 1969. – Вып. 2. – С. 125–128.

References

1. Goncharov V. S. K voprosu prochnosti gruntov lessovykh osnovaniy v svyazi s yavleniyami podtopleniya zdaniy i sooruzheniy, stroyashchikhsya na prosadochnykh gruntakh [On the strength of loess soils grounds in connection with the phenomena of flooding of buildings and structures built on soil pro-Trap]. Kishinev, 1981, pp.12–14.
2. Gospodinov D. G., Dzetsker Ye. S. Protsess podtopleniya gorodskoy zastroyki gruntovymi vodami i ego neblagopriyatnye posledstviya [The process of flooding of urban groundwater and its adverse effects]. *Proektirovanie i stroitelstvo zdaniy i sooruzheniy na lessovykh prosadochnykh gruntakh* [Design and construction of buildings and structures on the loess soil subsidence], Barnaul, 1980, pp. 90–98.
3. Kotlov F. V. Antropogennye geologicheskie protsessy i yavleniya na territorii goroda [Anthropogenic geological processes and phenomena in the territory of the city]. Moscow, Nauka, 1977, 171 p.
4. Krutov V. I. Vliyanie podema urovnya gruntovykh vod na prosadku gorodskikh territoriy [Effect of raising the level of groundwater drawdown urban]. *Inzhenerno-geologicheskie problemy stroitelstva* [Geotechnical problems of construction], Moscow, MSU, 1971, pp. 105–106.
5. Krutov V. I. Osobennosti razvitiya prosadok lessovykh gruntov pri podeme urovnya gruntovykh vod [Features of the development of subsidence of loess soils at the rise of the water table]. Moscow, MSU, 1973, pp. 59–60.
6. Merkulova K. A. Izmenenie gidrogeologicheskikh usloviy Rostova-na-Donu pod vliyaniem khozyaystvennoy deyatel'nosti cheloveka [Changing the hydrogeological conditions of Rostov-on-Don, under the influence of human activities]. *Voprosy issledovaniya lessovykh gruntov, osnovaniy i fundamentov* [Research questions loess soils of the foundations], Rostov on Don, RSU, 1978, pp. 51–56.
7. Olyanskiy Yu. I., Goncharov V. S. Vliyanie passivnykh faktorov podtopleniya na podem urovnya gruntovykh vod na territorii g. Kishineva [Influence of passive factors of flooding on the rise of the water table in the city of Kishineva]. 1983, no. 6.
8. Olyanskiy Yu. I., Goncharov V. S. Tekhnogennoe izmenenie vlazhnosti v lessovykh gruntakh goroda Kishineva [Man-made changes in humidity in the loess soils of Kishineva]. *Podgotovka osnovaniy zdaniy i sooruzheniy, stroya-shchikhsya na prosadochnykh gruntakh* [Prepare the grounds of buildings, built on subsiding ground], Kishinev, 1982, pp. 26–28.
9. Olyanskiy Yu. I. K voprosu obnovleniya lessovykh gruntov territorii mezhdurechya Prut-Dnestr [On updates loess soils, the area between the Prut-Dniester rechya]. *Voprosy issledovaniya lessovykh gruntov i metodov vozvedeniya fundamentov na nikh* [research questions loess soils and foundation construction methods on them], Rostov on Don, RI-SI, 1985, pp. 86–93.
10. Orlov S. S. Osnovnye prichiny zatopleniya territorii Kishineva i sposoby borby s nim [The main causes of flooding in Kishineva and how to deal with it]. *Fiziko-geograficheskie osobennosti Moldavii* [Physical and geographical features of Moldova], Kishinev, Shtiintsa, 1982, pp. 65–70.
11. Reznik Ya. M. Analiz prichin povysheniya urovnya gruntovykh vod na territorii novogo zhilogo rayona Odessy [Analysis of the reasons for the increase of the water table in the new residential area of Odessa]. *Zakreplenie i uplotnenie gruntov v stroitelstve* [Reinforcement and soil compaction in construction], Kiev, Budivelnik, 1974, pp. 74–75.

12. Rekomendatsii po prognozam podtopleniya promyshlennykh ploschchadok gruntovymi vodami [Recommendations projected flooding of industrial areas with groundwater]. Moscow, 1976, 325 p.
13. Rozovskiy L. B., Zelinskiy I. P. Inzhenerno-geologicheskie prognozy i modelirovanie [Engineering geological predictions and simulation]. Odessa, 1975, 115 p.
14. Safaryan A. I. Deformatsiya Zdaniy i sooruzheniy na territorii g. Tbilisi [Deformations of buildings and structures on the territory of Tbilisi]. Kiev, 1960, pp. 81–84.
15. Shpilberg Yu. I. O formirovanii verkhovodki v lessovykh porodakh pri oroshenii [On the formation of perched in loess rocks in irrigated sheni]. *Problemy inzhenernoy geologii Severnogo Kavkaza* [Problems of Engineering Geology of the North Caucasus], Stavropol, 1969, issue 2, pp. 125–128.

СОВРЕМЕННЫЙ ГОРОД: ТЕХНОГЕННЫЕ УГРОЗЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ – ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

Татаринцев Сергей Александрович, аспирант

Астраханский государственный университет
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а
E-mail: abarmin60@mail.ru

Бармин Александр Николаевич, профессор, доктор географических наук

Астраханский государственный университет
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а
E-mail: abarmin60@mail.ru

Колчин Евгений Александрович, доцент, кандидат географических наук

Астраханский государственный университет
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а
E-mail: eakol4in@rambler.ru

Шуваева Ольга Олеговна, магистрант

Астраханский государственный университет
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а
E-mail: abarmin60@mail.ru

Процесс жизнедеятельности человека содержит множество различных опасностей, которые могут представлять угрозу человеку или окружающей среде. Особенно остро это ощутилось с появлением таких отраслей промышленности, как нефтегазовая, химическая, металлургическая и энергетическая. Опасность указанных производств заключается не столько в их оборудовании, сколько в веществах, применяемых в производственной технологии. Такие вещества могут вызывать пожары, взрывы, токсичные загрязнения и даже иногда представляют радиационную опасность. К сожалению, количество аварий во всех сферах производственной деятельности неуклонно растет. Это происходит в связи с широким использованием новых технологий и материалов, нетрадиционных источников энергии, массовым применением опасных веществ в промышленности и сельском хозяйстве. Современные сложные производства проектируются с высокой степенью надежности. Однако чем больше производственных объектов, тем больше вероятность ежегодной аварии на одном из них. Абсолютной безаварийности не существует. Постоянно развивающийся научно-технический прогресс с одной стороны приносит положительные результаты (повышаются прочности материалов, усиливается безопас-