

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
Національний університет цивільного захисту України

О. М. Серікова, О. О. Стрельнікова, В. Ю. Колосков

**ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЗАБУДОВАНИХ
ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ, СХИЛЬНИХ ДО ПІДТОПЛЕННЯ**

Харків НУЦЗ України 2020

УДК 504.43
ББК 26.358
С 32

Колектив авторів:
О. М. Серікова, О. О. Стрельнікова, В. Ю. Колосков

Рецензенти:
д-р техн. наук, проф. Н. В. Внукова,
д-р техн. наук, проф. В. О. Юрченко

Затверджено на засіданні вченої ради НУЦЗ України
як монографію (протокол № 2 від 29 жовтня 2020 року)

Серікова О. М.

С 32 Підвищення рівня екологічної безпеки забудованих територій України, схильних до підтоплення [Текст] : монографія / О. М. Серікова, О. О. Стрельнікова, В. Ю. Колосков – Х.: ФОП Бровін О.В., 2020. – 142 с. ISBN 978-617-7912-63-6

У роботі проведено кількісне визначення впливу різних чинників на величину додаткового живлення у межах селітебних і промислових міських територій. Досліджено та встановлено, що втрати з водних комунікацій є ключовим чинником додаткового живлення, яке призводить до підтоплення міст. Вперше визначені крайові умови математичної моделі зміни рівня ґрунтових вод, що враховують вплив штучних покриттів поверхні ґрунту і евапотранспірацію для вдосконалення прогнозів та управління рівнем ґрунтових вод забудованих територій. Зроблено прогноз максимально високого рівня ґрунтових вод в умовах природно-техногенних геосистем великих міст на прикладі м. Харків. Для підвищення рівня екологічної безпеки міст України, обґрунтовано заходи оптимізації водного балансу ґрунтових вод шляхом регулювання основних режимоутворюючих факторів. Науково обґрунтовано та експериментально встановлено період з найменшим проявом природних факторів для виявлення величини техногенного додаткового живлення ґрунтових вод.

Удосконалено теоретико-методологічні основи управління рівнем ґрунтових вод, які включають типову схему функцій органів управління та завдань попередження і ліквідації наслідків підтоплення, алгоритм дій у ході моніторингу за рівнем ґрунтових вод на підтоплених і потенційно підтоплених територіях та Проект комплексу заходів з попередження розвитку підтоплення міської території великих міст України з урахуванням європейського досвіду.

Для наукових та інженерно-технічних працівників, а також аспірантів, студентів і курсантів, які навчаються за спеціальностями «Технології захисту навколишнього середовища», «Екологія», «Екологічна безпека» та «Цивільний захист».

Іл. 56. Табл. 6. Бібліогр. : 113 назв.

УДК 504.43
ББК 26.358

© Колектив авторів, 2020
© Національний університет цивільного захисту
України, 2020

ISBN 978-617-7912-63-6

STATE EMERGENCY SERVICE of UKRAINE
National University of Civil Defence of Ukraine

O. M. Sierikova, O. O. Strelnikova, V. Yu. Koloskov

THE ENVIRONMENTAL SAFETY LEVEL INCREASING OF BUILT-UP
TERRITORIES OF UKRAINE PRONE TO FLOODING

Kharkiv 2020

UDC 504.43
BBC 26.358

Team of authors:

O. M. Sierikova, O. O. Strelnikova, V. Yu. Koloskov

Reviewers:

Dr. Sci. (Tech.), Professor N. V. Vnukova,

Dr. Sci. (Tech.), Professor V. O. Yurchenko

Approved at session of the NUCDU Academic Council
as monograph (protocol No. 2 on October 29th, 2020)

Sierikova, O. M., Strelnikova, O. O., Koloskov, V. Yu.

(2020). The environmental safety level increasing of built-up territories of Ukraine prone to flooding: Monograph [Pidvyschennia rivnia ekolohichnoi bezpeky zabudovanykh terytorii Ukrainy, skhylnykh do pidtoplennia: Monografija], Publ. NUCZU, Kharkiv, Ukraine, 142 p. [in Ukrainian].

ISBN 978-617-7912-63-6

The quantitative determination of the various factors influence on the additional groundwater replenishment value within the residential and industrial urban territories has been provided in the monograph. It has been treated and found that losses from water communications are the key factor of additional groundwater replenishment leads to urban flooding.

For the first time, the boundary conditions of the groundwater level changing mathematical model have been developed. Mathematical model takes into account artificial coverings on the soil surface and groundwater discharge processes due to evapotranspiration to improve predictions and management of groundwater level on the built-up areas. The forecast of maximum groundwater level rise variant in natural and technogenic geosystems conditions of large cities has been developed on the Kharkiv city example. Measures to optimize the water balance of the groundwater by taking into account the technogenic factors affecting groundwater have been proposed. Scientifically has been grounded and experimentally established a period with the smallest natural factors manifestation for the value detection of technogenic additional groundwater replenishment.

The theoretical and methodological foundations of groundwater level management have been improved. They include typical scheme of the management functions and tasks for preventing and mitigating the flooding consequences, the actions algorithm during groundwater levels monitoring in flooded and potentially flooded areas, and the Project of measures set to prevent the flooding of urban areas in large cities of Ukraine on the basis of European experience.

For scientists, engineers and technical employees, same as for graduate and post graduate students and cadets who are studying in specialties “Environmental Protection Technologies”, “Ecology”, “Ecological safety” and “Civil Defence”.

Illustrations 56. Tables 6. Bibliography. :113 items.

UDC 504.43
BBC 26.358

©Team of authors, 2020

©National University of Civil

Defence of Ukraine, 2020

ISBN 978-617-7912-63-6

ПЕРЕДМОВА

Підтоплення призводить до руйнування матеріалів підземних комунікацій, забруднення усього підземного простору міст, зокрема верхніх горизонтів підземних вод, виникнення болотистих ділянок і затоплення підземних приміщень у житлових будинках. Такі процеси провокують розвиток цілого ряду екологічно небезпечних біологічних та фізико-хімічних явищ: активного розмноження кровососних комах, появи аскоміцетів, утворення отруйних випарів у повітрі, що шкідливо позначається на здоров'ї населення і спричиняє значні матеріальні збитки. Забезпечення екологічної безпеки територій, що зазнають підтоплення, шляхом попередження розвитку та ліквідації негативних наслідків цього процесу, є важливим завданням підтримання сталого розвитку міст. Для значної кількості міст України характерне систематичне підвищення середнього рівня ґрунтових вод (РГВ) на забудованих територіях та розширення ділянок підтоплення. У 2017 році площа підтоплення становила 89,062 тис. км² (8,9 млн га), а кількість підтоплених населених пунктів складала 4747. Цей список починають великі міста України.

На теперішній час залишаються актуальними завдання комплексної оцінки техногенного впливу великих міст на РГВ та прогнозування його зміни, враховуючи натурні дослідження та розроблення математичних моделей для підвищення рівня екологічної безпеки урбанізованих територій, що зазнають підтоплення.

Монографія буде корисною науковцям та інженерно-технічним працівникам, аспірантам, ад'юнктам, студентам, курсантам і слухачам, які навчаються за спеціальностями «Технології захисту навколишнього середовища», «Екологія», «Екологічна безпека» та «Цивільний захист».

ЗМІСТ

	Стор.
СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	9
ВСТУП	12
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНИЙ СТАН ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ, ЩО ЗАЗНАЮТЬ ПІДТОПЛЕННЯ	16
1.1 Тенденції розвитку підтоплення у регіонах світу та України.....	16
1.2 Аналіз даних науково-технічної літератури щодо екологічної безпеки територій, які підтоплюються	22
1.3 Чинники та фактори підтоплення міських територій.....	23
1.4 Аналіз методів моделювання при вирішенні гідрогеологічних завдань екологічного напрямку	28
1.5 Аналіз наслідків підтоплення міських територій	29
1.5.1 Екологічні наслідки підтоплення міських територій	29
1.5.2 Соціально-економічні наслідки підтоплення	30
1.6 Боротьба з підтопленням в Україні і в світі	31
1.6.1 Аналіз Європейського досвіду боротьби з підтопленням.....	31
1.6.2 Аналіз досвіду України в боротьбі з підтопленням.....	33
1.6.3 Роль інженерних заходів в боротьбі з підтопленням на урбанізованих територіях	37
1.7 Аналіз існуючих рішень та проблем щодо боротьби з підтопленням	38
Висновки до першого розділу.....	42

РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ТА ОПИС МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	43
2.1 Характеристика об'єкта дослідження	43
2.2 Методика дослідження впливу техногенних чинників на величину додаткового живлення ґрунтових вод міських територій ...	47
2.3 Методика оптимізації статей водного балансу ґрунтових вод.....	50
2.4 Методи математичного моделювання зміни рівня ґрунтових вод забудованих територій	53
2.4.1 Диференціальні рівняння фільтрації	53
Висновки до другого розділу	61
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН РІВНЯ ҐРУНТОВИХ ВОД ЗАБУДОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ НА ПРИКЛАДІ М. ХАРКІВ ТА ЇХ ЕКОЛОГІЧНО ЗНАЧИМІ НАСЛІДКИ	62
3.1 Дослідження зміни рівня ґрунтових вод в точці А	62
3.2 Дослідження зміни рівня ґрунтових вод в точці Б	69
3.3 Дослідження зміни рівня ґрунтових вод в точці В	77
Висновки до третього розділу	87
РОЗДІЛ 4 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ РІВНЯ ҐРУНТОВИХ ВОД ПІД ВПЛИВОМ ТЕХНОГЕННИХ ФАКТОРІВ	88
4.1 Математичне моделювання зміни рівня ґрунтових вод під впливом додаткового живлення	88
4.2 Розв'язання крайової задачі щодо зміни рівня ґрунтових вод з урахуванням провідних режимоутворюючих факторів, за відсутності евапотранспірації	93
4.3 Розв'язання крайової задачі щодо зміни рівня ґрунтових вод з урахуванням евапотранспірації	97
4.4 Аналіз результатів числового розрахунку	100
4.5 Оцінка адекватності математичної моделі фактичним даним досліджень зміни РГВ	106
Висновки до четвертого розділу	107

РОЗДІЛ 5 ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПІДТОПЛЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЗАБУДОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ВЕЛИКИХ МІСТ.....	109
5.1 Система попередження підтоплення забудованої території на прикладі м. Харків	109
5.2 Проект комплексу заходів, щодо запобігання підтопленню та екологічно небезпечним явищам	112
5.3 Рекомендації щодо попередження підтоплення та підвищення рівня екологічної безпеки забудованих територій великих міст.....	113
Висновки до п'ятого розділу	118
Висновки	119
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	120
ДОДАТКИ	133

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Скорочення:

РГВ	– рівень ґрунтових вод
ДБН	– державні будівельні норми
ЕГП	– екзогенні геологічні процеси
СПАР	– синтетичні поверхнево-активні речовини
ГДК	– гранично-допустима концентрація

Умовні позначення:

V_x, V_y, V_z	– компоненти вектору швидкості фільтрації відповідно декартових осей координат Ox, Oy, Oz , де Oz — вертикальна вісь;
t	– час, с;
a	– коефіцієнт пьезопроводності або рівнепроводності залежно від типу фільтраційного потоку;
x, y, z	– декартові координати, причому z по вертикалі;
r	– горизонтальна циліндрична координата;
h_i	– фільтраційний напір у i -тому шарі, м;
γ_i	– коефіцієнт анізотропії для i -того шару;
k_{zi}	– коефіцієнт фільтрації у вертикальному напрямку для i -того шару, м/доб;
k_{xi}, k_{ri}	– коефіцієнти фільтрації в горизонтальному напрямку для i -того шару, м/доб;

η	– узагальнена координата;
μ_1	– коефіцієнт водовіддачі або нестачі насичення верхнього шару відповідно при зниженні або підвищенні РГВ;
ω	– інфільтраційне живлення водоносного пласта (додаткове живлення), залежне від координати η , м/рік;
H	– глибина завіси, м;
K_ϕ	– коефіцієнт фільтрації, м/доб;
Q	– витрата води, м ³ /с;
L	– довжина завіси, м;
ω_0	– додаткове живлення ґрунтових вод, м/рік;
$l_2 - l_1$	– відстань, на якій відбувається зміна РГВ під впливом додаткового живлення, м;
z	– відстань від початкової горизонтальної площини до вільної поверхні, м;
h_{cp}	– середній рівень ґрунтових вод, м;
f_1	– додаткове живлення ґрунтових вод, м/добу;
s_1	– кількість опадів, яка інфільтрується в ґрунтові води, м/добу;
g_1	– інтенсивність транспірації, кг/м ² ·добу;
d_1	– інтенсивність випаровування, кг/м ² ·добу;
k_1	– водовідбір з ґрунтових вод, м/добу;
Δh_0	– зміна рівня ґрунтових вод, м;
e_1	– евапотранспірація, м/добу;

- τ – відносна мінливість потенційної транспірації;
- y_{50} – параметр, що характеризує висоту капілярного всмоктування води;
- y – глибина, де відбувається всмоктуючий тиск вологи, м;
- $H_2, H_3,$ – напори на стінках завіси, м;
- $H_1, H_4.$ – напори зони дренажу, м;
- L_2 – довжина завіси, м;
- L_1, L_3 – зона впливу дренажу, м;
- K_z – коефіцієнт фільтрації завіси, м/доб;
- K – коефіцієнт фільтрації зони дренажу, м/доб.

ВСТУП

Аналіз наукових досліджень показав, що у великих містах України насамперед відсутня необхідна моніторингова система контролю за режимом ґрунтових вод, спричинена економічними труднощами, тому оцінка та прогнозування розвитку процесу підтоплення останніх років на цих територіях значно ускладнюється. Методи та методика прогнозу підтоплення міських територій потребують розробки моделей, що враховують такі комплексні техногенні фактори, як: штучні покриття, які зменшують транспірацію через рослини, випаровування з ґрунтових вод та зміну водного балансу підземних вод під впливом додаткового живлення і водовідбору з ґрунтових вод. Таким чином, дослідження процесів та чинників зміни РГВ під час прогнозування максимального їх підняття, що дозволить кількісно оцінити ризик підтоплення, є актуальною науково-прикладною задачею у розрізі екологічної безпеки великих міст.

Мета роботи полягає у підвищенні рівня екологічної безпеки урбанізованих територій, що зазнають підтоплення ґрунтовими водами.

Для досягнення зазначеної мети поставлено та вирішено такі завдання:

- оцінити величину додаткового живлення в ґрунтові води природно-техногенної геосистеми великого міста;
- дослідити фактичну зміну РГВ у великому місті за багаторічний період;
- розробити математичну модель зміни рівня ґрунтових вод в прямій та зворотній задачі, що враховує вплив штучних покриттів поверхні ґрунту і евапотранспірацію;
- спрогнозувати максимально високі РГВ для забудованих територій за допомогою розробленої моделі;
- науково обґрунтувати методологію управління РГВ та попередження підтоплення для підвищення рівня екологічної безпеки забудованих територій.

Об'єкт дослідження – зміни рівнів ґрунтових вод природно-техногенних геосистем великих міст (на прикладі м. Харків).

Предмет дослідження – комплекс заходів підвищення рівня екологічної безпеки забудованих територій, що зазнають підтоплення, спрямований на управління рівнем ґрунтових вод і боротьбу з підтопленням.

Методи дослідження. Дослідження проводились з використанням методів системного аналізу – для створення алгоритму моніторингу, завдань управління та прийняття рішень щодо попередження підтоплення, математичних методів (аналітичне розв'язання диференціальних рівнянь фільтрації із залученням комп'ютерної програми Maple) – для створення моделі зміни РГВ, методів еколого-економічної оцінки та порівняльного аналізу – для визначення вагомих факторів впливу на РГВ та впливу РГВ на довкілля, балансового методу – для оцінки змін РГВ, інструментальних методів (вимірювання РГВ в спеціально обладнаних і пристосованих для цього свердловинах проводились за допомогою рівнеміра ГРУ-100).

Наукова новизна одержаних результатів:

– вперше визначені крайові умови, що враховують вплив штучних покриттів поверхні ґрунту і евапотранспірацію, для розробленої математичної моделі зміни рівня ґрунтових вод, яка дозволяє вдосконалювати прогнози й управління рівнем ґрунтових вод забудованих територій;

– удосконалено теоретико-методологічні основи управління РГВ в проекті комплексних заходів з попередження розвитку підтоплення міських територій, шляхом запровадження алгоритму моніторингу РГВ, що враховує потенційні загрози підтоплення територій;

– набули подальшого розвитку методи оцінки максимальних РГВ врахуванням впливу додаткового живлення підземних вод, що дозволяють об'єктивно оцінити зміну рівнів та розвитку підтоплення шляхом моделювання зміни РГВ, які можуть бути основою для розроблення заходів боротьби з цим явищем.

Практичне значення одержаних результатів. На основі одержаних фактичних даних про РГВ в м. Харків з 2004 по 2017 рр. створено базу для прогнозу розвитку підтоплення в місті, розроблено рекомендації щодо впровадження практичних заходів з оптимізації статей водного балансу ґрунтових вод та напрямків використання дренажних вод, розроблено алгоритм дій у ході проведення моніторингу за РГВ на підтоплених і потенційно підтоплених територіях та Проект комплексу заходів з попередження розвитку підтоплення міської території великих міст з урахуванням європейського досвіду, що підвищить рівень екологічної безпеки урбанізованих територій, які зазнають підтоплення ґрунтовими водами.

Апробація результатів роботи. Основні результати роботи доповідалися на міжнародних конференціях і наукових семінарах: II International Water Forum Aqua Ukraine (м. Київ, 2004); VI International Youth Environmental Forum «Ecobaltica'2006» (St. Petersburg, 2006); 12th International Student Conference «Economics for Ecology» (Sumy, 2006); 6th International Conference on Technologies for Waste and Wastewater Treatment. Eco-Tech 2007 (Kalmar, Sweden, 2007); International Youth Science Environmental Forum «Ecobaltica'2008» (St. Petersburg, 2008); 2-й Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції «Сталий розвиток міст» (м. Харків, 2009); International Conference on Natural Sciences and Technologies. Linnaeus Eco-Tech'10 (Kalmar, Sweden, 2010); XIX Міжнародній науковій конференції «Економіка для екології» (м. Суми, 2013); VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих фахівців, аспірантів і студентів «Математичне та комп'ютерне моделювання природно-наукових і соціальних проблем» (м. Пенза, 2013); X Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні наукові конвенції – 2014» (Praha, 2014); XXI Міжнародній науковій конференції «Економіка для екології» (м. Суми, 2015); XIII Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми екологічної безпеки» (м. Кременчук, 2015); XV науково-практичної конференції «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення»(м. Харків, УКРНДІЕП, 2019); XVI Міжнародній науково-

практичній конференції «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» (м. Харків, 14-18 вересня 2020 р.); Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту» (м. Харків, НУЦЗ України, 15-16 квітня 2020 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Комп'ютерне моделювання у наукоємних технологіях (КМНТ–2020)» (м. Харків, 22-24 квітня 2020 р.).

За результатами дослідження опубліковано 23 наукові праці, зокрема 11 статей, з яких 7 статей – у наукових фахових виданнях із переліку наукових фахових видань України, а з них 3 статті індексуються міжнародними наукометричними базами даних, 14 тез доповідей у матеріалах конференцій.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи, розв'язані важливі науково-практичні завдання прогнозування підтоплення міських територій і розробки заходів з контролю стану рівнів ґрунтових вод та попередження підтоплення, що дозволяє підвищити рівень екологічної безпеки у великих містах України. У процесі виконання досліджень, були отримані наступні наукові і прикладні результати:

1. Доведено, що при відсутності дренажів у великому місті в умовах значного додаткового живлення і наявності непроникних покриттів рівні ґрунтових вод зростають і суттєвим чинником їх стабілізації на підвищених позначках є евапотранспірація, зміну якої з глибиною необхідно враховувати при прогнозах змін рівнів ґрунтових вод.

2. Досліджено зміну РГВ у великому місті за період з 2004 по 2017 рр. на прикладі м. Харків, що дозволило отримати дані для створення адекватної математичної моделі цього процесу. Результати дослідження показали, що РГВ є практично незмінними на досліджуваних територіях завдяки евапотранспірації, що компенсує підвищення РГВ на незабудованих ділянках території великого міста.

3. Розроблено математичну модель зміни РГВ, з уперше визначеними крайовими умовами, що враховує вплив штучних покриттів поверхні ґрунту і евапотранспірацію.

4. Зроблений прогноз максимально високих РГВ для м. Харківна створеній моделі у великому місті на прикладі м. Харків запропонований, як підґрунтя для прийняття управлінських рішень щодо попередження і ліквідації підтоплення.

5. Удосконалено теоретико-методологічні основи управління РГВ, які відображені в проекті комплексних заходів з попередження розвитку підтоплення міських територій, що включають типову схему взаємодії органів управління та завдань попередження і ліквідації наслідків підтоплення, алгоритм дій у ході проведення моніторингу за РГВ на підтоплених і потенційно підтоплених територіях та Проект комплексу заходів з попередження розвитку підтоплення міської території великих міст України з урахуванням європейського досвіду.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стрижельчик Г. Г. Концептуальные вопросы борьбы с подтоплением городских территорий. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2003. № 6. С. 24–27.
2. Барщевський М. Є., Гриневецький В. Т., Сорокіна Л. Ю. Підтоплення земель в Україні: проблема та шляхи її подолання. *Укр. геогр. журн.* 2003. № 2. С. 3–8.
3. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП. Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України». 2012. 105 с.
4. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19 червня 1996 р. № 173. 72 с.
5. Wilkinson W. B. Proceedings of the Institute of Civil Engineers., Part I Rising groundwater levels and geotechnical consequences. Informal discussion, Ground Engineering Group and Water Engineering Group. 1984. №76. P. 791–793.
6. Management of the London Basin Chalk Aquifer. Status Report 2015 of Environment Agency. 58 p.
7. Environment Agency, Management of the London Basin Chalk Aquifer. Status Report 2018 of Environment Agency. 38 p.
8. Wilkinson B. Rising groundwater levels in London and possible effects on engineering structures. *Hydrogeology in the Service of Man, Mémoires of the 18th Congress of the International Association of Hydrogeologists*, Cambridge, 1985. P. 145–157.
9. Bob M., Rahman N., Elamin A., Taher S. Rising Groundwater Levels Problem in Urban Areas: A Case Study from the Central Area of Madinah City. Saudi

Arabia. Arabian Journal for Science and Engineering. 2016. Volume 41, Issue 4, p. 1461–1472.

10. Абрамов И. Б., Чомко Ф. В., Кошуба А. И., Чомко Д. Ф., Куденко О. Д., Козлова О. Д. Значение геологического строения зоны активного водообмена при экологической оценке воздействия техногенных фильтрационных потерь на подземные воды городских территорий (на примере г. Харькова). Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. 2009. №864. С. 6–21.

11. Абрамов І. Б. Формування підземних вод промислово-міських агломерацій (науково-методичні аспекти екологічної безпеки): Автореф. дис. д-ра техн. наук. Нац. акад. природоохорон. та курорт. буд-ва. Сімферополь, 2007. 36 с.

12. Абрамов С. К., Дзекцер Е. С., Гавшина З. П. Факторы подтопления территорий промышленных предприятий и меры борьбы с ними. Промышленное строительство. 1971. № 1. С. 21–32.

13. Чистикова А. В., Выставная Ю. Ю., Яковлев В. В., Мацюк С. А., Горшкова Е. А. К вопросу качества воды родников, формирующихся в городской экосистеме г. Харькова. Науковий вісник будівництва. 2015. № 2 (80). С. 147–152.

14. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП. Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України». 2014. Вип. XI. 101 с.

15. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. Міністерство екології та природних ресурсів України. 2012. 258 с.

16. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2012 році. Міністерство екології та природних ресурсів України. Київ, 2013. – 384 с.

17. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП. Державна

служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України». 2018. Вип. XV. 98 с.

18. Постанова Кабунету Міністрів України № 160 від 15 лютого 2002 року «Про затвердження Комплексної програми ліквідації наслідків підтоплення територій в містах і селищах України».

19. Постанова Верховної Ради України № 545 від 29 квітня 2004 року «Про затвердження Державної програми запобігання і боротьби з підтопленням земель».

20. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. Державна геологічна служба. 2009. Вип. IV. 111 с.

21. Сай В. Підтоплення земель України. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. 2011. вип. I (21). С. 285–288.

22. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП. Державна служба геології та надр України. Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України». 2010. Вип. VII. 45 с.

23. Дзекцер Е. С., Гавшина З. П. Схематизация техногенных изменений водного режима на территориях промпредприятий. «Промышленное строительство» № 11. М. 1973. С. 18–25.

24. Дзекцер Е. С. Техногенные гидрогеологические системы в организации подземной гидросферы застроенной территории. Подземные воды и эволюция литосферы. 1985. С. 375–380.

25. Эмих В. Н. Дренаж в потоке грунтовых вод через завесу. Прикладная механика и техническая физика. 2002. Т. 43. № 4. С. 106–114.

26. Швець В. Я., Кушнер С. Г. Борьба с подтоплением и экономия энергоресурсов. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2003. № 6. С. 72–78.
27. Яковлев Е. А., Сляднев В. А., Юркова Н. А. Влияние закрытия шахт на активизацию процессов подтопления и усложнение эколого-геологического состояния территории. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2003. № 6. С. 42–44.
28. Яковлев С. О., Трофимчук О. М., Закорчевна Н. Б., Госк Е. Регіональне підтоплення міст та селищ України як фактор її національної безпеки. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2003. № 6. С. 12–23.
29. Яцик А. В. Підтоплення земель в Україні. Вопр. химии и хим. технологии. 2002. № 5. С. 292–295.
30. Телима С. В. Вплив Каховського водосховища, магістральних каналів та зрошувальних систем. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки. 2006. Вип. 6. С. 14–32.
31. Телима С. В. Дослідження розвитку процесів підтоплення в період 1980 - 2004 років. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки. 2006. Вип. 7. С. 127–140.
32. Телима С. В. Прогнозування процесів підтоплення міських територій та промислово-міських агломерацій в сучасних умовах. Методи і методика досліджень. Містобудування та терит. планув. 2005. Вип. 22. С. 367–378.
33. Телима С. В. Про стан проблеми підтоплення ґрунтовими водами території України. Містобудування та терит. планув. 2004. Вип. 17. С. 326–333.
34. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП. Державна служба геології та надр України. Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України». 2011. 88 с.
35. Голуб В. П. Умови та фактори техногенного підтоплення. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2005. № 1. С. 29–32.

36. Разметаев С. В., Чебанов О. Ю. Про стратегію та головні завдання вирішення проблеми підтоплення населених територій в Україні. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2003. № 6. С. 5–11.

37. Чебанов А. Ю. Поиск эффективных решений проблемы подтопления городов. Научно-технический сборник «Коммунальное хозяйство городов». 2002. №47. С. 133–138.

38. Муфтахов А. Ж. Гидродинамические основы прогноза подтопления промплощадок и фильтрационные расчеты защитного дренажа в сложных гидрогеологических условиях: Автореф. дис. докт. техн. наук. Москва, 1975. 44с.

39. Сологаев В. И. Прогнозы и моделирование подтопления и дренирования в городском строительстве. Докт. дис. Омск, 2003. 352 с.

40. Аверьянов С. Ф. Фильтрация из каналов и ее влияние на режим грунтовых вод. Влияние оросительных систем на режим грунтовых вод. Изд-во АН СССР. 1956. С. 85–47.

41. Веригин Н. Н. О гравитационно-упругом режиме фильтрации. Труды ин-та «ВОДГЕО». Инженерная гидрогеология. 1969. вып. 22. С. 6–17.

42. Кремез В. С. Актуальные вопросы моделирования подтопления территорий и других опасных процессов, связанных с изменением режима грунтовых вод. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2003. № 6. С. 56–64.

43. Лущик А. В., Шwirло М. І., Яковлев Є. О. Основні зміни інженерно-геологічних умов у межах підтоплених територій та напрями їх довивчення Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2003. № 6. С. 28–32.

44. Лущик А. В., Шwirло М. І., Лущик А. А., Парак Т. Ю. Основні положення щодо удосконалення системи моніторингу при підтопленні територій. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2003. № 6. С. 33–37.

45. Кремез В. С., Буц Ю. В., Цимбал В. А. Моделирование процесса подтопления территорий в зоне влияния водосховищ. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2012. № 1–2. С. 128–130.

46. Свіренко Л. П., Спирін О. І., Яковлев В. В. Підземні води урбанізованих територій та пов'язані з ними проблеми. Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. 2002. Вып. 36. С. 186–190.

47. Iakovlev V. V., Svirenko L. P., Chebanov G. U., Spirin O. I. Rising Ground Water Levels in North-Easter Ukraine: Hazardous Trends in Urban Areas. Current Problems of HydroGeology in Urban Areas, Urban Agglomerates Industrial Centers, Kluwer Academic Publishes. 2002. P. 222–241.

48. Серикова Е. Н., Яковлев В. В. Дополнительная инфильтрация в подземные воды на территории крупных городов (на примере г. Харькова). Научно-технический сборник «Коммунальное хозяйство городов». 2011. С. 344–348.

49. Серикова О. М., Пісня Л. А., Стрельнікова О. О. Моніторинг рівнів ґрунтових вод для виявлення загрози підтоплення міських територій. Зб. наук. статей XV міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення УКРНДІЕП. (м. Харків, 9–13 вересня 2019 р.), Харків, 2019. С. 255–258.

50. Подтопление застраиваемых территорий грунтовыми водами и их инженерная защита. Сб. тезисов докладов к Всесоюзной научно-технической конференции в Ташкенте. 1978.

51. Кошляков О. Є., Диняк О. В. Досвід застосування геоінформаційних технологій для вивчення процесу підтоплення територій долин малих річок м. Києва. Екологія довкілля та безпека життєдіяльн. 2007. № 1. С. 25–29.

52. Сай В. М. Дослідження процесу підтоплення земель з врахуванням соціально-економічних збитків. Геодезія, картографія і аерофотознімання. 2011. № 75. С. 127–132.

53. Вижва С., Цюпа І. Динаміка процесів підтоплення центральної частини національного комплексу «Експоцентр України» за даними геофізичних досліджень. Вісник Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка. 2010. № 49. С. 32–35.

54. Дубняк С. С. Еколого-гідроморфологічний аналіз проблем підтоплення земель у зоні впливу дніпровських водосховищ. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2007. № 256. С. 293–307.

55. Волошкіна О. С., Березницька Ю. О., Яковлев Є. О. Дослідження рівнів впливу регіонального підтоплення на якість поверхневих водних ресурсів. *Екологічна безпека та природокористування*. 2008. № 1. С. 61–70.

56. Яковлев Є. О. Про необхідність зниження екологічних та соціально-економічних загроз регіонального підтоплення земель в Україні. *Матеріали 5-ої науково-практичної конференції*. Київ, 2007. С. 5–14.

57. Серикова Е. Н., Яковлев В. В. Роль управленческих методов в предотвращении подтопления городов. *Научный вестник строительства*. 2012. № 68. С. 382–387.

58. Серикова О. М. Прогнозування і управління рівнем ґрунтових вод для підвищення екологічної безпеки забудованих територій України: дисертація канд. техн. наук, спец. : 21. 06. 01 – екологічна безпека / О. М. Серикова; наук. кер. В. В. Яковлев. Х. : Харківський нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, 2019. 166 с.

59. Directive 2006/118/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the protection of groundwater against pollution and deterioration. 2006.

60. Serikova E., Strelnikova E., Yakovlev V. The Programme of Measures to Prevent Flooding on the Built-up Areas on Example of Kharkiv City. *International Journal of Development Research*. 2015. Vol. 5, Issue 12. P. 6236–6240.

61. Macdonald D. M. J., Dixon A., Newell A. J., Hallaways A. Groundwater flooding within an urbanised flood plain. *Journal of Flood Risk Management*. 2012. № 5. 68–80.

62. Macdonald D. M. J., Bloomfield J. B., Hughes A., MacDonald A., Adams B., and McKenzie A. Improving the understanding of the risk from groundwater flooding in the UK. *European Conference on Flood Risk Management*. (Oxford, UK, 30 Sept –2 Oct 2008). The Netherlands, 2008. P. 1–10.

63. Биченок М. М., Іванюта С. П., Яковлев Є. О. Про вплив екзогенних геологічних процесів на рівень техногенних ризиків життєдіяльності. Збірник наукових праць Українського державного геологорозвідувального інституту. 2006. №1. С. 85–91.

64. Клевцов А. А., Горелик С. И. Использование дистанционных методов для локализации зон подтоплений на примере Харьковской области. Вісник Харківського національного університету. 2013. № 1049. С. 21–23.

65. Таранов В. Г., Салтовец Е. А. О проблеме подтопления в г. Харькове и области. Ком. хоз-во городов. 2003. С. 135–142.

66. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу. Державна служба геології та надр України. Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України». 2013. 98 с.

67. Серикова Е. Н., Стрельникова Е. А., Яковлев В. В., Анищенко Л. Я., Писня Л. А. Оценка адекватности предлагаемой математической модели прогноза на фактических данных мониторинга уровня грунтовых вод в центральной части г. Харькова. Scientific Journal «ScienceRise». № 11(40). 2017. С. 43–47.

68. Серікова О. М., Стрельнікова О. О. Математичне моделювання фактору евапотранспірації при зміні рівня ґрунтових вод міських територій. Прикладні питання математичного моделювання. Т. 2, № 2, 2019 р. С. 65-77. <https://doi.org/10.32782/2618-0340/2019.2-2.6>

69. Серікова О. М., Писня Л. А., Стрельнікова О. О. Використання протифільтраційних завіс для попередження підтоплення автодоріг. Зб. наук. статей XV міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення». УКРНДІЕП. (м. Харків, 9–13 вересня 2019 р.), Харків, 2019. С. 259–262.

70. Ємельянова І. Геолого-економічна оцінка експлуатаційних запасів технічних підземних вод пліоценового водоносного горизонту на водозаборі ПФ «Галс» (м. Харків), станом на 01 січня 2009 р. (родовище «Дубки»). 2009. 32 с.

71. Яковлев В. В. Питне водопостачання міст на основі окремого використання підземних вод (на прикладі міста Харкова). Автореф. дис. канд. техн. наук., Харків. 1999. 18 с.

72. Serikova E., Strelnikova E., Yakovlev V. Mathematical Model of Dangerous Changing the Groundwater Level in Ukrainian Industrial Cities. *Journal of Environment Protection and Sustainable Development*. 2015. Vol. 1, № 2. P. 86–90.

73. Серикова Е. Н., Стрельникова Е. А., Яковлев В. В. Математическое моделирование изменения уровней грунтовых вод в городах с учетом ведущих режимобразующих факторов. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2014. № 4 (51). С. 182–191.

74. Серикова Е. Н., Стрельникова Е. А. Изучение особенностей изменения уровня грунтовых вод с помощью математического моделирования. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 2013. № 3/4. С. 31–35.

75. Серикова Е. Н. Математическое моделирование повышения уровня грунтовых вод под воздействием дополнительной инфильтрации. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 2012. № 6/4. С. 26–33.

76. Серикова Е. Н., Свиренко Л. П. Снижение норм водопотребления как фактор энергосбережения. *Всеукраинский научно-технический журнал «Энергосбережение»*. 2010. № 3. С. 31–32.

77. Серикова Е. Н., Стрельникова Е. А. Изменение уровня грунтовых вод в городской экосистеме г. Харькова. *Вісник НТУ«ХП»*. 2016. № 4(1176). С. 132–137.

78. Sierikova O. The groundwater level monitoring for flooding prevention. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту» (15 – 16 квітня 2020 р., НУЦЗУ, Харків)*. Х. : НУЦЗУ, 2020. С. 280.

79. Вижва С. А., Онищук І. І., Цюпа І. В. Моніторинг процесів підтоплення на території національного комплексу «Експоцентр України» *Геоінформатика*. 2010. № 1. С. 66–71.

80. Серікова О. М., Стрельнікова О. О., Яковлев В. В. Додаткове живлення підземних вод у великих містах України на прикладі міста Харкова. Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». 2016. № 130. С. 13–18.

81. Макаровський Є. Л., Гриценко А. В. Екологічний атлас Харківської області. 2005. С. 11.

82. Миляева Е. В., Махатков И. Д., Ермолов Ю. В., Кирпотин С. Н. Развитие подтоплений вдоль насыпных дорог в условиях лесотундры Западной Сибири. Вестник Томского государственного университета. 2012. № 365. С. 206–219.

83. Mordvintsev K., Alwahab Y. A. Evaluation of the Effectiveness of the Creation of Antifiltration Curtains in Hydroelectric Power Plant in Syria. Proceedings of International Scientific Conference Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport EMMFT. 2017. P. 634–639.

84. Bruce D. A., Dreese T. L., Heenan D. M. Concrete walls and groutcurtains in the twenty-first century: the concept of composite cut-offs for seepage control. USSD 2008 Conference. (Portland, OR, April 28-May 2 2008.). Portland, OR, 2008. P. 35.

85. Serikova E., Strelnikova E., Pisia L. Mathematical modeling of curtain grouting parameters for the roadways flooding prevention. Журнал «Технологический аудит и резервы производства». 2018. № 5. С. 25–30.

86. Кулініч В. І. Проблеми підтоплення і затоплення в Харківській області у зв'язку з екологічним станом річок та низькою дренажістністю територій. Коммунальное хозяйство городов. 2002. № 38. С. 140–142.

87. Рудаков В. К. Методы прогнозных расчетов влияния орошения на режим грунтовых вод. Вопросы гидрогеологических прогнозов в связи с ирригацией земель и водоснабжением. Труды Днепропетровского государственного университета. 1970. Вып. 3. 123–127.

88. Золотарев Н. В. Моделирование подтопления и дренирования мелиорируемых ландшафтов методом электронных таблиц с целью прогнозирования их состояния: автореф. дис. Омск, 2013. 22 с.
89. Sierikova O., Yakovev V. Additional infiltration to underground waters of big cities territory (on example Kharkiv region). Proceedings of International Conference on Natural Sciences and Technologies. Linnaeus ECO-TECH'10. (Kalmar, 22–24 November 2010). Kalmar, Sweden, 2010. P. 693–695.
90. Best practices on Flood prevention, protection and mitigation. Document. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the assessment and management of floods of 25. 09. 2003. P. 29.
91. ДБН В.1.1-25:2009. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. Київ. 2010. 91 с.
92. СНиП 2.06.15–85. Инженерная защита территории от затопления и подтопления. Стройиздат. Москва. 1986. 20 с.
93. Бабіченко В. Я. Нагальні проблеми ліквідації підтоплення ґрунтовими водами територій міст і селищ міського типу України. Матеріали доп. і повідомл. міжнар. конф. (14-16 жовт. 1998 р., м. Харків. 1998). Харків. 1998. Ч. 1. С. 106.
94. Бабіченко В. Я., Чебанов О. Ю., Никитенко В. Й., Чуніхін В. Г. Сучасні проблеми підтоплення міст України, шляхи їх вирішення. Вісник Українського Будинку економічних та науково-технічних знань. 1998. №9. С. 3–12.
95. Гиринский Н. К. Некоторые вопросы подземных вод. Гидрогеология и инженерная геология. 1947. № 9. С. 3–100.
96. Выставная Ю. Ю. Эколого-экономическая оценка воздействия потерь из систем водопроводно-канализационного хозяйства на гидрогеологическую среду урбанизированных территорий. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2003. № 6. С. 88–90.

97. Зекцер И. С., Каримова О. А., Бужуоли О., Буччи М. Региональная оценка уязвимости пресных подземных вод: методологические аспекты и практическое применение. Водные ресурсы. 2004. Том 31. № 6. С. 645–650.

98. Гольдберг В. М. Природные и техногенные факторы защищенности грунтовых вод. Бюл. МОИП. 1983. № 2. С. 103–110.

99. Горбань Н. С., Хват В. М., Хват А. В. Зменшення негативного впливу дощових стічних вод на водні об'єкти шляхом контролю та управління накопиченням твердих часток на поверхні міських водозборів. Екологія и промышленность. 2010. № 4. С. 57–63.

100. Гранько О. В. Напружено-деформований стан тривало навантажених лесових основ за умови їх підтоплення: автореф. дис. канд. техн. наук. Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. Полтава, 2008. 20 с.

101. Гриневский С. О. Оценка инфильтрационного питания и ресурсов подземных вод на основе геогидрологических моделей: автореферат дис. доктора геолого-минералогических наук. Москва, 2012. 46 с.

102. Задорожний А. І. Дослідження динаміки та прогнозування процесів підтоплення сільськогосподарських угідь в системі еколого-меліоративного моніторингу. Автореф. дис. канд. техн. наук. Київ, 2006. 18 с.

103. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів за даними моніторингу ЕГП. Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України». 2015. 55 с.

104. Постанова Верховної Ради України від 6 березня 2003 року № 609–IV «Про Рекомендації парламентських слухань «Підтоплення земель в Україні: проблема та шляхи подолання». Київ. 2003. 32 с.

105. Ромащенко М. І., Савчук Д. П. Підтоплення земель в Україні. Вісн. аграр. науки. 2001. № 8. С. 54–59.

106. Ромащенко М. І. Савчук Д. П. Шляхи модернізації систем захисту територій від підтоплення в умовах зрошення. Вісн. аграр. науки. 2000. № 4. С. 59–64.

107. Тюремина В. Г., Фесенко А. В., Черкасов В. А., Шаталин С. Н. Методические подходы при выполнении пространственного прогноза подтопления на территории юга Украины. Зб. наук. пр. Укр. держ. геологорозв. ін-ту. 2006. № 1. С. 24–28.

108. Юрченко В. А. Некоторые микробиологические аспекты проблемы подтопления территорий. Екологія довкілля та безпека життєдіяльн. 2003. № 6. С. 52–55.

109. Serikova O. Svirenko L. Changeover to European Standards of Portable Water Consumption as a Factor of Power Saving. Proceedings of VI International Youth Environmental Forum “Ecobaltica`2006”. (St. Petersburg, 27–29 June 2006). St. Petersburg, Russia, 2006. P. 169–170.

110. Серикова Е. Н., Яковлев В. В. Использование математического моделирования для оптимизации баланса подземных вод. Materiály X mezinárodní vědecko-praktická konference «Moderní vymoženosti vědy–2014». (Praha, 27.01–05.02.2014). Díl 30. Praha, 2014. P. 18–20.

111. Климчик О. М., Пінкіна Т. В., Пінкін А. А. Впровадження системи інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом. Scientific Journal «ScienceRise». 2018. №4 (45). С. 36–40.

112. Ковальчук В. Особливості методології системного управління водним режимом територій для захисту від підтоплення. Індуктивне моделювання складних систем, випуск 6, 2014. С. 97–106.

113. Sierikova E. N., Strelnikova E. A. Mathematical Modeling of Groundwater Level Changing with Considering Evapotranspiration Factor. International Journal of Modern Studies in Mechanical Engineering, 2020. Issue 6(1).P. 19-25.