

## **АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗ РЕЗЕРВІВ ПОВЕРХНЕВИХ І ПІДЗЕМНИХ ВОД ДЛЯ ПОТРЕБ ВОДОПОСТАЧАННЯ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Здійснено аналіз та прогноз резервів поверхневих і підземних вод для потреб водопостачання Вінницької області. Відображено стан водокористування природними водами. За допомогою сучасних геоінформаційних технологій здійснено візуалізацію показників, що характеризують запаси водних ресурсів та стан водокористування Вінницької області. Запропоновано шляхи та заходи мінімізації динаміки зменшення резервів джерел питної води у Вінницькій області.*

**Ключові слова:** резерви природних вод, водні ресурси, аналіз даних, екологічний моніторинг, водокористування, Вінницька область.

### **Abstract**

*The analysis and forecast reserves of surface and groundwater for water supply needs of Vinnytsia region are realized. Reflected the current state of water use in natural waters. The visualization indicators of the stocks of water resources and water status of Vinnytsia region is realized using modern geoinformation technologies. The ways and measures to minimize the reduction of sources of drinking water reserves in the Vinnitsa region.*

**Keywords:** natural water reserves, water resources, data analysis, environmental monitoring, water management, Vinnytsia region.

### **Вступ**

Запаси водних ресурсів, а саме прісної води з кожним роком зменшуються. Це фіксується різними статистичними даними. Хоча Вінницька область є досить таки забезпеченою водними ресурсами, у області надзвичайно густа річкова мережа, велика кількість ставків, водосховищ. Річки Вінницької області належать до басейнів трьох основних рік України - Південного Бугу, Дністра і Дніпра, на басейни яких припадає відповідно 62, 28 і 10 відсотків території області [1]. Але проблема зневоднення так чи інакше стосується і нашої області.

Гідрографічна мережа Вінниччини представлена річковими системами Південного Бугу, Дністра і Дніпра.

Всього територією області протікає 3,6 тисячі річок, загальною протяжністю 11,8 тис.км. Пересічна густина річкової мережі становить 0,45 км/км<sup>2</sup>.

Середньобогаторічний об'єм річного стоку Вінниччини становить 2,0 млрд.м<sup>3</sup>. В маловодний рік (P=75%) він складає біля 1,5 млрд.м<sup>3</sup>, в дуже маловодний рік (P=95%) - 1,05 млрд.м<sup>3</sup>. Більша частина місцевого стоку області, до 70%, формується в басейні Південного Бугу. Більш значний транзитний стік Дністра проходить по південному кордоні області і використовується лише для зрошення та гідроенергетики [1].

Загальні ресурси поверхневих вод у 2013 році по Вінницькій області становили 9,6 млрд.м<sup>3</sup> (в т.ч. транзитний стік Дністра - 7620 млн.м<sup>3</sup>), що відповідає близькій до середньої забезпеченості.

Важливу роль у водному господарстві Вінниччини відіграють підземні води, як найбільш надійне джерело доброякісної питної води. Прогнозні запаси підземних вод області становлять 324,9 млн.м<sup>3</sup>/рік, затверджені експлуатаційні запаси – 45,7 млн.м<sup>3</sup>/рік. Щорічно використовується, в середньому, від 7 до 10% прогнозних ресурсів, в окремих районах (Вінницький, Калинівський, Козятинський) цей показник наближується до 20% [1].

Але проблема зневоднення так чи інакше стосується і нашої області.

Для того, щоб проаналізувати резерви водних ресурсів, які є у Вінницькій області, з точки зору їх тенденції до спадання чи до зростання в часі, а також розглянути просторову складову, яка дозволила б оцінити в яких районах саме ці проблеми стоять більш гостро, а в яких — менш, актуальним є здійснення аналізу з використанням сучасних інформаційних технологій.

У Вінницькій області лише у 5-х містах водоканали здійснюють централізований водозабір з поверхневих джерел: Вінниця, Хмільник, Ладижин, Козятин, Калинівка, але їх населення складає 29% від усієї кількості жителі області, тобто чимала частка. Хоча, не усі жителі цих міст споживають воду з їх водоканалів.

Наявні водні ресурси області (поверхневі та підземні) забезпечили у 2014 році потреби населення та галузі економіки у водних ресурсах в необхідній кількості. У таблиці 1 наведені дані по водокористуванню у Вінницькій області за 2013–2015 роки.

Згідно даних відомчої звітності ЗТП-водгосп тенденція до зменшення забору природної води та загальних обсягів водовідведення спостерігалась і у 2015 році. Так, з таблиці 1 видно, що з природних джерел у 2015 році забрано 119,7 млн.м<sup>3</sup>, що на 5,1 млн.м<sup>3</sup> (на 4,1%) менше, ніж у 2014 році, використання води становило 101,2 млн.м<sup>3</sup> та зменшилось на 8,3 млн.м<sup>3</sup> (7,6%) [1].

Таблиця 1 - Використання водних ресурсів у Вінницькій області в 2013-2015 роках

Показник	Роки, млн.м <sup>3</sup>		
	2013	2014	2015
<b>Забір води, разом</b>	<b>131,0</b>	<b>124,8</b>	<b>119,7</b>
у тому числі: - з поверхневих джерел	111,0	105,7	101,0
- з підземних джерел	20,01	19,13	18,68
Втрати при транспортуванні	13,22	12,77	13,03
<b>Використано води, разом</b>	<b>114,5</b>	<b>109,5</b>	<b>101,2</b>
у тому числі на: - господарсько-питні потреби	32,38	31,38	30,14
- виробничі потреби	62,09	61,50	62,03
- сільгоспводопостачання	5,583	5,80	4,910
- зрошення	2,163	2,63	4,158
<b>Скинуто стічних вод у водні об'єкти, разом</b>	<b>75,18</b>	<b>70,15</b>	<b>70,19</b>
забрудненої:	0,009	0,216	0,617
нормативно-чистих без очистки	44,67	40,59	35,17
нормативно очищених на очисних спорудах	29,44	28,35	28,06
оборотне і повторно-последовне водоспоживання	1175	1065	1068

Для візуалізації даної тенденції в часі побудовано діаграму динаміки зміни динаміки водокористування у Вінницькій області за 2013–2015 роки (рис. 1). Даний графік показує зниження як забору природних вод, так і зменшення використання вод.

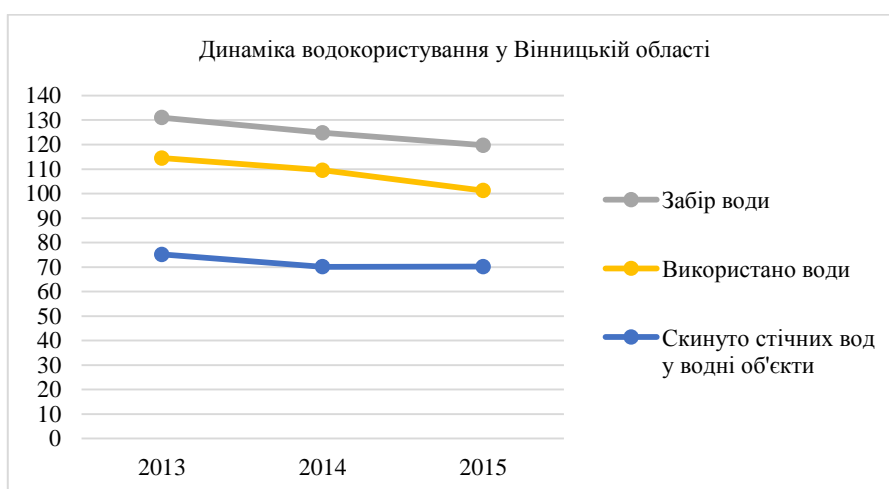


Рис. 1. Діаграма динаміки зміни водокористування у Вінницькій області протягом 2013-2015 рр. (млн.м<sup>3</sup>)

Також було проведено аналіз водокористування у Вінницькій області за 2013-2014 рр. у розрізі районів. Результати даного аналізу приведені у табличному (табл. 2) та графічному вигляді (рис. 2).

Таблиця 2 - Використання водних ресурсів у районах Вінницької області в 2013-2014 роках

Адміністративна одиниця	Використано води, млн.м <sup>3</sup>	Використано води, млн.м <sup>3</sup>
	2013 р.	2014 р.
<b>Всього</b>	<b>114,5</b>	<b>109,5</b>
Барський	6,68	7,238
Бершадський	4,943	4,955
Вінницький	5,549	4,769
Гайсинський	3,823	3,461
Жмеринський	0,807	0,718
Іллінецький	1,224	0,937
Козятинський	3,126	2,561
Калинівський	8,145	8,152
Крижопільський	1,307	1,418
Липовецький	1,92	1,933

Адміністративна одиниця	Використано води, млн.м <sup>3</sup>	Використано води, млн.м <sup>3</sup>
	2013 р.	2014р.
Літинський	3,251	3,273
Могилів-Подільський	0,486	0,141
Мурованокуриловецький	0,248	0,217
Немирівський	1,065	0,894
Оратівський	0,821	1,171
Піщанський	0,202	0,282
Погребищенський	3,137	3,087
Теплицький	1,503	0,718
Томашпільський	0,908	1,33
Тростянецький	2,12	1,11
Тульчинський	2,48	2,693
Тиврівський	1,743	1,206
Хмельницький	2,148	2,236
Чернівецький	0,231	0,214
Чечельницький	0,181	0,152
Шаргородський	1,136	0,891
Ямпільський	1,63	2,207

На рис. 2 графічно відображено рівні водокористування водними ресурсами у Вінницькій області за 2013–2014 роки по районах області.

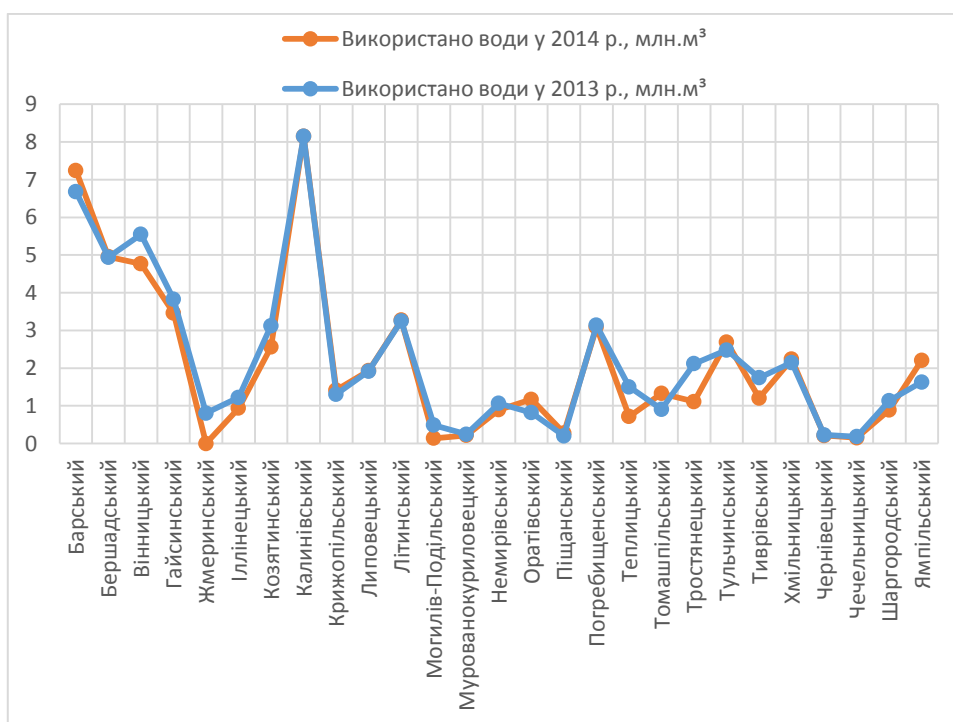


Рис. 2. Водокористування водними ресурсами у Вінницькій області за 2013–2014 роки по районах

Для аналізу резервів поверхневих та підземних вод для потреб водопостачання Вінницької області необхідно використовувати сучасні геоінформаційні технології. Прикладом такого просторового аналізу є побудова тематичних карт водокористування по області, а також карт запасів підземних вод у

Вінницькій області.

Для побудови тематичних карт було використано ГІС водних ресурсів Вінницької області, створену у ВНТУ у 2003-2004 рр., яка щороку удосконалюється силами викладачів та студентів ВНТУ [2-5]. На рис. 3 наведено тематичну карту водокористування у Вінницькій області.

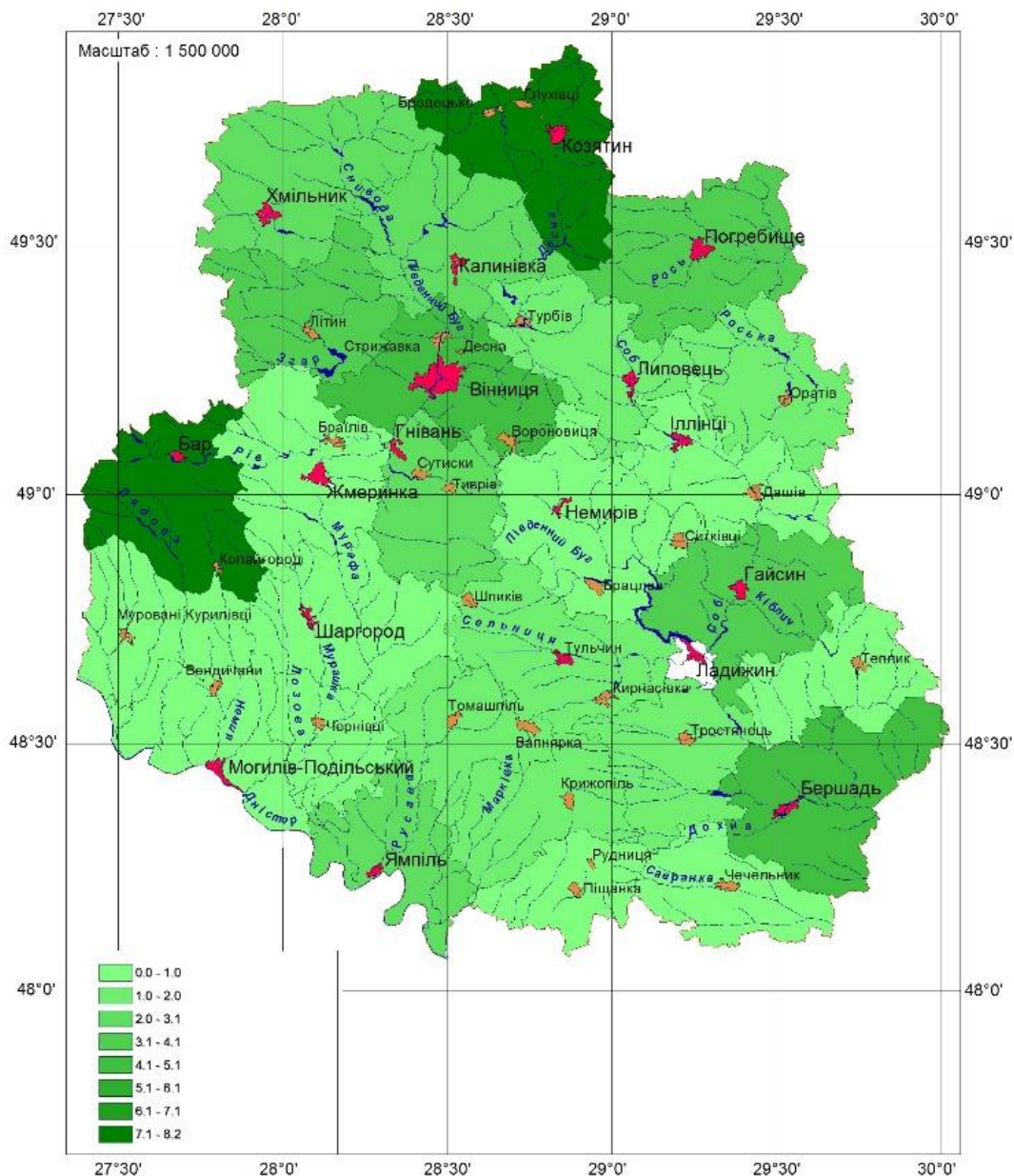


Рис. 3. Тематична карта водокористування у Вінницькій області за 2014 рік

Важливу роль у водному господарстві Вінниччини відіграють підземні води, як найбільш надійне джерело доброякісної питної води. Прогнозні запаси підземних вод області становлять 323,2 млн.м<sup>3</sup>/рік, затверджені експлуатаційні запаси - 54 млн.м<sup>3</sup>/рік. Щорічно використовується, в середньому, від 7 до 10% прогнозних ресурсів, в окремих районах (Вінницький, Калинівський, Козятинський) цей показник наближується до 20%.

Забір прісної води з підземних джерел у 2014 році склав 19,13 млн.м<sup>3</sup> (для порівняння у 2011 році – 20,01 млн.м<sup>3</sup>).

На рисунках 4, 5 зображено експлуатаційні (підтверджені) запаси підземних вод у Вінницькій області. Найбільший обсяг запасів підземних вод зосереджений у Гайсинському, Козятинському, Вінницькому та Барському районах.

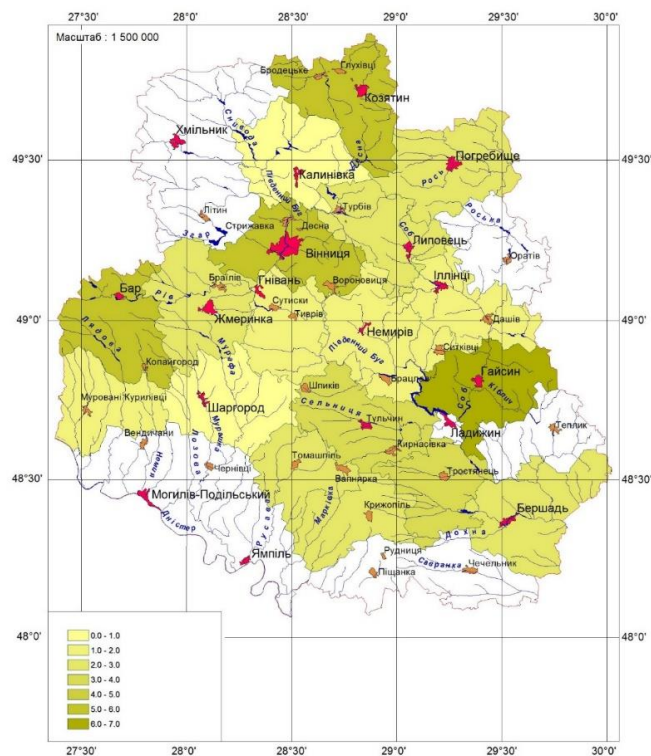


Рис. 4. Експлуатаційні (підтверджені) запаси підземних вод у Вінницькій області (запаси, в млн. м<sup>3</sup>/рік)

У Бершадському та Могилів–Подільському районах розташована найбільша кількість свердловин, а саме від 123 до 141, у яких 1-3 рази на місяць здійснюються спостереження за рівнем і станом підземних вод області (рис. 5).

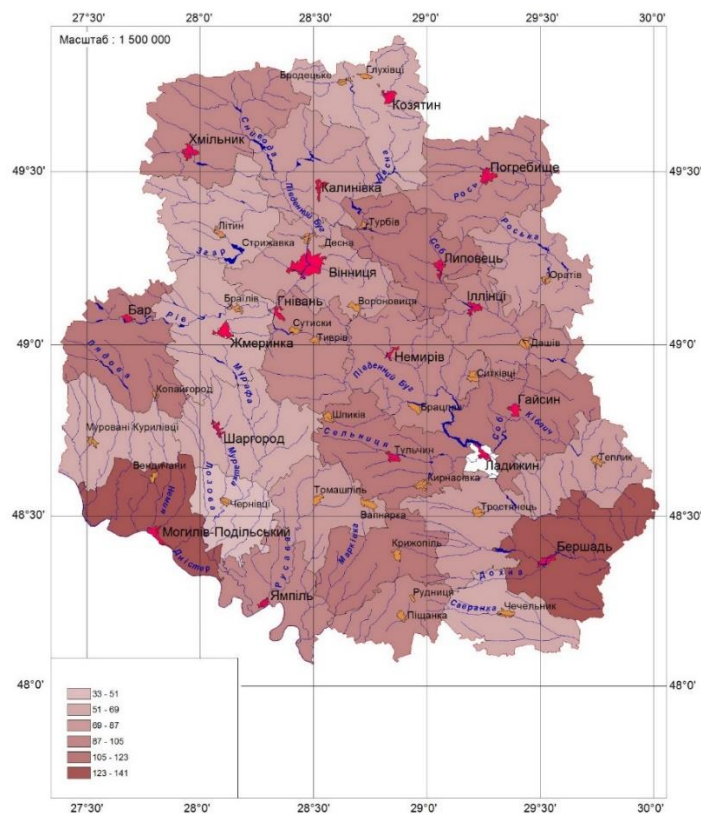


Рис. 5. Кількість свердловин, де 1-3 рази на місяць здійснюються спостереження за рівнем і станом підземних вод області



Проведено комплексний аналіз можливих причин зменшення запасів природних вод у Вінницькій області станом на вересень 2016 року:

1. Мала кількість опадів в останні декілька років. За даними Тернопільських фахівців за останні роки Волинсько-Подільський водоносний горизонт втратив до 40% запасів.
2. Негативний вплив утворення чи існування водойм на поверхневих стік: збільшується площа випаровування, збільшується обсяг фільтрації в ґрунт, русло річки більше замулюється, збільшується тиск на ґрунт і зростає ймовірність зсувів ґрунту під будівлями та ін.
3. Вирубка дерев (40-річна смерека утримує в ґрунті 5-7 тон води, береза ще більше, буки ще більше, а саджанець 2-3 років - у 70-140 разів менше).
4. Надмірне водоспоживання: неекономічне водоспоживання (у Китаї вода, якою помився, йде не в каналізацію, а спочатку — в туалет), чималі втрати при транспортуванні води у трубопровідній мережі та ін.

Авторами запропоновано шляхи та заходи мінімізації динаміки зменшення резервів джерел питної води у Вінницькій області:

1. Поглиблення та зменшення кількості ставок для зменшення випаровування води. Їх картування та створення веб-системи для перегляду даних про них.
2. Прибережні захисні смуги річок (велика річка – 100 м, середня – 50 м, мала – 25 м): винести в натуру, упорядкувати, залужити, заліснити.
3. Укріплення та розчищення природних джерел, берегів річок.
4. Збереження природних боліт (у Вінницькій області – 1,1% території).
5. Припинення вирубок або інтенсифікація висадження нових дерев.
6. Висадження дерев (можна зібрати робочу групу і розробити рекомендації де саме і які породи дерев варто висаджувати, для підвищення акумулюючої здатності ґрунтів, особливо у прибережних захисних смугах річок і водойм).
7. Створення он-лайн системи моніторингу рівня води у свердловинах області для відслідковування негативних тенденцій у коротко- та довгостроковій перспективі силами міськрад і сільрад із залученням активної молоді (учнів, студентів – через Департамент освіти і науки ВінОДА), можна їх заохотити через проведення конкурсів найкращих робіт з комплексного аналізу цих даних, інших негативних чинників та пошуку шляхів поліпшення ситуації в їх регіоні.
8. Створення веб-системи моніторингу водогосподарського балансу поверхневих вод в основних ділянках та створах області.
9. Розробка і прогнозування уточнених водогосподарських балансів, у т.ч. на рівні міських та сільських рад, для визначення запасів поверхневих та підземних вод.
10. Перехід до менш водовитратних технологій у сільському та промисловому господарстві області.
11. Економія водоспоживання, у т.ч. мінімізація неефективних втрат. Мінімізація втрат при транспортуванні води у трубопровідній мережі.
12. Збільшення мережі централізованого водопостачання (контроль за водопостачанням, зменшення неефективних втрат води) та водовідведення (краще очищення і мінімізація забруднення ґрунтів та природних вод).
13. Виявлення та ліквідація джерел забруднення підземних вод, у т.ч. з боку сміттєзвалищ, складів хімічних засобів захисту рослин та підприємств.
14. Впровадження більш ефективних технологій очищення вод, які скидаються у природні води.
15. У США використовуються підводні баки (підземні гідроакumuлюючі ємності), які, на відміну від наших поверхневих водойм, не інтенсифікують втрати вод через випаровування.
16. У Китаї вода з ванни надходить в каналізацію через туалет.
17. За кордоном на будинках роблять баки для накопичення води і використання у будинках для економії водоспоживання.
18. Проведення регіональних чи міжрегіональних семінарів та нарад, присвячених роз'ясненню та впровадженню цих питань.
19. Проведення розгляду цієї проблеми на Вінницькій облраді та створення постійної міжвідомчої робочої групи з її дослідження і пошуку шляхів мінімізації наслідків.
20. Проводити серед населення відповідні просвітницькі заходи та роз'яснювальну роботу.

## Висновки

1. Удосконалено та реалізовано підхід для аналізу резервів водних ресурсів на прикладі Вінницької області на основі даних регулярного моніторингу та статистичної звітності із застосуванням сучасних інформаційних технологій. Виявлено тенденцію поступового зменшення резервів водних ресурсів. Проаналізованого також і просторову складову, що дозволило виявити райони області із найбільшими резервами водних ресурсів. Так, найбільший обсяг запасів підземних вод мають Гайсинський, Козятинський, Вінницький та Барський райони.
2. Через глобальні зміни клімат на території Вінницької області зазнає суттєвих змін і поступово стає більш посушливим (хоча, вчені-метеорологи стверджують, що це може бути і тимчасовим явищем, пов'язаним з циклами Сонця та ін.).
3. Через зменшення опадів, в довгостроковій перспективі зменшуються запаси поверхневих вод у річках і водоймах Вінницької області.
4. Через зменшення опадів та обсяги підживлення ними підземних вод, поступово зменшуються запаси підземних вод у річках і водоймах Вінницької області, але поки затверджені експлуатаційні запаси області складають лише 16,7% від прогнозних (хоча є неофіційна інформація, що реальні дані є дещо іншими, через чималу кількість неофіційних свердловин).
5. Має місце чимале забруднення поверхневих (у т.ч. скидами з Хмельницької області) та підземних вод Вінницької області, яке підсилюється, через зменшення обсягів води в цілому, які мали б розбавляти це забруднення.
6. Слід розвивати регіональний моніторинг стану забруднення та обсягів підземних та поверхневих вод області.
7. Варто підвищити екоінспекційний та громадський екологічний контроль за джерелами забруднення природних вод в області.
8. Існують шляхи мінімізації негативного впливу зменшення запасів вод, у т.ч. з використанням провідного зарубіжного досвіду – необхідні подальші консультації з фахівцями і вченими, затвердження і впровадження певної програми заходів на обласному рівні, проведення роз'яснювальної роботи серед населення тощо.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області за 2015 рік.
2. Геоінформаційні системи в екології. – Електронний навчальний посібник / Під ред. Є. М. Крижановського. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 182 с.
3. Геоінформаційна аналітична система державного моніторингу довкілля Вінницької області. Ч.І. Моніторинг поверхневих вод. - Методичний посібник / Під ред. В.Б. Мокіна та О.Г. Яворської. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. - 78 с.
4. Інформаційні технології автоматизації обробки параметрів геоінформаційних систем з геометричними мережами : монографія / В. Б. Мокін, В. Г. Сторчак, Є. М. Крижановський, О. В. Гавенко, В. Ю. Балачук. — Вінниця : ВНТУ, 2014. — 196 с.
5. Рациональне використання та відновлення водних ресурсів : монографія / М.О. Клименко, В. Б. Мокін, І. І. Овчаренко, Є. М. Крижановський, А. Р. Яшолт та ін. [15 співавторів] / За заг.ред. Фещенка В.П. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2016. – 250 с.

**Мокін Віталій Борисович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: vbmokin@gmail.com;

**Слободянюк Анастасія Олександрівна** – студент групи ЕКО-13б, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: nastyaslobodyanyuk@gmail.com.

**Євгеній Миколайович Крижановський** — канд. техн. наук, доцент кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет

**Vitalii B. Mokin** – Prof., Dr Hab. (Eng.), Head of the Department of Systems Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vbmokin@gmail.com

**Anastasiia O. Slobodianiuk** – the student of group EKO-13b, Institute of Environmental Security and Environmental Monitoring, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Kryzhanovsky, Evgeniy M.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of systems analysis, computer monitoring and engineering graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.