

УДК 551.131+624.131

Шмуратко В. І., канд. геол.-мін. наук, доцент,
Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
кафедра інженерної геології та гідрогеології,
вул. Дворянська, 2, 65026 Одеса, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВНУТРІШНЬОРІЧНОЇ ДИНАМІКИ ГРУНТОВИХ ВОД ОДЕСИ

За результатами сезонного та кластерного аналізу часових рядів рівня ґрунтових вод на території Одеси за період спостережень з 1970 по 1995 рр. виявлено шість різних типів внутрішньорічної динаміки рівня. Для виявлення їх однозначної інтерпретації просторових закономірностей щодо розташування свердловин різних груп необхідні подальші, більш детальні дослідження, теоретичною основою яких можуть бути концепція гравітаційно-резонансного екзотектогенезу та гіпотеза структурно-тектонічного дрежду.

Ключові слова: екзотектогенез, ґрунтові води, внутрішньорічний режим.

Фактичним матеріалом, який аналізується в даній статті, є 137 часових рядів рівня ґрунтових вод в свердловинах режимної мережі міста за період спостережень з 1970 по 1995 рр. Під час обробки даних використовувалися сезонний та кластерний аналізи, а при інтерпретації результатів — теоретичні положення концепції гравітаційно-резонансного екзотектогенезу [1].

Методика обробки початкових часових рядів була така. По кожному ряду знімався багаторічний лінійний тренд і обчислювалося значення середньої багаторічної величини рівня P для кожного місяця; всі отримані таким чином ряди нормувалися в діапазоні від 0 до 1. Потім за допомогою кластерного аналізу вивчалася форма кривих H . Виділено шість кластерів (типів) кривих середнього багаторічного внутрішньорічного ходу рівня. На заключному етапі криві H та їх перші похідні (криві dH) порівнювалися з характером зміни середньої багаторічної кількості атмосферних опадів (крива P) на території Одеси, кривій dP та середньою багаторічною швидкістю осьового обертання Землі (крива R). Результати показані на рис. 1.

Виявляються дві основні закономірності. Перша полягає в тому, що внутрішньорічний максимум і мінімум *рівня* ґрунтових вод настає в різний час на різних ділянках території міста (період максимальних і мінімальних рівнів «розтягується» на три місяці: квітень, травень, червень — максимум; вересень, жовтень, листопад — мінімум).

Друга закономірність стосується *швидкості* підйому рівня в річному циклі. У свердловинах першого кластера максимальна швидкість підйому спостерігається осінню і зимою (листопад, грудень), в свердловинах четвертого кластера — навесні (квітень). Хід рівня в свердловинах другого і третього кластерів, з точки зору швидкості зміни рівня, однозначній інтерпретації піддається в меншій мірі. Разом з тим, рис. 1 С дозволяє спростити подальший аналіз, об'єднавши попарно

свердловини першого і другого, третього і четвертого кластерів в дві більш великі групи. Одну з них (що об'єднує перший і другий кластер) далі будемо іменувати «осінньою» групою, а другу (третій і четвертий кластери) — «весняною», враховуючи той факт, що швидкість осінньо-зимового підйому рівня в свердловинах першої групи більше швидкості весняного підйому, а в свердловинах другої групи співвідношення швидкостей зворотне.

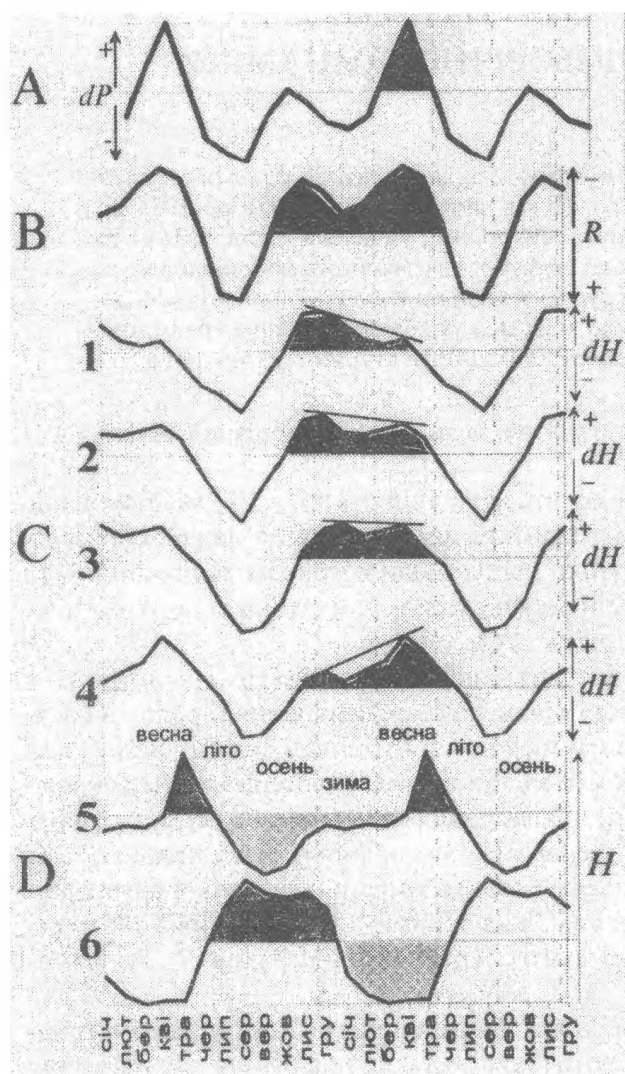


Рис. 1. Закономірності внутрішньорічного ходу рівня ґрунтових вод на території Одеси

А — середня багаторічна швидкість зміни кількості атмосферних опадів на території Одеси (перша похідна по часовому ряду P).

В — середня багаторічна швидкість осьового обертання Землі, обчислена по часовому ряду з 1956 по 1991 рр.

С і D — типи сезонної зміни рівня ґрунтових вод на території Одеси. Цифри відповідають номерам кластерів.

Кластер 1: максимальна швидкість підйому рівня (V_{max}^+) — листопад—грудень, період падіння (T) — травень—вересень.

Кластер 2: V_{max}^+ — листопад—грудень, T — червень—вересень.

Кластер 3: V_{max}^+ — грудень—січень і квітень, T — червень—жовтень.

Кластер 4: V_{max}^+ — квітень, T — липень—жовтень.

Кластер 5: V_{max}^+ — травень, T — червень—жовтень.

Кластер 6: V_{max}^+ — червень, T — березень—квітень і жовтень—листопад.

Свердловини першого—четвертого кластерів складають основну масу вивчених свердловин режимної гідрогеологічної мережі (127 з 137-мі). Інші 10 розділили на два кластери — п'ятий і шостий — рівномірно, по п'ять свердловин в кожному. Для свердловин 5-го кластера характерний вельми короткий період високого рівня в травні і тривалий період (протягом п'яти місяців, з листопада по квітень) стабілізованого положення рівня поблизу деякої середньорічної відмітки. У свердловинах 6-го кластера рівень стабілізується двічі в році: на максимальних відмітках в липні—грудні (тобто протягом півроку) і на мінімальних відмітках в лютому—травні.

Відповідно до запропонованої раніше [1] гіпотези структурно-тектонічного дренажу, диз'юнктиви Післясарматського структурно-геофізичного ярусу, що включає надмеотичную частину регіонального геологічного розрізу, утворюють природну постійно діючу систему структурно-тектонічних «дрен». Варіації гідравлічної ефективності диз'юнктивів—дрен зумовлені відповідними варіаціями напружено-деформованого стану (НДС) масиву порід Післясарматського структурно-геофізичного ярусу. НДС порід, в свою чергу, регулюється екзотектонічними чинниками, зокрема, ротаційним (швидкість осьового обертання Землі), що грає в масштабі внутрішньорічних циклів провідну роль.

На рис. 1 видно, що в переважній більшості свердловин (перший— четвертий кластери) підйом рівня ґрунтових вод «укладається» у часовій інтервал, відповідний періоду сповільнення осьового обертання Землі. При цьому перехід від першого кластера до четвертого супроводиться закономірним зміщенням в часі періоду підйому рівня. Якби динаміка рівня залежала тільки від ротаційного чинника, можна було б сказати, що ділянки розташування свердловин першого кластера є в цьому відношенні найменше інертними, а ділянки, де розташовані свердловини четвертого кластера, — найбільш інертними, оскільки вони пізніше «реагують» на сповільнення осьового обертання Землі. Збільшення гідравлічної ефективності системи структурно-тектонічних дрен («розкриття» диз'юнктивів, збільшення об'єму тріщинно-пористого простору) на ділянках свердловин першого кластера настає на два—три місяці раніше, ніж на ділянках свердловин четвертого кластера.

Що стосується другого важливого чинника, керуючого динамікою ґрунтових вод, — кількості атмосферних опадів P , звернемо увагу на наступне. Найбільша кількість опадів на території міста випадає в березні— травні; другий істотно менший максимум припадає на жовтень. На рис. 1 видно, що перехід від свердловин першого кластера до четвертого супроводиться закономірним збільшенням швидкості весняного підйому рівня ґрунтових вод, відповідним внутрішньорічному максимуму параметра dP . Водночас, від першого кластера до четвертого відбувається таке ж закономірне зменшення швидкості підйому рівня протягом осінньо-зимового періоду. Саме ця обставина дозволяє зробити висновок про те, що ділянки території міста, відповідні четвертому кластеру, якнайменше, а ділянки, відповідні першому кластеру, якнайбільше схильні до впливу техногенного чинника (аномально висока аварійність водонесучих комунікацій на початку опалювального сезону).

Перелічені особливості внутрішньорічної динаміки рівня ґрунтових вод свідчать про те, що територія міста, цілком імовірно, істотно диференційована по трьох основних ознаках: (1) динаміці внутрішньорічних варіацій НДС масиву порід Післясарматського ярусу, (2) режиму інфільтрації атмосферних опадів в четвертинний водоносний горизонт, (3) відносній ролі техногенного чинника, що «деформує» нормальний природний внутрішньорічний хід рівня.

Для виявлення можливих просторових закономірностей розташування спостережних свердловин, що відносяться за внутрішньорічною динамікою ґрунтових вод до різних кластерів, нами створена відповідна карта типізації вивченої частини території міста. Очевидно, що операція проведення границь двох типів ділянок на карті в загальному випадку є багатозначною. Для того щоб ця опера-

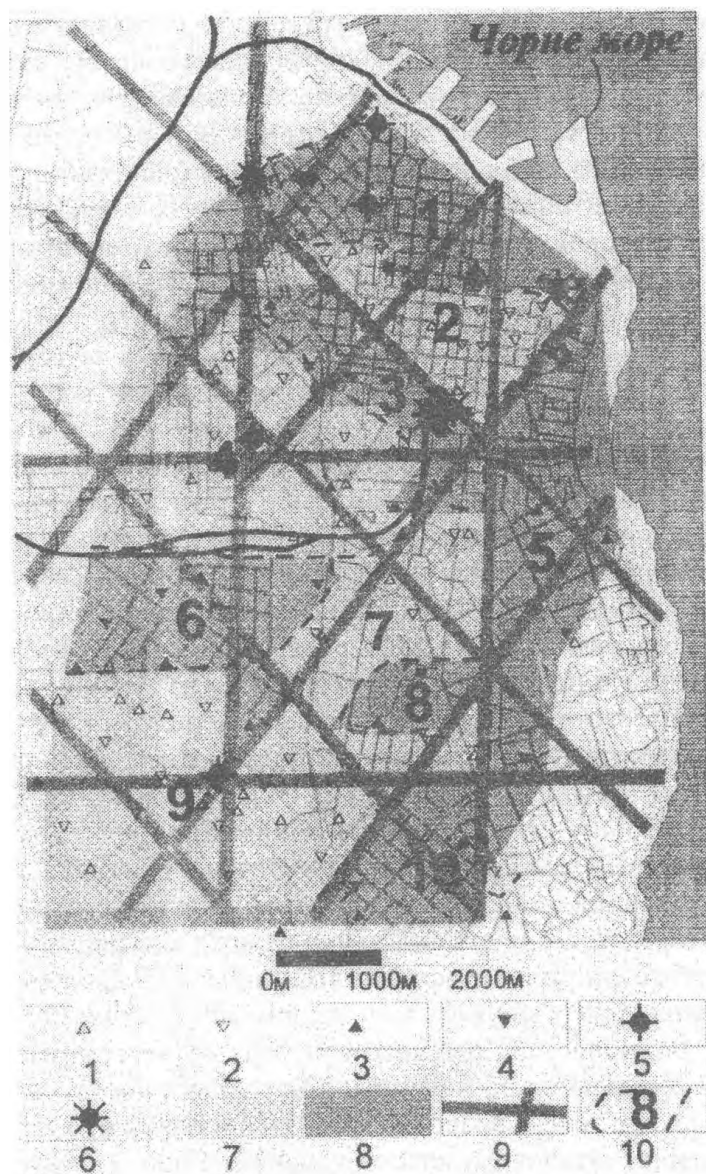


Рис. 2. Типізація території Одеси за внутрішньорічною динамікою рівня ґрунтових вод.

- 1 — свердловини 1-го кластера;
- 2 — свердловини 2-го кластера;
- 3 — свердловини 3-го кластера;
- 4 — свердловини 4-го кластера;
- 5 — свердловини 5-го кластера;
- 6 — свердловини 6-го кластера;
- 7 — території переважно осінньо-зимового підйому рівня ґрунтових вод;
- 8 — території переважно весняного підйому рівня ґрунтових вод;
- 9 — осьові лінії зон впливу системи диз'юнктивів Післясарматського структурно-тектонічного ярусу (див. [1]);
- 10 — умовно виділені ділянки та їх номери.

ція стала більш визначеною і однозначною, на основі гіпотези структурно-тектонічного дренажу прийнята теза про залежність геометрії границь від геометрії диз'юнктивів, виявлених нами раніше [1] внаслідок морфометричного аналізу основних геологічних поверхонь — меотичних глин, понтичних вапняків, плейстоценових червоно-бурих глин. Це необхідно враховувати під час інтерпретації карти, показаної на рис. 2, де контури територій з різним типом динаміки ґрунтових вод мають перебільшено незграбні контури.

Якщо виходити з моделі структурно-тектонічного дренажу і концепції гравітаційно-резонансного екзотектогенезу, показана на рис. 2 карта може інтерпретуватися в термінах внутрішньорічного змінювання НДС порід структурно-геофізичного ярусу. Водночас, очевидно, що при такому підході досить серйозною проблемою, що вимагає ретельного дослідження, є урахування інших, потенційно не менш важливих чинників — аварійності водонесучих комунікацій, кількості

атмосферних опадів і щільності міської забудови. Попередній аналіз проблеми виконано нами раніше [1]. У вказаній роботі був зроблений висновок про те, що, незважаючи на істотний вплив техногенного і метеорологічного чинників, «изменчивость гидравлической эффективности структурно-тектонических дренажей — это важнейший регулятор внутригодового баланса грунтовых вод» [1, с. 276]. Проте, зрозуміло, що аналіз відносного впливу техногенного, метеорологічного та екзотектонічного чинників на закономірності внутрішньорічної динаміки ґрунтових вод (та НДС порід) вимагає надалі спеціальних, більш детальних досліджень. У ході цих досліджень можуть виявитися корисними закономірності, які можна знайти на карті типізації території Одеси (рис. 2). Назвемо три з них.

Переважання свердловин «осінньо-зимової» групи на ділянках 2, 4, 9 і, частково 7, простіше усього пояснити аварійністю водонесучих комунікацій, пов'язаною з початком опалювального сезону, оскільки ці ділянки — це території відносно щільної житлової або промислової забудови. Що стосується ділянок 1, 5, 6, 8 і 10, то переважання тут свердловин «весняної» групи можна зв'язувати з відносно великою площею незабудованих і паркових територій або територій малоповерхової забудови. Звернемо увагу також на той факт, що свердловини «аномальних» кластерів — п'ятого та шостого — нерідко тяжіють до осевих ліній диз'юнктивів або до вузлів їх перетину. Однак, такий територіальний збіг, може виявитися, нічого ще не означає, якщо врахувати, що, принаймні, одна з груп «аномальних» свердловин (Куліково поле, ділянка 3 на рис. 2) розташована в межах території штучного дренажу.

Таким чином, сезонний та кластерний аналізи часових рядів рівня ґрунтових вод на території Одеси за даними режимних спостережень за період з 1970 по 1995 рр. виявляють шість різних типів внутрішньорічного ходу рівня, які можна об'єднати в три групи, умовно названі «весняною» (максимальна швидкість підйому рівня в квітні—червні), «осінньою» (максимальна швидкість підйому рівня в листопаді—грудні) та «аномальною». Для виявлення і однозначної інтерпретації просторових закономірностей розташування свердловин з різним типом внутрішньорічної динаміки ґрунтових вод необхідні подальші, більш детальні дослідження, теоретичною основою яких можуть бути концепція гравітаційно-резонансного екзотектогенезу та гіпотеза структурно-тектонічного дренажу.

Література

1. Шмуратко В. И. Гравитационно-резонансный экзотектогенез. — Одесса: Астропринт, 2001, — 332 с.

Шмуратко В. И.

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,
Кафедра инженерной геологии и гидрогеологии,
ул. Дворянская, 2, 65026 Одесса, Украина

ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИГODOVOЙ ДИНАМИКИ ГРУНТОВЫХ ВОД ОДЕССЫ

Резюме

По результатам сезонного и кластерного анализа временных рядов уровня грунтовых вод на территории Одессы за период наблюдений с 1970 по 1995 гг. выявлено шесть различных типов внутригодовой динамики уровня. Для выявления и однозначной интерпретации пространственных закономерностей расположения скважин различных групп необходимы дальнейшие, более детальные исследования, теоретической основой которых могут быть концепция гравитационно-резонансного экзотектогенеза и гипотеза структурно-тектонического дренажа.

Ключевые слова: экзотектогенез, грунтовые воды, внутригодовой режим.

Shmouratko V. I.

Odessa National University,
Department Engineering Geology & Hydrogeology,
Dvorianskaya St., 2, Odessa, 65026, Ukraine

THE FEATURES OF AN IN-YEAR GROUNDWATER DYNAMICS IN ODESSA

Summary

On Odessa territory it have been revealed six different types of the groundwater in-year dynamics on the results of seasonal and cluster analysis of the time series over the period from 1972 to 1995 yr. There are necessary further more detailed researches, theoretical base of which can be gravity-resonance exotectogenesis concept and the hypothesis of structural-tectonic drainage, for revealing and uniquely interpretation of spatial regularities of the groundwater dynamics.

Key words: exotectogenesis, ground waters in-year regime.