

## ХІМІЧНИЙ СКЛАД ПІДЗЕМНИХ ВОД ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК ФАКТОР РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

В статті обговорюються результати оцінки ризику для здоров'я населення, обумовленого використанням підземної води без попередньої водопідготовки жителям Харківської області. Зроблено аналіз макро- та мікрокомпонентного складу питних підземних вод Харківської області. На підставі даних хімічного складу підземних вод основних водоносних горизонтів, що використовуються для цілей водопостачання, усереднених по великій кількості проб за довготривалий період спостережень були відібрані основні речовини для оцінки ризику здоров'я населення. Розраховані середньодобові дози потрапляння елементів в організм людини з споживаною підземною водою та показники не канцерогенних ефектів для здоров'я людини (коефіцієнт безпеки). К пріоритетним речовинам, що містяться у підземній воді та мають індекс безпеки для здоров'я людини більше 0,05 віднесені талій, ртуть, кадмій, свинець, миш'як, барій, стронцій, залізо, та марганець. За значенням сумарного коефіцієнту безпеки було проведено порівняльний аналіз якості води з різних водоносних горизонтів та зроблено висновок щодо прийнятності рівня ризику здоров'ю людини. Споживання води без попередньої водопідготовки викликає небезпеку ураження нирок, шлунково-кишкового тракту, центральної нервової системи, захворювання серцево-судинної системи.

**Ключові слова:** Хімічний склад, підземні води, Харківська область, здоров'я населення, оцінка ризику, коефіцієнт безпеки, середньодобова доза.

**Прибилова В.Н. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ФАКТОР РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ.** В статье обсуждаются результаты оценки риска для здоровья населения, обусловленного использованием подземной воды без предварительной водоподготовки жителям Харьковской области. Сделан анализ макро- и микрокомпонентного состава питьевых подземных вод Харьковской области. На основании данных химического состава подземных вод основных водоносных горизонтов, используемых для целей водоснабжения, усредненных по большому количеству проб за длительный период наблюдений были определены основные вещества для оценки риска здоровья населения. Рассчитаны среднесуточные дозы попадания элементов в организм человека с потребляемой подземной водой и показатели неканцерогенных эффектов для здоровья человека (коэффициент опасности). К приоритетным веществам, содержащимся в подземной воде и имеющим индекс опасности для здоровья человека более 0,05 отнесены таллий, ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, барий, стронций, железо, и марганец. По значению суммарного коэффициента опасности проведен сравнительный анализ качества воды различных водоносных горизонтов и сделан вывод о приемлемости уровня риска здоровью человека. Потребление воды без предварительной водоподготовки вызывает опасность поражения почек, желудочно-кишечного тракта, центральной нервной системы, заболевания сердечно-сосудистой системы.

**Ключевые слова:** Химический состав, подземные воды, Харьковская область, здоровье населения, оценка риска, коэффициент опасности, среднесуточная доза.

**Актуальність.** Джерела питного підземного водопостачання є важливим ресурсом питної води для населення. Специфіка використання прісних підземних вод в даному випадку полягає в тому, щоб забезпечити питне водопостачання без проведення попередньої спеціальної підготовки води.

Переважає частина різних хімічних компонентів, як токсичних, так і необхідних для повноцінного функціонування внутрішніх органів та систем, надходить в організм людини разом з питною водою. Механізм впливу на людину різноманітних факторів, які забруднюють навколишнє середовище, можуть бути прямими або опосередкованими. Здоров'я населення знаходиться в прямій залежності від складу природних вод в джерелах, з яких здійснюється регулярне водопостачання даної території. Щодня кожною людиною вживається 1,5-2,5 літра води, яка не повинна в ідеалі, містити ніяких шкідливих домішок. У той же час, природні води повинні містити достатню кількість мікроелементів, що беруть участь в обмінних процесах організму людини.

Завдяки застосуванню сучасної методології оцінки ризику на сьогоднішній день можна з до-

статньо вірогідністю визначити небезпеку з урахуванням реальних дозових навантажень, з якими зіштовхується кожна людина, беручи до уваги ряд факторів експозиції, наприклад, дози речовин, а також вік споживача води та тривалість впливу сполук на організм.

**Мета дослідження** полягає в оцінці потенційного ризику для здоров'я населення, який обумовлюється вживанням підземної води із різних водоносних комплексів без проведення спеціальної попередньої підготовки.

**Аналіз попередніх досліджень.** Стосовно до здоров'я та наукових проблем медицини поняття ризику виникло в середині ХХ століття. В 50-70-х роках ХХ століття в світі почали з'являтися наукові підрозділи в медичних установах, що займалися виявленням факторів ризику захворювань неінфекційної природи. Всі сучасні визначення терміну ризик та спроби пояснити дане поняття є умовними. Але ризик можна визначити як вірогідність розвитку несприятливого та негативного «ефекту у ідивідуума або групи людей при впливі певної дози та концентрації небезпечного агенту в конкретних умовах».

У наш час накопичено безліч даних (М. Anke, 1979–2000; Л.Р. Ноздрюхіна, 1977–1980; Ю.Е. Саєт, 1990; А.О. Войнар, 1953–1962 та ін.), що підтверджують залежність елементного складу живих організмів, у точності людини, від вмісту елементів у середовищі проживання, тобто склад внутрішнього середовища організму зазнає впливу від зовнішнього. У циклі робіт А.В. Скального та співавторів показано, що підвищений вміст у воді, ґрунті, атмосферному повітрі макро- і мікроелементів узгоджується з підвищенням рівня елементів у волоссі, сечі, крові людей. Тому на сьогоднішній день найважливішим фактором контролю негативної зміни навколишнього середовища є контроль (моніторинг) надходження хімічних елементів в організм людини та його своєчасна корекція.

**Матеріали та методи проведення досліджень.** В роботі використовувалися дані, які включають результати хімічних аналізів підземних вод, відібраних із режимних свердловин ряду водовідборів, що знаходяться на території Харківської області і експлуатують підземну воду бучацько-канівського, крейдяно-мергельного та сеноман-нижньокрейдяного водоносних горизонтів і комплексів.

Згідно з відповідною методологією оцінки ризику для здоров'я населення, за формулами 1 і 2 були визначені кількісні показники ризику: середньодобова доза надходження та коефіцієнт небезпеки як показники токсичного ефекту хімічних компонентів в результаті постійного споживання підземних вод без проведення спеціальної процедури її очищення.

**Результати проведення досліджень.** Для проведення дослідження була вибрана територія Харківської області площею 31 415 км<sup>2</sup>, яка включає міста, приміські населені пункти та села. Найбільш великими містами вважаються Харків, Балаклея, Первомайськ, Люботин, Зміїв та Ізюм. Загальна кількість населення області складає 2 699 847 чоловік, що створює достатньо високу техногенну навантаження на територію. В Харківській області є масштабні водозабори, воду з яких використовують жителі. Крім того, майже в усіх населених пунктах даної області діють менші за площею водозабори, а також велика кількість одиночних експлуатаційних свердловин.

У межах Харківського регіону головними водоносними горизонтами, які використовують для централізованого водопостачання, є бучацько-канівський водоносний горизонт, водоносний горизонт крейдяно-мергельної товщі верхньої крейди та сеноман-нижньокрейдяний водоносний комплекс. Прогнозні ресурси підземних вод бучацько-канівського водоносного горизонту

складають – 645,3 тис. м<sup>3</sup>/добу, крейдяно-мергельної товщі верхньої крейди – 1889,6 тис. м<sup>3</sup>/добу, сеноман-нижньокрейдяного – 382,4 тис. м<sup>3</sup>/добу.

У результаті визначення складу і концентрацій елементів в підземних водах водозаборів Харківщини були виявлені речовини 2-го та 3-го класу небезпеки з вмістом вище норм ГДК: 2-й клас небезпеки – кадмій, свинець, миш'як, алюміній, бром, барій; 3-й клас небезпеки – залізо, марганець.

**Водоносний горизонт бучацько-канівських відкладів** широко розвинений у межах області. Відсутній або має локальне розповсюдження в північно-східних і східних районах області, а також на північно-західних окраїнах Донецького складчастого спорудження. Водоносний комплекс перекривається водотривкими глинами та глинистими мергелями київської світи. Лише в південній та у південно-східній частині Харківської області (Близнюківський, Барвенківський і Боровський райони), де глини та глинисті мергелі заміщені на алеврити або розмиті, комплекс втрачає самостійне значення і утворює з водоносними горизонтами, що залягають вище, єдину гідравлічну систему. Нижнім водотривом слугують глини канівської та лузанівської світ, а де їх немає – кора вивітрювання палеозойського або мезозойського віку. На правобережжі р. Орель (Зачепилівський і Сахновщанський райони) нижній водотрив представлений глинами нижньокрейдяного віку.

Водовміщуючі породи представлені пісками кварцово-глауконітовими, пісковиками, алевритами. Води цього горизонту, як правило, безнапірні чи слабо напірні. Потужність водовміщуючих порід коливається від 5-10 до 20-40 м. Вони представлені сірими та зеленувато-сірими глауконітово-кварцевими пісками із включеннями фосфоритів. Коефіцієнт фільтрації пісків 1-5 м/добу.

Живлення бучацько-канівського водоносного комплексу здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і за рахунок переливу напірних вод з верхньокрейдяних відкладів. Розвантаження здійснюється в долинах р. Сіверський Донець і його приток.

Водоносний комплекс місцями високонапірний. Висота напору у Валківському, Красноградському і Краснокутському районах досягає 130-190 м, на іншій території – 30-80 м. Питомі дебіти свердловин коливаються в широких межах – від практично безводних у Зміївському і Ізюмському районах до 0,9 дм<sup>3</sup>/с – у Балаклієвському районі. Тип води досить строкатий і змінюється від гідрокарбонатно-сульфатного кальцієво-натрієвого в Харківському, Вовчанському, Балак-

ліївському і Чугуївському районах до гідрокарбонатно-хлоридного та хлоридно-гідрокарбонатного натрієвого в центральних і південних районах області. Мінералізація води коливається від 0,3 до 3,2 г/дм<sup>3</sup>, загальна жорсткість – 0,5-26 мг-екв/дм<sup>3</sup>.

Водоносний горизонт має локальний гідравлічний зв'язок із ґрунтовими водами в долинах річок Сіверський Донець, Уди, Лопань, Харків, Орелька.

Використовується по всій території області, за винятком Великобурлуцького, Дворічанського та Куп'янського районів. Водоносний горизонт має значні експлуатаційні запаси, що становили за даними регіональної оцінки 645,3 тис. м<sup>3</sup>/добу.

Широке розповсюдження, якість води, умови залягання та значні експлуатаційні запаси обумовлюють можливість використання водоносного горизонту бучацько-канівських відкладів для цілей господарсько-питного водопостачання практично на всій території його поширення. Хоча на більшій частині свого розповсюдження водоносний горизонт захищений від забруднення з поверхні, але зазнає техногенного впливу на території великих населених пунктів та промислових підприємств.

**Водоносний горизонт крейдяно-мергельних відкладів** розвинений і використовується для водопостачання в північній і північно-східній частинах Харківської області. На території Харківської області водозабори, що експлуатують водоносний горизонт крейдяно-мергельних відкладів, найчастіше розташовані в заплаві й на перших надзаплавних терасах р. Сіверський Донець і його притоках, де водоносний горизонт перекритий піщаними алювіальними четвертинними відкладами, не має верхнього водотриву й піддається поверхневому забрудненню, про що свідчить висока окисленість вод (до 6,4-10,72 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) в 20% проб води, наявність нітратів і аміаку.

Водоносний горизонт містить води строка того складу. Переважають гідрокарбонатні, гідрокарбонатно-сульфатні, сульфатно-гідрокарбонатні, рідше сульфатні й змішаного складу з перевагою катіонів кальцію, натрію, рідше магнію.

Гідрокарбонатні води (Балаклійський, Богодухівський, Вовчанський, Дергачівський, Зміївський, Ізюмський, Куп'янський, Харківський, Чугуївський, Шевченківський райони) прісні, мінералізація вод коливається в межах до 1,0 г/дм<sup>3</sup>, загальна жорсткість найчастіше не перевищує 7,0 ммоль/дм<sup>3</sup>, зрідка підвищуючись до 7,1-8,92 ммоль/дм<sup>3</sup>, у Чугуївському районі максимальне значення жорсткості становить 12,86 ммоль/дм<sup>3</sup>. Якість вод за складом більшості хімічних компонентів відповідає вимогам ДержСанПіНу 383-97

“Вода питна” або перебуває в межах узгодження з органами СЕС. Однак слід зазначити, що в Богодухівському, Вовчанському, Ізюмському, Куп'янському й Харківському районах вміст заліза у водах може збільшитись до 1,08-2,76 ммоль/дм<sup>3</sup>, у Дергачівському районі до 5,9 ммоль/дм<sup>3</sup>.

У водах, на території Зміївського, Чугуївського, Шевченківського районів, в окремих пробах вміст фтору, досягає величин 2,54-3,85 мг/дм<sup>3</sup>, на території Куп'янського, Харківського й Чугуївського районів в окремих пробах вміст алюмінію досягає 1,26-1,89 мг/дм<sup>3</sup>. У різний час і на різних водозаборах у Балаклійському районі зафіксований високий вміст у водах свинцю до 0,25 мг/дм<sup>3</sup> і бром – до 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, у Вовчанському районі – титану – 0,11 мг/дм<sup>3</sup>, цинку – 5,37 мг/дм<sup>3</sup>, кадмію – 1,07 мг/дм<sup>3</sup>, берилію – 0,04 мг/дм<sup>3</sup>, у Куп'янському районі – бром – 0,23 мг/дм<sup>3</sup> і кобальту – 0,3 мг/дм<sup>3</sup> і в Харківському районі – свинцю – 0,08 мг/дм<sup>3</sup> і бору – 2-2,02 мг/дм<sup>3</sup>. Найімовірніше, що окремі випадкові підвищення хімічних компонентів пов'язані з забрудненням з поверхні.

Гідрокарбонатно-сульфатні води (Балаклійський, Велико-Бурлуцький, Вовчанський, Дергачівський, Зміївський, Ізюмський, Куп'янський, Харківський, Чугуївський, Шевченківський райони) на більшій частині території прісні з мінералізацією до 1 г/дм<sup>3</sup> і загальною жорсткістю до 10 ммоль/дм<sup>3</sup>, за вмістом більшості хімічних компонентів відповідають вимогам ДержСанПіНу 383-97 “Вода питна” або перебувають в межах узгодження з органами СЕС. Слід зазначити, що в Дергачівському і Вовчанському районах мінералізація вод на окремих водозаборах збільшується до 1,29 і 1,67 г/дм<sup>3</sup> і жорсткість до 15,73 і 15,38 ммоль/дм<sup>3</sup> відповідно, у Балаклійському, Вовчанському, Чугуївському районах вміст заліза у водах збільшується до 1,12-1,63 ммоль/дм<sup>3</sup>, у Шевченківському районі досягає величини 4,66 мг/дм<sup>3</sup>. У Балаклійському районі по окремих пробах, відібраним у різний час і на різних водозаборах, у високих кількостях присутній титан (1,0 мг/дм<sup>3</sup>), свинець (0,33 мг/дм<sup>3</sup>), фтор (7 мг/дм<sup>3</sup>), бор (1,5-2,0 мг/дм<sup>3</sup>) і хром (0,06 мг/дм<sup>3</sup>), у Вовчанському районі – титан (0,5 мг/дм<sup>3</sup>), у Зміївському фтор - (2,07 мг/дм<sup>3</sup>), у Дворічанському – алюміній (0,6 мг/дм<sup>3</sup>) і свинець (0,05 мг/дм<sup>3</sup>), у Дергачівському – фтор (1,52 мг/дм<sup>3</sup>) і бром (0,28 мг/дм<sup>3</sup>), у Харківському – алюміній (4,01 мг/дм<sup>3</sup>), фтор (2 мг/дм<sup>3</sup>), бром (0,26 мг/дм<sup>3</sup>) і бор (2 мг/дм<sup>3</sup>), у Чугуївському районі – свинець (0,04 мг/дм<sup>3</sup>) і бром (0,25-0,72 мг/дм<sup>3</sup>). Окремі випадкові підвищення хімічних компонентів можна зв'язати з забрудненням з поверхні.

Води на більшій частині території сульфатно-гідрокарбонатні (Балаклійський, Богодухівський, Велико-Бурлуцький, Вовчанський, Дворі-

чанський, Дергачівський, Золочівський, Куп'янський, Печенізький, Харківський, Чугуївський райони) або сульфатні (Балаклійський, Чугуївський і Шевченківський райони) більш солоні. Мінералізація вод на території більшості районів підвищується до 1,2-2,48 г/дм<sup>3</sup>, загальна жорсткість змінюється від 3,87 ммоль/дм<sup>3</sup> до 15,4 ммоль/дм<sup>3</sup>, найчастіше перебуває в межах 10-13 ммоль/дм<sup>3</sup>. У водах високий вміст сульфатів до 516,8-938 мг/дм<sup>3</sup>. Вміст заліза найчастіше не перевищує 0,5-0,72 мг/дм<sup>3</sup>, у Вовчанському, Балаклійському, Шевченківському районах досягає величин 1,08-2 мг/дм<sup>3</sup>. По окремих пробах на території Богодухівського й Чугуївського районів високий вміст броміду – 0,22-0,25 мг/дм<sup>3</sup>, у Печенізькому районі свинцю – 0,07 мг/дм<sup>3</sup>, у Шевченківському, Чугуївському і Дворічанському районах алюмінію – 0,64-3,08 мг/дм<sup>3</sup>. При наявності вод високої якості водоносний горизонт на території поширення сульфатно-гідрокарбонатних вод може використатися для питного водопостачання.

Мінералізація сульфатно-хлоридних вод (Балаклійський, Дворічанський і Боровський райони) змінюється в межах 1,66-2,65 г/дм<sup>3</sup>, загальна жорсткість збільшується до 17,7-24,7 ммоль/дм<sup>3</sup>. У водах високий вміст сульфатів до 639-1107 мг/дм<sup>3</sup>, хлоридів - 444,6 мг/дм<sup>3</sup>, броміду – 0,36-1,42 мг/дм<sup>3</sup>, вміст заліза змінюється в межах 0,2-6,4 мг/дм<sup>3</sup>. Води практично не придатні для питних цілей.

В межах Харківської області **водоносний комплекс сеноман-нижньокрейдяних відкладів** має повсюдне поширення. Підземні води даного комплексу інтенсивно експлуатуються протягом майже століття. Первинний ізометричний рівень водоносного горизонту був установлений на відмітці +10,0 м вище поверхні землі. Упродовж століття інтенсивна експлуатація підземних вод сеноман-нижньокрейдяного комплексу виконувалась у межах всього регіону, особливо на території обласних центрів міст Харків, Полтава, Суми. Особливо інтенсивна експлуатація відбувалася з середини 70-х по 90-ті роки минулого століття. При цьому відмітка рівня води залежить від зміни водовідбору, а максимальне зниження рівня під впливом водозабору у м. Харків досягло у Харківській області 120 м.

Зниження рівнів підземних вод у горизонтах, що залягають вище (четвертинний, палеогеновий та крейдяно-мергельний), під впливом експлуатації сеноман-нижньокрейдяного горизонту не спостерігається, оскільки він відокремлюється регіональним водотривом мергельно-крейдяних порід потужністю до 400-500 м. Депресійна воронка водоносного горизонту сеноман-нижньокрейдяних відкладів займає всю Харків-

ську область і продовжується в Сумській та Полтавській областях (рис. 5.1.1–5.1.2). Найбільше зниження рівнів у районі м. Харків – абсолютні відмітки п'єзометричного рівня  $\pm 0$  при відмітці у непорушених умовах +120 м. П'єзометричні рівні у м. Люботин – +30 м, Мерефі – +35 м, Первомайську – +75 м, Балаклії – +80 м, Богодухові – +80 м, Краснограді – +75 м, Сахновщині – +85 м, Лозовій – +95 м, Новій Водолазі – +55 м.

Співвідношення рівнів поверхнево залягаючих водоносних горизонтів у межах депресійних воронкок таке, що тільки у Близнюківському, Боровському, Дворічанському, Куп'янському, Зачепилівському, Ізюмському, а також можливо частково у Шевченківському водозаборах відбувається в умовах експлуатації висхідна підпитка верхніх водоносних горизонтів (бучацько-канівського і мергельно-крейдяного) водами сеноман-нижньокрейдяного горизонту. Це може приводити до збільшення мікрокомпонентів глибинного походження у підземних водах, що експлуатуються. У всіх інших випадках, навіть за умови експлуатації локальних водозаборів з водоносних горизонтів палеогенових і верхньо-крейдяних відкладів, низхідний рух підземних вод з цих горизонтів у водоносний горизонт сеноман-нижньокрейдяних відкладів залишається стабільним у зв'язку з регіональним потужним зниженням п'єзометричної поверхні останнього.

У макрокомпонентному складі підземних вод сеноман-нижньокрейдяних відкладів прослідковується чітка тенденція. В північній та центральній частині Харківської області поширені гідрокарбонатні (з окремими невеликими ділянками гідрокарбонатно-сульфатних і гідрокарбонатно-хлоридних) переважно натрієві, натрієво-кальцієві води з мінералізацією до 1,0 г/дм<sup>3</sup>, що зрідка збільшується до 1,12-1,14 г/дм<sup>3</sup> і загальною жорсткістю до 7 мг-екв/дм<sup>3</sup>, що зрідка збільшується до 8,68-9,9 мг-екв/дм<sup>3</sup>. За якістю води в більшості випадків відповідають вимогам ДержСанПіН 383-97 «Вода питна» або перебувають у межах узгодження з органами СЕС. У водах сеноман-нижньокрейдяних відкладів у більшості проб присутнє залізо до 1,16-4,5 мг/дм<sup>3</sup>. Крім того, в окремих пробах, відібраних у різний час і на різних водозаборах, у підвищених кількостях присутні фтор – 1,74-4,5 мг/дм<sup>3</sup>, алюміній – 0,58 мг/дм<sup>3</sup>, бром – 0,22-1,24 мг/дм<sup>3</sup>, літій – 0,03-0,04 мг/дм<sup>3</sup>. На сході Харківської області поширені води сульфатно-гідрокарбонатні натрієві, натрієво-кальцієві, у Велико-Бурлуцькому районі тип води змінюється на сульфатно-хлоридний магнієво-кальцієво-натрієвий. Мінералізація вод найчастіше не перевищує 1,0 г/дм<sup>3</sup> і в окремих пробах досягає 1,48 г/дм<sup>3</sup>, загальна жорсткість вод може досягати величин 8,07-11,71 мг-екв/дм<sup>3</sup>.

Якість вод за вмістом більшості компонентів задовольняє вимогам ДержСанПіН 383-97 «Вода питна» за винятком підвищеного вмісту заліза – в окремих пробах може досягати 1,1-1,32 мг/дм<sup>3</sup>, свинцю – 0,06 мг/дм<sup>3</sup> і бромю – 0,25-0,4 мг/дм<sup>3</sup>.

В районі поширення купольних структур, де в живленні комплексу беруть участь нижчезалюгаючі водоносні горизонти, що містять солоні води, води сеноман-нижньокрейдяного комплексу за хімічним складом хлоридні натрієві. Мінералізація вод у більшості випадків змінюється в межах 1,46-3,67 г/дм<sup>3</sup> і зрідка менше 1,0 г/дм<sup>3</sup>. Жорсткість не перевищує 7,0 мг-кв/дм<sup>3</sup>. Якість вод не відповідає вимогам ДержСанПіН 383-97 «Вода питна» у першу чергу за показником сухого залишку, величина якого змінюється в межах 1338-3486 мг/дм<sup>3</sup> і вмісту хлоридів – 500,3-1625 мг/дм<sup>3</sup>. У водах в окремих пробах підвищений вміст заліза – 0,4-4,3 мг/дм<sup>3</sup>, бромю – 0,26-2,2 мг/дм<sup>3</sup>, фтору – 1,8-2,4 мг/дм<sup>3</sup>.

За даними Харківської обласної СЕС населення Харківської області має високий рівень захворюваності. В усіх вікових групах спостерігається зростання кількості захворювань центральної нервової системи, ендокринної системи, крові та кровотворних органів, онкологічних захворювань, цукрового діабету тощо.

Якість води здійснює безпосередній вплив на рівень захворюваності місцевих жителів. Переважна частина сільського населення повсякденно використовує воду з власних колодязів чи свердловин. В котеджних містечках основним джерелом водопостачання являються також одиначні свердловини. В більшості з них вода має достатньо низький рівень якості. В неочищеній природній воді на різних ділянках області спостерігаються підвищені концентрації Тl, Hg, Cd, Pb, As, Al, Ba, Sr, Fe, Mn. Як правило, в більшості випадків рівень вмісту вищеперерахованих мікроелементів не знижується перед вживанням води споживачем.

Згідно результатів спостережень за вмістом хімічних речовин, які входять до складу підземних вод, виявлено, що декілька компонентів містяться в підвищених концентраціях, які нерідко перевищують ГДК. Повсякденне використання такої води без здійснення попереднього очищення становить серйозну загрозу здоров'ю людей.

З урахуванням відповідних законів розподілу хімічних елементів у підземній воді були отримані середні показники концентрацій речовин в кожному водоносному комплексі. Всі аналізи води здійснювались з застосуванням сучасних стандартних акредитованих методик, що на сьогоднішній день достатньо широко використовуються для оцінки якості питної води.

Середньодобова доза надходження хімічної речовини на протязі всього життя людини разом з питною водою розраховується за допомогою наступної формули (1)

$$СДД = \frac{[C \times V \times ED \times EF]}{[BW \times AT \times 365]} \quad (1)$$

де: СДД – середньодобова доза надходження хімічної речовини на протязі життя, мг/кг×доба; С – концентрація речовини в питній воді, мг/дм<sup>3</sup>; V – величина споживання води, 2 дм<sup>3</sup>/день; ED – тривалість впливу, 30 років; EF – частота впливу, 350 днів/рік; BW – маса тіла людини, 70 кг; AT – період усереднення експозиції, 30 років; 365 – кількість днів в одному році.

Ризик можливого розвитку неканцерогенних ефектів оцінювався за показниками коефіцієнтів небезпеки. Коефіцієнтом небезпеки (КН) є відношення впливаючої дози або концентрації хімічної речовини до його безпечного (референтного) рівня впливу. Він розраховується за такою формулою (2):

$$КН = \frac{СДд}{ПД} \quad (2)$$

де ПД – порогова (референтна) доза, мг/кг×доба.

Згідно з відповідною методологією оцінки ризику для здоров'я населення, за формулами 1 і 2 були визначені кількісні показники ризику: порогова (референтна) доза (ПД), середньодобова доза надходження (СДД) та коефіцієнт небезпеки (таблиця 1), як показники токсичного ефекту хімічних компонентів в результаті постійного споживання підземних вод без проведення спеціальної процедури її очищення (таблиця 1).

При впливі компонентів, що містяться у підземній воді на одні й тіж органи та системи організму людини найбільш вірогідним типом їх комбінованої дії є сумація. Значення величин індивідуальних та сумарних коефіцієнтів небезпеки неканцерогенних ефектів для окремих органів і систем людини від дії хімічних речовин у воді водоносних горизонтів що досліджувались показали недопустимі рівні (більше 1) для всіх водоносних горизонтів на території досліджень (таблиця 2).

В структурі органів та систем, що підлягають небезпеці шкідливої дії хімічних речовин води переважають захворювання нирок (КН 478,4-311,43), захворювання шлунково-кишкового тракту (КН 448,4-289,43), захворювання ЦНС (КН 411,92-238,28), захворювання серцево-судинної системи (КН 411,17-238,10).

Влад різних хімічних речовин в сумарну величину коефіцієнта небезпеки, при регулярному надходженні в організм людини з водою показано на рисунку 1-3. Спостерігається схожа карти-

Середньодобові дози надходження елементів в організм людини  
зі вживаною підземною водою і коефіцієнт небезпеки для здоров'я людини

Речовина	Водоносний горизонт	ПД	СДД	КН
<b>Tl</b>	Бучацько-канівський	0,00007	0,024	<b>342,85</b>
<b>Hg</b>		0,0003	0,009	<b>30</b>
<b>Cd</b>		0,0005	0,015	<b>30</b>
<b>Pb</b>		0,0035	0,031	<b>8,85</b>
<b>As</b>		0,0003	0,020	<b>66,7</b>
Al		1	0,021	0,02
Br		1	0,038	0,04
<b>Ba</b>		0,07	0,019	<b>0,27</b>
<b>Sr</b>		0,6	0,011	<b>0,09</b>
<b>Fe</b>		0,3	0,064	<b>0,21</b>
<b>Mn</b>		0,14	0,022	<b>0,16</b>
<b>Tl</b>	Крейдяно-мергельний	0,00007	0,018	<b>257,14</b>
<b>Hg</b>		0,0003	0,011	<b>36,7</b>
<b>Cd</b>		0,0005	0,011	<b>22,0</b>
<b>Pb</b>		0,0035	0,071	<b>20,3</b>
<b>As</b>		0,0003	0,035	<b>116,6</b>
Al		1	0,040	0,04
Br		1	0,028	0,03
<b>Ba</b>		0,07	0,014	<b>0,20</b>
<b>Sr</b>		0,6	0,016	0,03
<b>Fe</b>		0,3	0,026	<b>0,09</b>
<b>Mn</b>		0,14	0,019	<b>0,14</b>
<b>Tl</b>	Сеноман-нижньокрейдяний	0,00007	0,012	<b>171,43</b>
<b>Hg</b>		0,0003	0,011	<b>36,67</b>
<b>Cd</b>		0,0005	0,011	<b>22,0</b>
<b>Pb</b>		0,0035	0,028	<b>8,0</b>
<b>As</b>		0,0003	0,022	<b>73,33</b>
Al		1	0,042	0,042
Br		1	0,031	0,031
<b>Ba</b>		0,07	0,031	<b>0,44</b>
<b>Sr</b>		0,6	0,019	0,03
<b>Fe</b>		0,3	0,071	<b>0,23</b>
<b>Mn</b>		0,14	0,016	<b>0,11</b>

Таблиця 2

Величини сумарних коефіцієнтів небезпеки та органи і системи що уражаються

Органи і системи що уражаються	Бучацько-канівський водоносний горизонт	Крейдяно-мергельний водоносний горизонт	Сеноман-нижньокрейдяний водоносний комплекс
Захворювання системи крові (Fe, Mn, Pb, Tl)	352.07	277.66	179.77
Захворювання ЦНС (Cd, Pb, Hg, Br, Tl, Al, Mn)	411.92	336.34	238.28
Захворювання серцево-судинної системи (Cd, Pb, Hg, Tl)	411.17	336.13	238.10
Захворювання нирок (Cd, Pb, Hg, Tl, As)	478.4	452.73	311.43
Захворювання імунної системи (Hg, Tl, Fe)	351.91	293.93	208.33
Захворювання шлунково-кишкового тракту (Pb, Hg, Tl, As)	448.4	430.73	289.43
Захворювання шкіри (Pb, Hg, As, Fe)	105.76	173.68	118.23
Хронічні захворювання печінки (Cd, Tl)	372.85	279.14	193.43
Костна система (Sr, Cd, As)	96.79	138.63	95.36

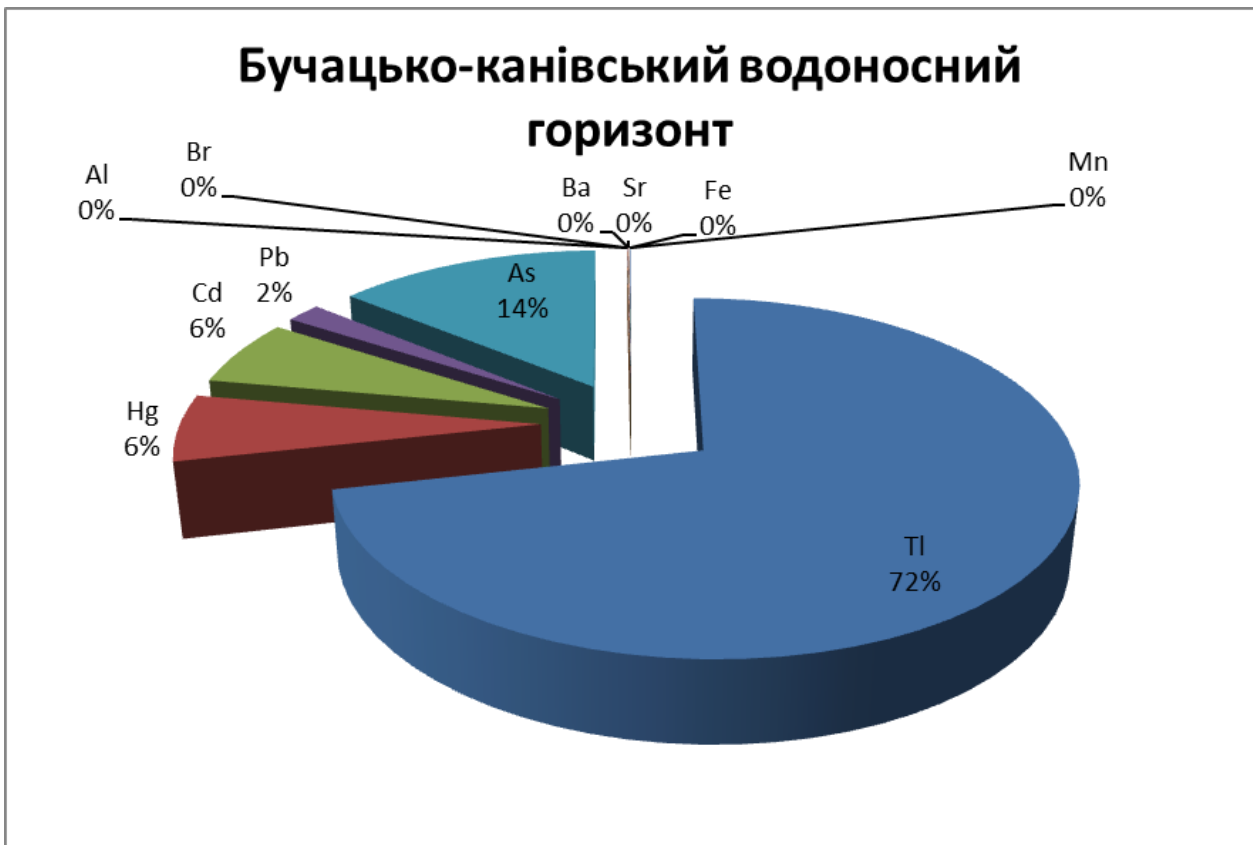


Рис. 1. Внесок різних хімічних речовин в сумарну величину коефіцієнту небезпеки при вживанні води із буцацько-канівського водоносного горизонту

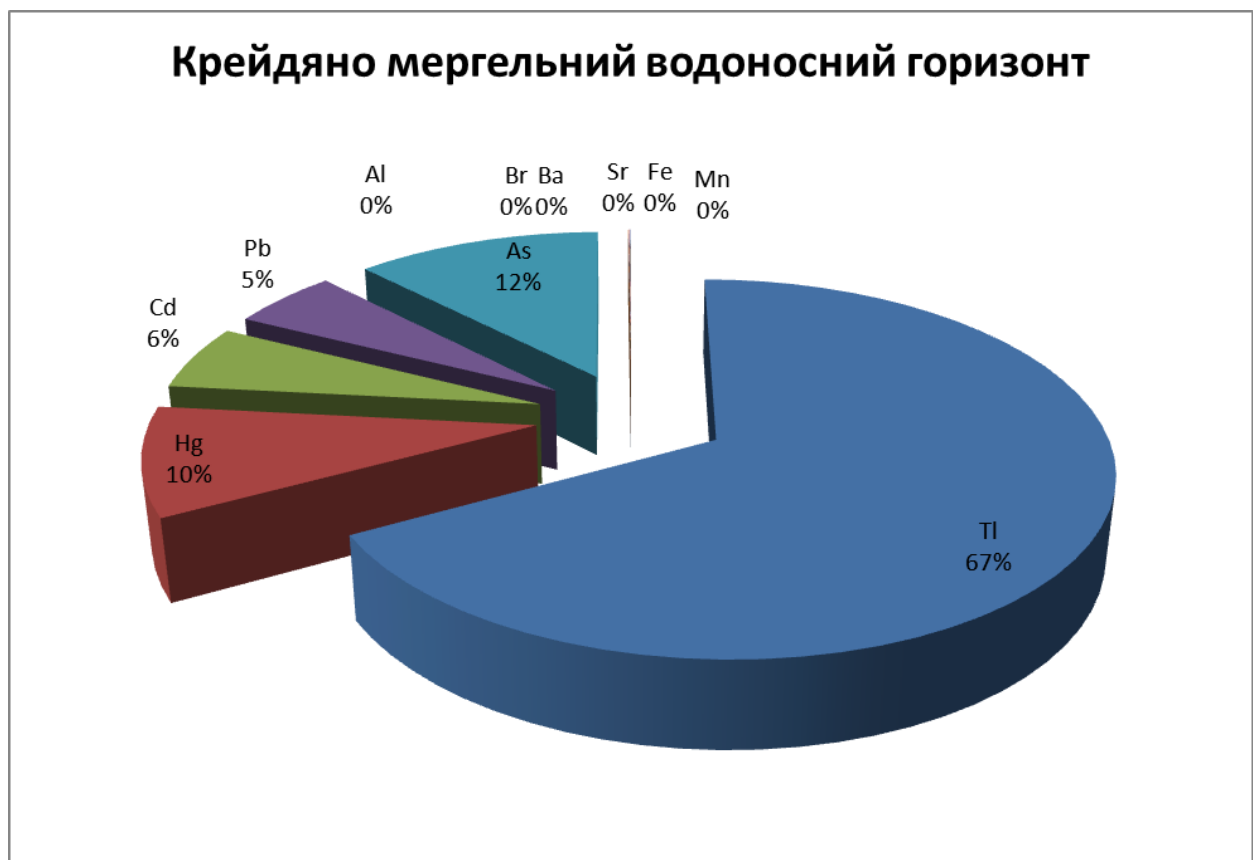


Рис. 2. Внесок різних хімічних речовин в сумарну величину коефіцієнту небезпеки при вживанні води із крейдяно-мергельного водоносного горизонту

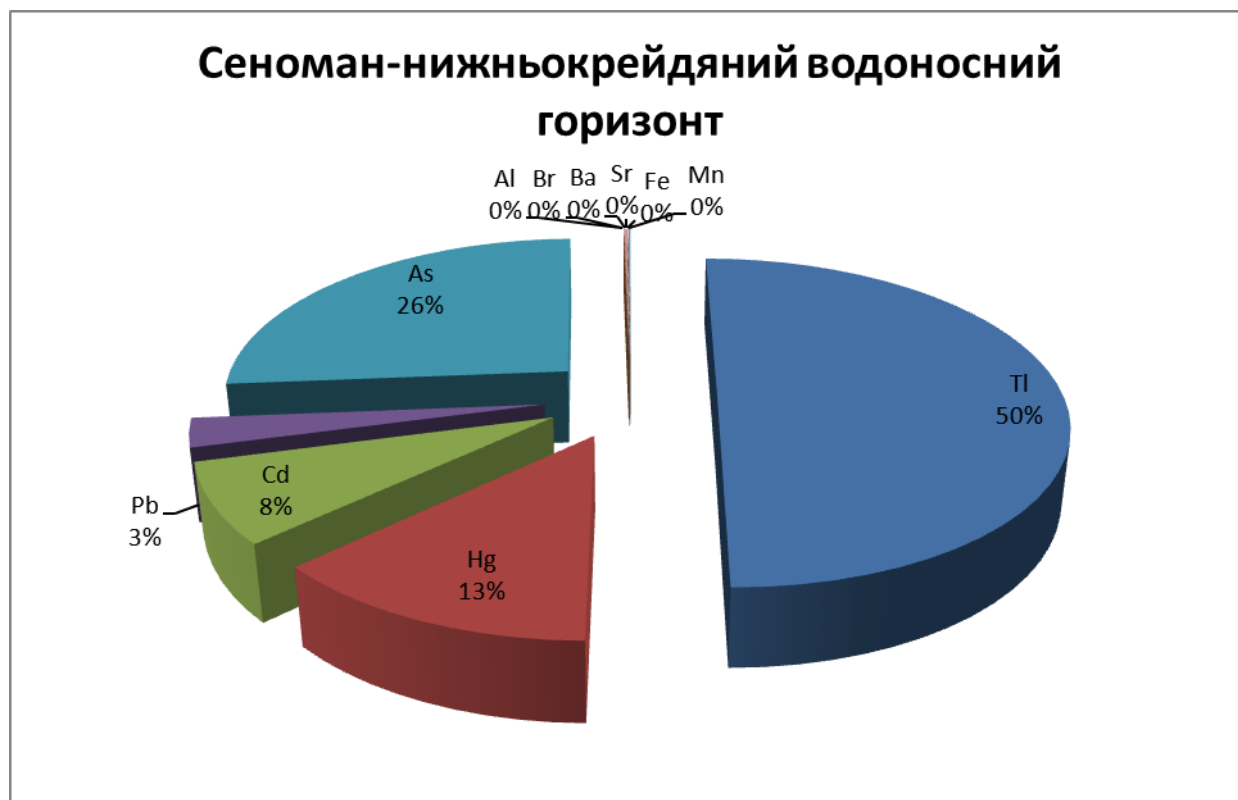


Рис. 3. Внесок різних хімічних речовин в сумарну величину коефіцієнта небезпеки при вживанні води із сеноман-нижньокрейдяного водоносного горизонту

на по всіх водоносних горизонтах, але відмічається чітка тенденція – води горизонтів що залягають глибше характеризуються меншими коефіцієнтами небезпеки в силу їх більшої захищеності від потрапляння шкідливих речовин з поверхні.

**Висновки:** Рівень ризику неканцерогенних ефектів для здоров'я населення Харківської області, обумовленого вживанням підземної води з

різних водоносних горизонтів та комплексів без попередньої водопідготовки не є допустимим.

До пріоритетних речовин, що містяться в підземній воді відносяться талій, ртуть, кадмій, свинець, миш'як, барій, стронцій, залізо та марганець.

Споживання води без попередньої водопідготовки викликає небезпеку ураження нирок, шлунково-кишкового тракту ЦНС, захворювання серцево-судинної системи тощо.

#### Література

1. Актуальные проблемы качества питьевой воды в Украине / В. А. Копилевич, Л. В. Войтенко, А. Д. Балакирева и др. // *Вода і водоочисні технології*. – 2009. – № 10. – С. 7–12.
2. Василевская Л.С. // *Микроэлементы в медицине* / Л.С. Василевская, С.В. Орлова. – 2004. – Т. 5, №4. – С. 25-26.
3. Вступ до медичної геології / За редакцією Г.І. Рудька, О.М. Адаменка. – К.: Вид-во «Академпрес», 2010. – Т.1. – 736 с.
4. Гігієнічний аналіз стану використання систем доочищення питної води в Україні / В.О. Прокопов, О.В. Зоріна, С.В. Гуленко та ін. // *Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії: Матеріали XV з'їзду гігієністів України. 20-21 вересня 2012 року (Львів)*. – Львів: Друкарня ЛНМУ імені Данила Галицького, 2012. – С. 299-302.
5. Гончарук В. Хімія води і проблеми питного водопостачання / В. Гончарук // *Світогляд*. – 2009. – № 4. – С. 18–27.
6. Грищенко С.В. Територіальні закономірності техно-генного забруднення навколишнього середовища в Україні / С.В. Грищенко, І.М. Нагорний, Р.С. Свестун // *Вестник гигиены и эпидемиологии*. – 2009. – Т. 13, № 2. – С. 243–248.
7. Кобилянський В. Я. Контроль якості питної води в XXI столітті : [просто і точно] / В. Я. Кобилянський // *Водопостачання та водовідведення*. – 2009. – № 2. – С. 19–21.
8. Копилевич В. А. К вопросу нормирования качества воды для разных видов водопотребления / В. А. Копилевич, Л. В. Войтенко // *Вода і водоочисні технології*. – 2010. – № 5–6. – С. 17–20.
9. Новиков С.М. Проблемы оценки канцерогенного риска воздействия химических загрязнителей окружающей среды // *Гиг. и Сан.*, 1998. – № 1.



10. Онищенко Г.Г. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин. – М.: НИИ ЭЧУГОС, 2002. – 408с.
11. Онищенко Г.Г. Бенчмаркинг качества питьевой воды / Г.Г. Онищенко, Ю.А. Рахманин, Ф.В. Кармазинов. – СПб.: Новый журнал, 2010. – 432 с.
12. Прибилова В.М. Порівняльна характеристика нормативів якості питної води, що застосовуються в окремих країнах світу / В.М. Прибилова // Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», 2016. – Випуск 44. – С. 55-62.
13. Прибилова В.М. Особливості формування якості питної води та фактори, що на неї впливають / В.М. Прибилова // «Гідрогеологія: наука, освіта, практика». – Вип. 3, ХНУ імені В.Н. Каразіна, Харків, 2-4 листопада 2016 р. – Харків. – С. 125-128.
14. Прибилова В.М. Стратегія використання підземних водних ресурсів Харківської області / В.М. Прибилова // Регіон – 2016: Стратегія оптимального розвитку: міжнародна науково-практична конференція. Харків, 2016. – С. 297-300.
15. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання: у 2т. / За ред. Е.А. Ставицького, Г.І. Рудька, Є.О. Яковлева. – Чернівці: Букрек, 2011. – Т. 1. – 348 с.
16. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання: у 2т. / За ред. Е.А. Ставицького, Г.І. Рудька, Є.О. Яковлева. – Чернівці: Букрек, 2011. – Т. 2. – 500 с.
17. Шестопалов В.М. Подземные воды и здоровье / В.М. Шестопалов, Н.Б. Овчинникова // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2003. – № 1. – С. 19-32.
18. Якість питної води та її вплив на здоров'я населення // Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області в 2015 році. Мін-во охор. навкол. прир. серед. України, Держ. упр. охор. навкол. прир. серед. в Харк. обл. – Х., 2015. – С. 68-67.
19. Guidelines for Drinking-Water Quality / Third Edition Incorporating the 1-st and 2-nd Addenda. – Vol. 1. Recommendations. – WHO: Geneva, Switzerland, 2008.

УДК 622.279:556.3

**В. В. Самойлов**, к. геол. н., зав. сектором,  
Український науково-дослідний інститут природних газів

## ПЛАНУВАННЯ ПРОМИСЛОВО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА ЗАВЕРШАЛЬНІЙ СТАДІЇ РОЗРОБКИ ВУГЛЕВОДНЕВИХ РОДОВИЩ

Більшість родовищ нафти і газу в Україні знаходяться на завершальній стадії розробки. Вона характеризується виснаженням пластової енергії та обводненням свердловин пластовими водами. Через вказані причини, дуже часто, спостерігається неузгодженість між кількісними та якісними показниками водного режиму експлуатації свердловин. Супутня вода представлена пластовою водою, а за даними контрольних вимірів водного фактору рідина у продукції свердловин відсутня. Методичною основою при написанні статті були власні добутки щодо промислово-гідрогеологічного контролю за розробкою нафтогазових родовищ та результати досліджень вітчизняних і зарубіжних науковців. На основі розрахунків мінімально необхідних дебітів та швидкості газу розглянуто умови винесення рідини зі стовбурів свердловин. Для прикладу було залучено промислово-гідрогеологічні дослідження та умови роботи свердловин у 2016 р. на Юліївському нафтогазоконденсатному родовищі. Запропоновано напрямки оптимізації досліджень через виділення двох груп свердловин. Перша група, свердловини на яких доцільно проведення лише гідрогеохімічного контролю за складом супутніх вод. Друга група, свердловини на яких забезпечуються умови для визначення водного фактору на гирлі при контрольних вимірах.

**Ключові слова:** обводнення свердловин, водний фактор, мінімально необхідний дебіт газу.

**В. В. Самойлов. ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОМЫСЛОВО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ЗАВЕРШАЮЩЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРАЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ.** Большинство месторождений нефти и газа в Украине находятся на завершающей стадии разработки, которая характеризуется истощением пластовой энергии и обводнением скважин пластовыми водами. Через указанные причины, очень часто, наблюдается несоответствие между количественными и качественными показателями водного режима эксплуатации скважин. Попутная вода представлена пластовой водою, а за результатами контрольных измерений водного фактора жидкость в продукции скважин отсутствует. Методической основой для написания статьи были собственные исследования в области промышленно-гидрогеологического контроля за разработкой нефтегазовых месторождений и результаты исследований отечественных и зарубежных ученых. На основании расчетов минимально необходимых дебитов и скоростей газа рассмотрены условия выноса жидкости из стволов скважин. Для примера были приведены условия работы скважин Юлиевского месторождения и результаты промышленно-гидрогеологических исследований в 2016 г. Предложены пути оптимизации исследований посредством выделения двух групп скважин. Первая группа, скважины на которых целесообразно проведение только гидрогеохимического контроля за составом попутных вод. Вторая группа, скважины на которых обеспечиваются условия для определения водного фактора на устье при контрольных замерах.

**Ключевые слова:** обводнение скважин, водный фактор, минимально необходимый дебит газа.

**Постановка проблеми.** У ПАТ «Укргазвидобування» прийнята Програма «20/20», яка передбачає збільшення видобутку газу у 2020 р. до 20 млрд м<sup>3</sup> в рік. Одними з ключових пріоритетів

для досягнення поставленої мети є збільшення ресурсної бази та інтенсифікація видобутку. Якщо збільшення ресурсної бази пов'язано з пошуково-розвідувальним бурінням на нових площах,