

ВПЛИВ НАФТОХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ЯКІСТЬ ПІДЗЕМНИХ ВОД (НА ПРИКЛАДІ БАЛАКЛІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Крайнюков О.М., Лур'є А.Й., Прибилова В.М., Кривицька І.А.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

майд. Свободи, 4, 61022, м. Харків

alkraynukov@gmail.com

Визначення фактичного рівня нафтохімічного забруднення підземних вод, які було відібрано з шахтних колодязів на території смт Андріївка. Флуориметричний метод, заснований на екстракції нафтопродуктів гексаном і вимірюванні інтенсивності флуоресценції екстракту на аналізаторі рідини «Мікран». У період 2019-2021 рр. було проведено обстеження ґрунтових вод, які було відібрано з 5 шахтних колодязів на території смт Андріївка. Дана територія знаходиться під впливом Шебелинського відділення з переробки газового конденсату та нафти, із-за виробничої діяльності якого утворився «техногенний поклад» нафтопродуктів та мали місце неодноразові аварійні витoki газового конденсату. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що територія смт Андріївка у точках відбору 1 та 2 підвернута постійному надлишковому впливу нафтохімічного забруднення. Про це свідчать дані лабораторних аналізів, за якими встановлено перевищення нормативних вимог у 1,33-2,83 рази. Просторове розповсюдження вуглеводневого забруднення має повсюдне поширення. Про це свідчить наявність нафтопродуктів у всіх відібраних пробах підземних вод. Основним джерелом нафтохімічного забруднення досліджуваної території є Шебелинське нафтогазопереробне підприємство, в результаті виробничої діяльності якого утворився «техногенний поклад» нафтопродуктів. Різноманітність і мінливість вуглеводневого складу нафтопродуктів обумовлюють необхідність використання комплексу показників для оцінки їхнього впливу на стан екосистеми. Це пов'язано з тим, що на основі результатів вимірювання вмісту нафтопродуктів у компонентах ландшафту не враховується вплив сумісної дії вуглеводневих сполук, що входять до складу нафтопродуктів, а також результат їхньої взаємодії із присутніми у воді й ґрунті іншими хімічними речовинами. *Ключові слова:* підземні води, шахтні колодязі, «техногенний поклад», допустиме навантаження, нафтохімічне забруднення.

Effect of petrochemical pollution on groundwater quality (on the example of Balakliiv district of Kharkiv Region)
Krainiukov O., Lurye A., Pribilova V., Krivitska I.

Determination of the actual level of petrochemical contamination of groundwater, which was taken from mine wells in the village of Andriyivka. Fluorimetric method based on the extraction of petroleum products with hexane and measuring the fluorescence intensity of the extract on a liquid analyzer "Micron". In the period 2019-2021, a survey of groundwater was conducted, which was selected from 5 mine wells in the village of Andriyivka. This area is under the influence of the Shebelinsky branch for processing gas condensate and oil, due to the production activity of which a "technogenic deposit" of oil products was formed and there were repeated emergency leaks of gas condensate. As a result of the conducted experimental researches it is established that the territory of Andriyivka township at selection points 1 and 2 is exposed to constant excessive influence of petrochemical pollution. This is evidenced by the data of laboratory tests, which exceeded the regulatory requirements by 1.33-2.83 times. The spatial distribution of hydrocarbon pollution is widespread. This is evidenced by the presence of petroleum products in all selected groundwater samples. The main source of petrochemical pollution of the study area is Shebelinskoe oil and gas refinery, as a result of the production of which formed a "man-made deposit" of petroleum products. The diversity and variability of the hydrocarbon composition of petroleum products necessitates the use of a set of indicators to assess their impact on the ecosystem. This is due to the fact that based on the results of measuring the content of petroleum products in the components of the landscape does not take into account the effect of combined action of hydrocarbon compounds in petroleum products, as well as the result of their interaction with other chemicals present in water and soil. *Key words:* groundwater, mine wells, "technogenic deposit", allowable load, petrochemical pollution.

Постановка проблеми. Наслідки вуглеводневого забруднення компонентів ландшафту визначаються характером взаємодії абіотичної та біотичної складових геосистем, який обумовлює інтенсивність процесів їх самоочищення, ступенем нафтохімічного навантаження та вуглеводневим складом нафтопродуктів – складної багатоконпонентної суміші різних вуглеводнів, більшість з яких є екологічно небезпечними забруднюючими речовинами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [1] підкреслюється, що найбільшу міграційну спроможність має нафтова емульсія, яка, в залежності від рельєфу місцевості і гідрологічного режиму створює ореоли різних конфігурацій і стає причиною вуглеводневого забруднення земель, ґрунтових, поверхневих вод та біоценозів. Основний механізм розповсюдження таких техногенних потоків – гравітаційний (рух по поверхні

у бік ухилу місцевості, просочування у ґрунтові горизонти та відкладення). Цей вид вуглеводного забруднення виникає в результаті поривів нафто- і газопроводів, по яким вуглеводнева сировина транспортується від свердловин на пункти та установки з первинної підготовки та переробки нафти і газу.

Особливостями таких техногенних потоків є внутрішньоґрунтовий рух і дренавання в підземні і поверхневі водні об'єкти. Цей вид вуглеводного забруднення є вкрай небезпечним у зв'язку з тим, що його практично неможливо оконтурити і вчасно запобігти широкому розповсюдженню. У роботі [2] розглядаються фактори, які впливають на процес розподілу нафтохімічних забруднень у ґрунтових горизонтах. До них, в першу чергу, відносяться фізико-хімічні властивості самого ґрунту, як гетерогенної системи, яка визначає характер фракціонування нафтопродуктів – полікомпонентної складної за хімічною природою, сполуки – суміші вуглеводнів.

У роботі [3] на підставі експериментальних даних показано, що процес міграції органічних сполук залежить від їхнього хімічного складу. Ґрунти у цьому процесі відіграють роль «хроматографічної колонки», на якій здійснюється розшарування вуглеводного потоку на окремі компоненти: деякі з них затримуються у верхніх органічних ґрунтових горизонтах (концентрація нафтопродуктів тут може досягати 10-20%), інші – більш важкі та менш в'язкі, просочуються у нижні горизонти ґрунтового профілю. Захищеність від проникнення нафтопродуктів у нижні горизонти і підземні води пов'язана з властивостями сорбційних бар'єрів – органічних горизонтів верхніх частин ґрунтового профілю, а також ілювіальних горизонтів, в яких часто закінчуються міграційні канали і процеси.

У роботі [4] детально розглянута проблема вуглеводного забруднення поверхневих і підземних вод на нафтогазоносній території північного-сходу України, що охоплює південні райони Дніпровського артезіанського басейну, орографічною особливістю якого є загальний уклін поверхні рельєфу у південно-західному напрямку – від центральної частини Середньоросійської височини до долини Дніпра. В таких умовах р. Дніпро є основною дренажною артерією басейну, а в основні її ліві притоки – Ворсклу, Псел і Сулу мають стік з багаточисельних малих річок, в які розвантажуються підземні води водоносних горизонтів. На цій території знаходяться всі види родовищ вуглеводнів – нафтові, нафтогазові та газоконденсатні, які розташовані на різних ландшафтних позиціях. Частина з них займає водороздільні простори, частина – розташована на четвертинних та пліоценових терасах річок, а деякі – приурочені до заплавної місцевості річок Ворскла, Сула та їх притоків. Звичайно, що у будь-якому випадку відбувається вплив нафтогазовидобувної діяльності людини на якість підземних і поверхневих вод, однак в умовах заплави негативні наслідки

вуглеводного забруднення водного середовища простежуються найбільш помітно.

Оцінка зосередження нафтогазовидобувних та переробних підприємств на території Харківської області показала, що за інтенсивністю їх розташування найбільш навантаженими є Балаклійський, Зміївський, Чугуївський та Ізюмський райони Харківської області. На території цих районів зосереджено велика кількість родовищ і діючих свердловин з видобування нафти, природного газу і конденсату, підприємств з комплексної підготовки та переробки вуглеводневої сировини. За своїми функціональними і технологічними особливостями означені підприємства є потенційними джерелами забруднення природного середовища нафтопродуктами.

Актуальність дослідження. На території Харківської області одним із таких джерел є Шебелинське відділення з переробки газового конденсату та нафти (ВПГКН), яке підпорядковано АТ «Укргазвидобування» і розташовано в Балаклійському районі поблизу с. Андріївка. Шебелинське ВПГКН здійснює переробку природного газу і газового конденсату, об'єм переробки за 10 місяців 2020 р. склав 346,2 тис. тонн. Продукцією Шебелинського ВПГКН є бензин, мазут і бітум. За своїми функціональними особливостями це підприємство можна віднести до точкового джерела забруднення нафтопродуктами прилеглої до нього території [5].

Для оцінки впливу забруднення ґрунтових вод нафтопродуктами від «техногенного покладу», відповідно до розпорядження Харківської обласної державної адміністрації та у зв'язку з недотриманням вимог природоохоронного законодавства (лист Харківської комплексної геологічної партії від 22.10.2002 р. № 213-г) УкрНДІЕП було відібрано проби підземної води із свердловин на питну воду глибиною 64 і 80 м та шахтного колодязя в смт Андріївка Балаклійського району для вимірювання вмісту в них нафтопродуктів. Результати аналізів показали, що найбільша концентрація нафтопродуктів (0,5 мг/л) була зареєстрована у пробі колодязної води. В інших двох пробах концентрація нафтопродуктів становила: у воді із свердловини глибиною 64 м – 0,45; у воді із свердловини глибиною 80 м – 0,30 мг/л, тобто у двох випадках спостерігалось перевищення ГДК нафтопродуктів для води водних об'єктів господарсько-питного та комунально-побутового водокористування.

«Техногенний поклад», що утворився в результаті виробничої діяльності Шебелинського ВПГКН, очевидно, слід вважати точковим джерелом забруднення території нафтопродуктами, але, враховуючи процес постійної латеральної і радіальної міграції забруднень на значні площі, дане джерело можна віднести і до площадкового.

Методика дослідження. Для вимірювання масової концентрації нафтопродуктів у підземних водах використовували флуориметричний метод, заснований на екстракції нафтопродуктів гексаном і вимі-

рюванні інтенсивності флуоресценції екстракту на аналізаторі рідини «Мікран» [6].

Лабораторні аналізи проб підземних вод виконувались за допомогою атестованих методик в атестованих лабораторіях відповідно до вимог Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність». Використання атестованих методик, для яких встановлено нормативи похибок вимірювань, дозволяє отримувати вірогідні результати фізико-хімічних і токсикологічних аналізів відібраних проб.

Виклад основного матеріалу. Зразки підземних вод було відібрано упродовж 2019-2021 рр. у всі сезони року з 5 шахтних колодязів на території смт Андріївка (рис. 1). Вода з шахтних колодязів, в основному, використовується населенням для питних і технічних цілей. Це пов'язано з тим, що глибина шахтних колодязів, залежно від ландшафтної позиції й глибини залягання ґрунтових вод, є незначною – від 2 до 5 м. Такі підземні води водоносних горизонтів у четвертинних відкладеннях, в основному, не захищені від забруднень.

В результаті проведених досліджень встановлено, що упродовж 2019 року зафіксовано перевищення ГДК нафтопродуктів для води водних об'єктів господарсько-питного та комунально-побутового водокористування (0,3 мг/дм³) у двох точках відбору. В першій точці відбору (вул. Першотравнева), встановлено перевищення ГДК від 1,83 до 2,33 разів, а у другій точці (вул. Островського) від 1,33 до 1,66 разів у різні сезони року (рис. 2). На ділянках

3-5 перевищень ГДК не виявлено. Найбільше перевищення встановлено в осінній період. Глибина залягання ґрунтових вод у даній точці відбору 1 та 2 становить 2-3 метри.

У випадку, коли ґрунтові води розташовані на невеликій глибині, вони залишаються досить чистими через те, що шар ґрунту профільтрує воду, що просочується через нього, від деяких забруднюючих речовин, наприклад, завислих частинок, і в ряді випадків сприяє видаленню патогенних мікроорганізмів. Однак це не забезпечує видалення таких компонентів, як нафтопродукти. Все це призводить до того, що при попаданні забруднювачів у водоносні горизонти вони можуть зберігатися там десятиліттями. Надходження забруднюючих речовин у водоносні горизонти відбувається зверху вниз з поверхневих осередків забруднення шляхом інфільтрації через зону аерації. Забрудненню можуть піддаватися як ґрунтові води, так і горизонти напірних вод.

Забруднення підземних горизонтів може бути практично незворотним і наслідки його залежать від властивостей ґрунтів. При глибині цих шарів до 10 і більше метрів вибрати і переробити таке забруднення практично нереально. Тому в деяких випадках залишається тільки припинити надходження в ці обрії нових порцій забруднень, хоча поширення підземної нафтової плями це не виключає.

У 2020 році в результаті проведених досліджень було встановлено, що у першій точці відбору (вул. Першотравнева), встановлено переви-

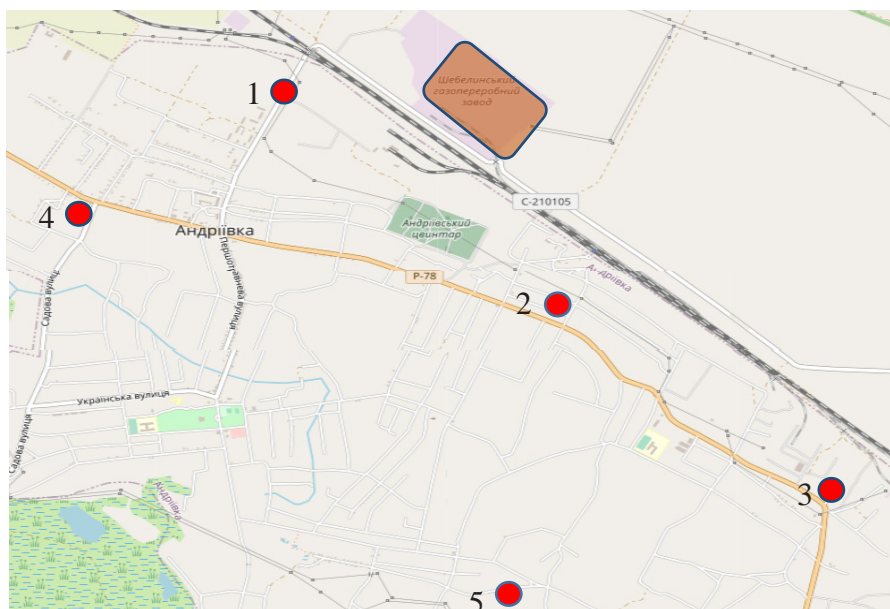


Рис. 1. Місце розташування точок відбору зразків підземних вод на території смт Андріївка

Місця відбору зразків:

- 1 – вул. Першотравнева, шахтний колодязь; 2 – вул. Островського, шахтний колодязь; 3 – вул. Залізнична, шахтний колодязь; 4 – вул. Садова, шахтний колодязь; 5 – вул. Івана Франка, шахтний колодязь.

щення ГДК від 2,00 до 2,83 разів, а у другій точці (вул. Островського) від 1,5 до 2,16 разів у різні сезони року (рис. 3). У інших точках спостережень тенденція щодо відсутності нафтохімічного забруднення, яка була визначена у 2019 році, підтвердилась.

Нафтохімічне забруднення ґрунтових вод на дослідних ділянках у 2021 році було визначено у тих самих точках відбору, а саме у першій точці відбору (вул. Першотравнева), встановлено перевищення ГДК від 1,83 до 2,50 разів, а у другій точці (вул. Островського) від 1,33 до 2,5 разів у різні сезони

року (рис. 4). На інших ділянках у зразках ґрунтових вод нафтопродукти не були визначені.

Загалом слід зазначити, що ґрунтові води на території дослідження знаходяться під дією постійного джерела забруднення, яким є «техногенний поклад» нафтопродуктів. Про це свідчить наявність у всіх зразках ґрунтових вод нафтопродуктів.

На цей час природоохоронні заходи з регулювання й обмеження надходження у природне середовище екологічно небезпечних речовин і сполук, як правило, засновано на співставленні фактичних

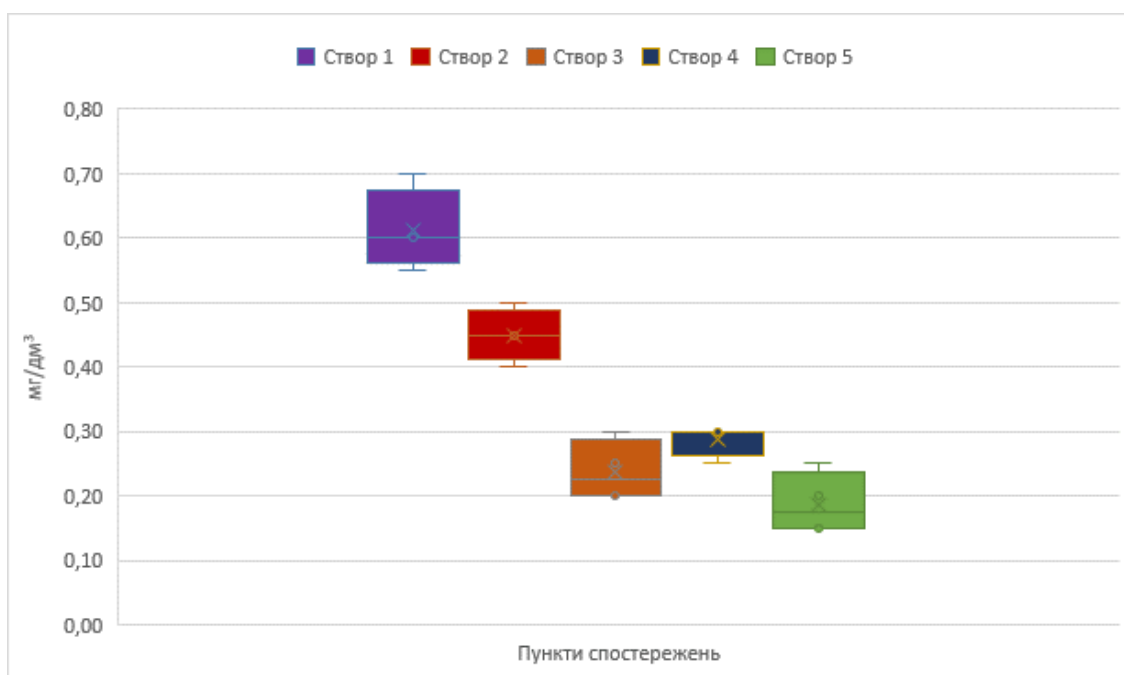


Рис. 2. Результати визначення вмісту нафтопродуктів на території смт Андріївка у 2019 році

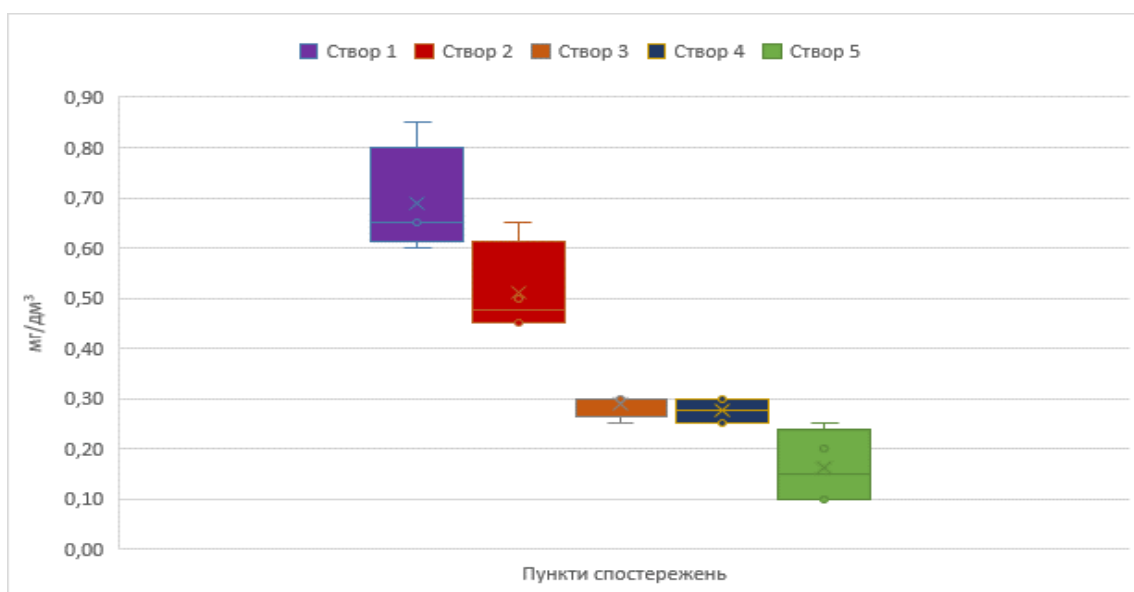


Рис. 3. Результати визначення вмісту нафтопродуктів на території смт Андріївка у 2020 році

значень їх вмісту з встановленими величинами ГДК цих речовин для відповідного компоненту природного середовища. Але при цьому використання лише інформації щодо перевищення ГДК окремих хімічних речовин, що входять до складу нафтопродуктів, недостатньо для оцінки екологічного стану території, оскільки не враховується вплив сукупної дії полікомпонентних хімічних сполук (якою є нафтопродукти) на біотичну складову екосистем. Це пов'язано з тим, що концентрація ГДК передбачає нормування ізольованого впливу хімічних речовин на відповідні тест-організми, які використовуються при встановленні ГДК, в той час як у реальних умовах вплив чинять складні суміші речовин, унаслідок чого може проявлятися комбінований ефект впливу – адитивність, синергізм, антагонізм [7-9].

На території дослідження, а саме смт Андріївка, яка прилегла до Шебелинського ВПГКН необхідно проводити хімічні та фізико-хімічні методи деконтамінації, які повинні бути спрямовані на зв'язування вуглеводнів безпосередньо у ґрунті, на зменшення їх рухомості та, як наслідок - зниження надходження до рослин і природних вод. Зазначені прийоми доцільно рекомендувати саме для локального осередку забруднення території, у якому досить ефективно й економічно виправдано використання природних та штучних сорбентів, глин і глинистих мінералів (цеоліти, вермикуліти, бентоніти, тощо). Такий підхід дозволить заощаджувати витрати, зменшити збиток для сусідніх територій і суміжних середовищ. Враховуючи хімічну природу вуглеводнів нафтопродуктів, можна очікувати, що деяка їхня частка не буде піддаватися біологічному розкладу. Отже, сприяння хімічному розкладу вуглеводнів є доцільним у даному випадку заходом.

Біологічні заходи очищення ґрунтів є головними на етапі біологічної рекультивациі цих земель. Ці заходи

повинні передбачати активізацію діяльності нативної мікрофлори шляхом систематичного рихлення ґрунту і внесення азотних добрив на прилеглих до осередку забруднення орних землях сільськогосподарського призначення, та штучне заселення ґрунту специфічними вуглеводнеокислювальними мікроорганізмами (інокуляція мікробіологічних препаратів).

Головні висновки. У період 2019-2021 рр. було проведено обстеження ґрунтових вод, які було відібрано з 5 шахтних колодязів на території смт Андріївка. Дана територія знаходиться під впливом Шебелинського відділення з переробки газового конденсату та нафти, із-за виробничої діяльності якого утворився «техногенний поклад» нафтопродуктів та мали місце неодноразові аварійні витіки газового конденсату.

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що територія смт Андріївка у точках відбору 1 та 2 підвернута постійному надлишковому впливу нафтохімічного забруднення. Про це свідчать дані лабораторних аналізів, за якими встановлено перевищення нормативних вимог у 1,33-2,83 рази.

Різноманітність і мінливість вуглеводневого складу нафтопродуктів обумовлюють необхідність використання комплексу показників для оцінки їхнього впливу на стан екосистеми. Це пов'язано з тим, що на основі результатів вимірювання вмісту нафтопродуктів у компонентах ландшафту не враховується вплив сумісної дії вуглеводневих сполук, що входять до складу нафтопродуктів, а також результат їхньої взаємодії із присутніми у воді й ґрунті іншими хімічними речовинами. Крім того, для оцінки рівня забруднення компонентів ландшафту використовується прийом зіставлення фактичних значень концентрації нафтопродуктів з їх гранично допустимими концентраціями.

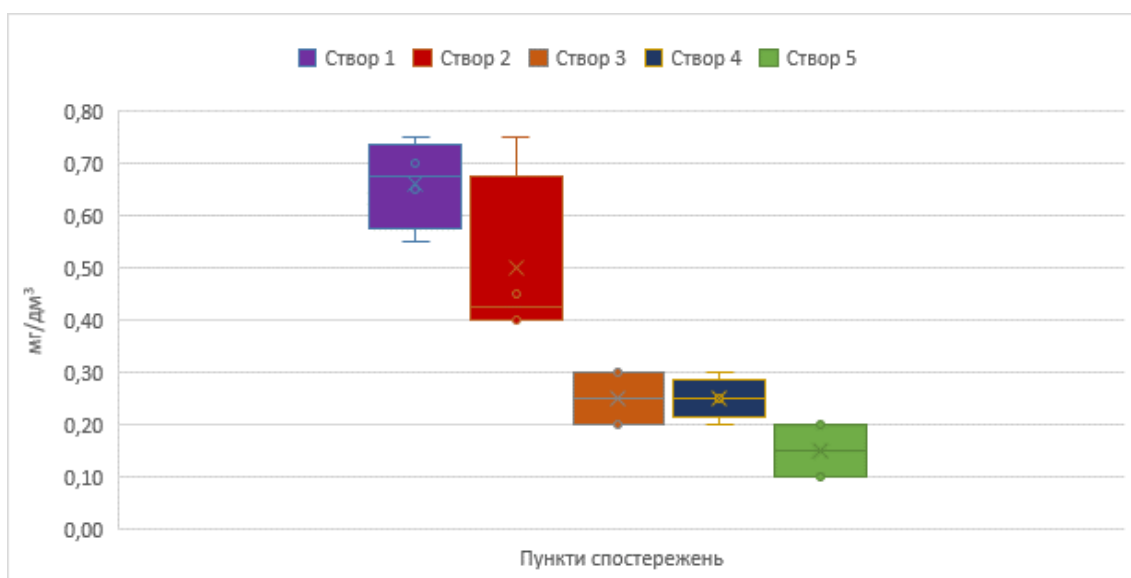


Рис. 4. Результати визначення вмісту нафтопродуктів на території смт Андріївка у 2021 році

У випадку вуглеводневого забруднення такий прийом можна використати досить умовно, оскільки до складу нафтопродуктів входять десятки різних вуглеводнів, для більшості з яких ГДК не встановлено як для води водних об'єктів.

Перспективи використання результатів дослідження. У зв'язку з вищенаведеним, при визна-

ченні допустимого вуглеводневого навантаження на природне середовище доцільно враховувати, поряд з встановленими гранично допустимими концентраціями нафтопродуктів для відповідних компонентів, результати оцінки стану біотичної складової наземних і водних екосистем за допомогою біологічних показників.

Література

1. Пиковский Ю. И. Геохимические особенности техногенных потоков в районе нефтедобычи. *Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состоянии экосистем*. М.: Наука, 1981. С. 134-148.
2. Пиковский Ю. И., Солнцева Н. П. Геохимическая трансформация дерново-подзолистых почв под влиянием потоков нефти. *Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состоянии экосистем*. М.: Наука, 1981. С. 149 – 154.
3. Sililo O.T. Migration and attenuation of organic contaminants in the unsaturated zone: Field experiments in the Western Cape, South Africa / *Ground-water in the Urban Environment: Problems, Processes and Management*. Rotterdam: Balkema, 1997. P. 181 – 186.
4. Васильев А. Н., Журавель Н. Е., Клочко П. В. Организация гидрохимического мониторинга в условиях нефтегазоносного северо-востока Украины. – Харьков: Экограф, 2001. 112 с.
5. Крайнюков О.М. Особливості розповсюдження вуглеводневого забруднення та оцінка його впливу на геоекологічний стан басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області: автореф. дис. канд. геогр. наук : 11.00.11. Харків. 2007. 20 с.
6. Унифицированные методы исследования качества вод. Часть 1. Методы химического анализа вод. – Том 1. *Основные методы*. М.: СЭВ, 1987. С. 538 – 550.
7. Крайнюкова А. М. Біотестування – метод оцінки токсичних властивостей компонентів природного середовища та джерел їх забруднення. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. Харьков: Райдер, 2006. С. 15 – 33.
8. Krainiukov, O., Nekos, A., Kochanov, E., Buts, Yu., Miroschnyenko, I. Biomonitoring of soil quality within the limits of the oil refining enterprise. *14th International Scientific Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*, 10–13 November 2020, Kyiv, Ukraine. P. 49 – 51.
9. Крайнюков, О., Якушева, А. Дослідження можливості використання *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Crustacea) у короткостроковому випробуванні при встановленні екологічних стандартів якості води в Україні. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, Серія «Геологія. Географія. Екологія»*, 2020. (51), С. 199-206. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-51-14>.