

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-3-67-4>

УДК 502.36

Рикусова Н.І., Шестопапов О.В., Щукіна Л.П.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВИДОБУТКУ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Анотація. У статті проведено аналіз причин забруднення навколишнього природного середовища в процесі розробки нафтогазових родовищ. Визначено, що під час спорудження свердловини використовують матеріали та хімічні реагенти різного ступеня екологічної небезпеки. Охарактеризовані основні підприємства, що негативно впливають на довкілля Полтавщини. При оцінюванні екологічної небезпеки процесу буріння свердловин розглянуто властивості бурових стічних вод, та, як основної їх складової, відпрацьованого бурового розчину. За значенням коефіцієнту небезпеки визначено ступінь небезпеки бурового розчину, що використовується на одній з свердловин нафтогазовидобувного підприємства Полтавської області. Проаналізований взаємозв'язок між індексами загальної кількості захворювань і добувної промисловості та розроблення кар'єрів Полтавського регіону.

Ключові слова: бурові стічні води, буріння, видобуток нафти та газу, екологічна небезпека, захворювання.

Rykusova Nadiia, Shestopalov Oleksii, Shchukina Liudmyla
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

ANALYSIS OF INFLUENCE OF OIL AND GAS EXTRACTION ON THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF POLTAVA REGION

Summary. The article analyzed the causes of the environment pollution during development of oil and gas fields. It is determined that during construction of a well, materials and chemical reagents of various degrees of environmental hazard were used. The main toxic chemical elements that are part of drilling mud were described. The characteristic of the main types of drilling waste was given. The main enterprises, which have a negative influence on the environment of Poltava region, were described. In assessment of the ecological hazard of the well drilling process, the properties of drilling wastewater, as well as its main component, drilled mud, were considered. By the value of hazard ratio, the degree of danger of drilling mud used on one of the wells of the oil and gas industry in Poltava region was determined. Impact of oil and oil products that can get into water reservoirs and suppress the livelihoods of hydrobionts was estimated. The sump and sumpless technologies of drilling of oil and gas wells were described. Defects of the sump drilling method were revealed and the consequences of the chemical substances entering the aquifers with drinking water were described. The most widespread types of diseases in the population of Poltava region in recent years were analyzed. The first identified diseases found in Poltava and the villages of Poltava region were described. The correlation between the indices of the total number of diseases and extractive industry and development of careers in Poltava region was analyzed. It is proposed to use the method of purification of drill wastewater using coagulants and flocculants, as well as regeneration and reuse of the processed drilling mud instead of dumping it in slurry pits with subsequent remediation. The use of technical means for increasing environmental safety was rationalized.

Keywords: drilling wastewater, drilling, oil and gas extraction, environmental hazard, diseases.

Постановка проблеми. Під час процесу буріння свердловини утворюються рідкі відходи буріння (відпрацьований буровий розчин та бурові стічні води), які містять вуглеводні та інші токсинні хімічні сполуки (наприклад, поліакриламід (ПАА), конденсовану сульфїтспиртову барду (КССБ), карбоксиметилцелюлозу (КМЦ), понижувач в'язкості ТПНФ, солестійкий полімер Dk-Drill, понижувач інтенсивності утворення каверн DKS-extender, понижувач фільтрації бурового розчину Сайпан (Saipan), Сульфацил-1 (Sulphocel-1) та ін.) [1]. Для недопущення попадання відходів буріння на територію бурової площадки і міграції токсичних речовин в природні об'єкти створюється інженерна система організованого їх збору, зберігання, знешкодження, яка передбачає спорудження шламових амбарів [2]. Всі відходи буріння скидаються у шламові амбари або шламонакопичувачі, якщо відразу неможливо переробити, утилізувати чи вивезти ці відходи на спеціальні полігони. Вони можуть негативно впливати на навколишнє середовище

та здоров'я людей, що мешкають неподалік нафтогазовидобувних районів [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В останні роки у публікаціях приділяється увага покращенню властивостей ізолюючої плівки, що устилає дно амбару. Пропонується відмова від використання хімічних реагентів високої токсичності для приготування бурового розчину та перехід на безамбарну технологію проведення бурових робіт. На жаль, безамбарна технологія буріння потребує значних організаційних та матеріальних витрат, тому використовується рідко.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. При амбарній технології проведення бурових робіт забруднюючі сполуки випаровуються з поверхні шламових амбарів, а також під час аварійного розливу вуглеводнів та інших речовин, потрапляють у повітря і переносяться на величезні відстані вітром. Потрапляючи в ґрунт, а з його поверхні зі стоком потім у річки, вони також просочуються у ґрунтові води. Таким чином, забруднюючі речовини з бу-

рових стічних вод розповсюджуються на великі площі і можуть не тільки забруднювати повітря, але й виявитися у рослинах та колодязях з питною водою у місцевих жителів, створюючи небезпеку для їх здоров'я [4].

Можливість утилізації і переробки рідких відходів буріння на сьогоднішній день повністю не вирішена. Саме тому питання екологічної безпеки та стану здоров'я населення, що мешкає в районах видобутку нафти та газу, потребує детального аналізу і є актуальним.

Мета статті. Метою роботи є аналіз впливу підприємств нафтогазовидобування на довкілля та здоров'я населення, що мешкає неподалік району видобутку вуглеводнів.

Для досягнення цієї мети потрібно вирішити наступні задачі:

- дослідити кількість, напрям діяльності та об'єм викидів нафтогазовидобувних підприємств на прикладі Полтавської області;
- проаналізувати розрахункові методи оцінки класу небезпеки бурового розчину та визначення впливу видобувних підприємств на довкілля;
- проаналізувати найпоширеніші види захворювання у населення Полтавщини за останні роки;
- оцінити вплив нафтогазовидобувних підприємств на захворюваність мешканців районів розвідки та розробки вуглеводневих родовищ;
- обґрунтувати застосування технічних засобів по підвищенню екологічної безпеки.

Виклад основного матеріалу. Одним з основних промислових центрів України з видобутку вуглеводнів є Полтавський регіон. На території Полтавської області розвідано та експлуатується багато газових, нафтових, нафтогазоконденсатних і газоконденсатних родовищ. Індекси добувної промисловості у відсотках за останні роки залишаються високими та майже не змінюються (рисунок 1).

За покладами вуглеводнів область займає провідне місце в Україні (до 30% запасів України). Нафта, газ та конденсат добуваються переважно в західній і північно-західній частині області [6].

Багато з підприємств енергетичного та нафтогазовидобувного комплексу, а саме такі як ПАТ «Укртатнафта», Кременчуцьке лінійно-виробниче управління магістральних газопроводів, ГПУ «Полтавагазвидобування», НГВУ «Полтаванафтогаз», ТОВ «ТАТнефть-АЗС-Україна» і ТОВ «Кременчукнафтопродукт груп» становлять підвищену екологічну небезпеку [5].

У процесі буріння нафтогазових свердловин створюються значні техногенні навантаження на об'єкти гідро-, літо- та біосфери [3].

Видобуток вуглеводнів на Полтавщині здійснюють 13 підприємств різних форм власності у 17 районах області. 73,6% видобутку газу та 79,1% видобутку нафти з газовим конденсатом припадає на два підприємства – філію ГПУ «Полтавагазвидобування» АТ «Укргазвидобування» та НГВУ «Полтаванафтогаз» ПАТ «Укрнафта». У минулі роки державні підприємства видобували 80% газу на території області. На сьогодні наращують обсяги видобутку приватні підприємства, найбільшим з яких є ПрАТ «Нафтогазвидобування».

Сьогодні АТ «Укргазвидобування» здійснює розробку 140 родовищ вуглеводнів в Україні. Фонд діючих свердловин становить близько 2500 [7].

ГПУ «Полтавагазвидобування» має на своєму балансі близько 500 свердловин, 1200 км трубопроводів та інші об'єкти переробки природного газу та газоконденсату. Установа сайклінг-процесу (УСП) «Тимофіївка» зазначеного управління у 2015 році викинула 874,571 т забруднюючих речовин, що на 198,776 т (або на 22,7%) більше, ніж у попередньому році. Викиди підприємства складають більше чверті викидів (26,65%) стаціонарними джерелами Гадяцького району, в якому воно розташоване. У 2014 році викинуто 675,795 т (близько 25% викидів району); у 2013 році викинуто 819,929 т (29,5% викидів району); у 2012 році викинуто 832,081 т (25,2% викидів району).

Нафтогазовидобувне управління (НГВУ) «Полтаванафтогаз» експлуатує майже 300 сверд-

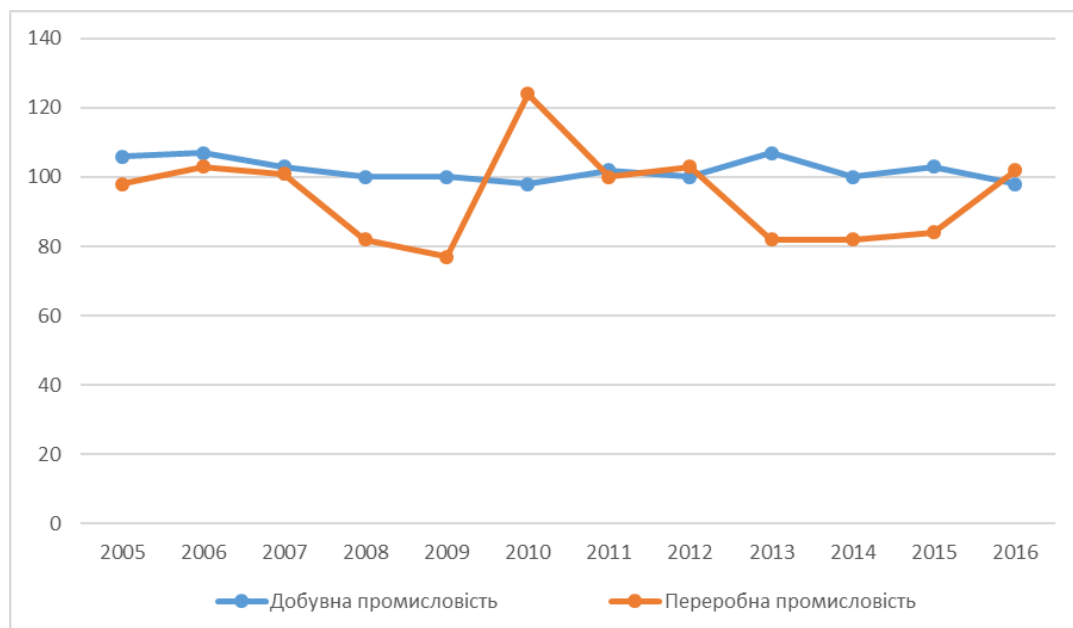


Рис. 1. Індекси промислової продукції за видами діяльності у відсотках до попереднього року [5]

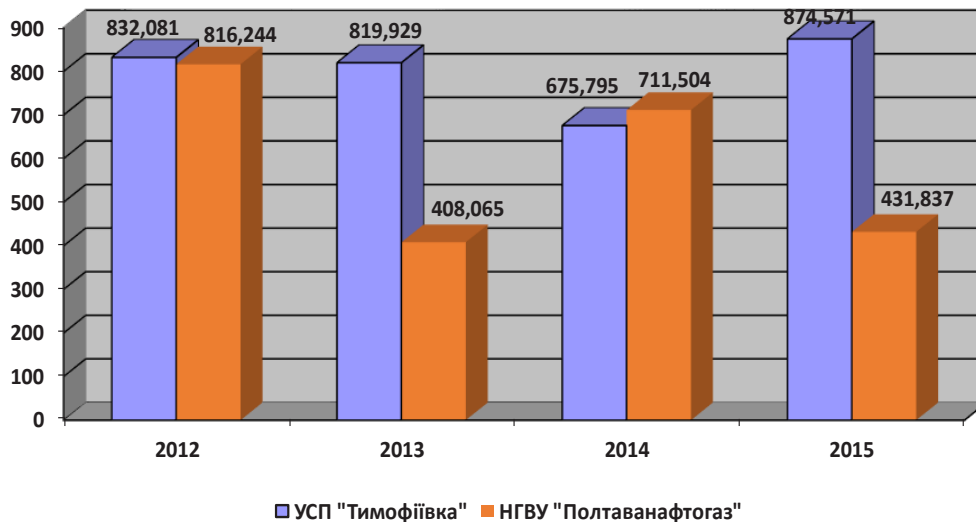


Рис. 2. Викиди нафтогазових підприємств у довкілля, тонн

ловин, близько 1000 км трубопроводів. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від об'єктів НГВУ, розташованих у с. Качаново, у 2015 році становили 431,837 т; у 2014 році викинуто 711,504 т; у 2013 році викинуто 408,065 т; у 2012 році 816,244 т (рисунк 2) [5].

Вищенаведені дані свідчать про значний вклад нафтогазовидобувної та переробної галузей у забруднення довкілля Полтавської області. Розглянемо більш детально негативні екологічні аспекти, які виникають при видобуванні нафту і газу.

Ступінь небезпеки відходів буріння для довкілля визначають реагенти, що використовуються при бурінні. Частина відпрацьованого бурового розчину разом з водою після обмивання технологічних площадок та обладнання потрапляє у шламонакопичувачі, утворюючи бурові стічні води (БСВ). Фізико-хімічний склад БСВ коливається в широких межах і залежить від кількості бурового розчину та хімічних реагентів, які входять до складу розчину.

Для надання буровому розчину необхідних властивостей та параметрів для конкретного інтервалу буріння у сучасній практиці застосовують близько 40 основних реагентів та більше 100 їх модифікацій, що зумовлює віднесення бурового розчину до токсичних речовин, які при надходженні у навколишнє середовище порушують його рівновагу [8].

Хімічний склад бурового розчину, який використовується в процесі буріння свердловини, коливається в доволі широких межах залежно від його призначення, геолого-технічних умов буріння, конкретного інтервалу буріння і методу буріння, але існує також набір обов'язкових складників. Невід'ємними компонентами будь-якого глинистого бурового розчину є глино-порошки: бентонітовий (основний глинистий мінерал – монтморилоніт), палигорськітовий (основний глинистий мінерал – атапульгіт). Глину використовують як структуроутворювач бурового розчину і регулятор в'язкості. Під час буріння свердловини та розкриття відкладів з аномально високими пластовими тисками буровий розчин необхідно обважнювати,

для чого застосовують обважнювачі: баритовий (безводний сульфат барію) та гематитовий. Як регулятор рН рідини для досягнення необхідних параметрів, застосовують каустичну соду, вапно, лимонну кислоту та ін. Поверхнево-активні речовини (ПАР) також входять до складу бурових розчинів. Найбільш поширеними ПАР є такі: сульфонол, савенол, дісолван, стеарокс, савенол, жиринокс, неонол та різні оксидетиловані спирти. Для дегазації бурового розчину використовують реагенти-піногасники: МАС-200, АМ-5, пентакс, синтетичні жирні кислоти тощо. При необхідності підтримання густини бурового розчину використовують реагенти-стабілізатори (вугле-лужний реагент, карбоксиметилцелюлоза, КССБ, Полігум-К, гідролізований поліакриламід), реагенти-розріджувачі (феррохромлігносульфонат, РВ-СМ, РЗМ, лігноксин тощо). Крім того, в рецептурах застосовують такі речовини як вапно, бікарбонат натрію, різні типи солей, термостабілізатори, емульгатори, змащувальні домішки, інгібітори корозії, біоциди тощо [9].

Розрахунок індексу небезпеки для нафтогазовидобувних районів

Відходи буріння характеризуються класом (індексом) небезпеки, який визначається за методикою [10] та розраховується для кожного компоненту за формулою:

$$K_i = \frac{ГДК_i}{(S + 0,1 * F + C_p)_i} \quad (1)$$

де: F – коефіцієнт летючості реагенту;

$ГДК$ – гранично допустима концентрація небезпечної хімічної речовини, яка міститься у відході, в ґрунті, мг/кг ґрунту;

S – коефіцієнт, який відображає розчинність хімічної речовини у воді, безрозмірний, значення коефіцієнту знаходиться в інтервалі від 0 до 1;

i – порядковий номер реагенту;

C_p – загальний вміст реагенту в БСВ (%).

Так, наприклад, у табл. 1 наведені складові бурового розчину, який використовується на одній з свердловин нафтогазовидобувного підприємства Полтавської області та розраховані за формулою (1) індекси небезпеки.

Таблиця 1

Склад бурового розчину однієї з свердловин видобутку газу

№ з/п	Назва реагенту	Клас токсичності	Концентрація у відходах, %	Індекс небезпеки
1	Глинопорошок	4	0,43	93996,2
2	ВЛР	4	0,55	5498,4
3	Кальцинована сода	3	0,11	2209,6
4	Графіт	4	0,79	5985,4
5	AbramiX	3	0,55	687,3
6	Поліаніонна целюлоза	4	0,09	3022,7
7	РПС	4	0,15	55024,4
8	Хлорид калію	4	2,93	146,1
9	Detergent	4	0,11	7913,1
10	Вапно	2	0,08	9059,4
11	Superlub	4	0,12	7860,2
12	Мастильна добавка (ДМ-ДС)	4	2,15	1861,8
13	ПАА	3	0,01	16871,6
14	ПАР	4	0,02	13954,5
15	Піногасник	4	0,14	21161,4
16	Хлорид натрію	3	1,29	91,1
17	КМЦ	3	0,10	5560,9
18	Біокар-концентрат	3	1,66	390,4
19	Органічний блокатор К-200	4	0,42	2407,5
20	Карбонатний блокатор	4	3,53	2265,7
21	Антиферментатор	3	0,06	2623,6
22	Біополімер	4	0,06	5798,3
23	Модифікований крохмаль	4	0,12	3333,3

Таблиця 2

Класифікація небезпечних речовин на основі ГДК у ґрунті

Розрахункова величина К за ГДК у ґрунті	Клас небезпеки	Ступінь небезпеки
Менше 2	I	надзвичайно небезпечні
Від 2 до 16 включно	II	дуже небезпечні
Понад 16 до 30	III	помірно небезпечні
Більше 30	IV	малонебезпечні

Розраховуючи індекс небезпеки (K_i) для окремих компонентів відходів, вибирають 2-3 основні компоненти з мінімальним показником K_i , крім того, при виконанні таких умов:

$$K_1 < K_2 < K_3; 2K_1 \geq K_2.$$

Сумарний індекс небезпеки визначається за формулою:

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i \quad (2)$$

де $n < 3$

Аналізуючи дані (табл. 1), можна зробити висновки, що реагенти, які доцільно використовувати для розрахунку індексу небезпеки: хлорид натрію, хлорид калію, біокар-концентрат.

Враховуючі обрані хімічні сполуки: хлорид натрію (індекс небезпеки 91,1); хлорид калію (індекс небезпеки 146,1); та біокар-концентрат (індекс небезпеки 390,4) перевіряємо обов'язкову умову.

$$K_1 < K_2 < K_3; 91,1 < 146,1 < 390,4.$$

Умова $2K_1 \geq K_2$, виконується: $2 \cdot 91,1 > 146,1$

Визначимо сумарний індекс небезпеки, використовуючи формулу (2):

$$K_i = \frac{1}{3^2} (91,1 + 146,1 + 390,4) = 69,7$$

Відповідно до розрахунків, коефіцієнт небезпеки: $K_i = 69,7$.

За значенням коефіцієнту небезпеки визначається ступінь небезпеки бурового розчину за таблицею 2.

За величиною індексу токсичності (небезпеки), яка визначена з урахуванням показника ГДК (ОДК), досліджувані сполуки можна розташувати в ряд: глинопорошок > РПС > піногасник > ПАА > ПАР > вапно > detergent > superlub > графіт > біополімер > КМЦ > ВЛР > модифікований крохмаль > поліаніонна целюлоза > антиферментатор > органічний блокатор К-200 > карбонатний блокатор > кальцинована сода > мастильна добавка (ДМ-ДС) > AbramiX > біокар-концентрат > хлорид калію > хлорид натрію.

На підставі аналізу даних табл. 1 та 2, а також розрахунків можна зробити висновок, що запропоновані хімічні реагенти утворюють бурові відходи четвертого класу небезпеки і відносяться до малонебезпечних. В той же час, слід констатувати, що методика визначення класу небезпеки відходів буріння (надлишкового бурового розчину, який скидається в амбар) не враховує можливості зміни хімічного складу бурового розчину

в процесі буріння та насичення його розчинними речовинами з вибуреної породи, у тому числі і іонами важких металів. В спеціальній та науковій літературі дуже мало даних щодо дослідження хімічного складу відпрацьованого бурового розчину та бурових стічних вод. Крім того, при виникненні аварійної ситуації, а саме при пошкодженні ізолюючої дно шламових амбарів плівки, попадаючи у ґрунтову воду, такі хімічні елементи як вапно, кальцинована сода, хлорид натрію та хлорид калію призведуть до збільшення мінералізації та жорсткості ґрунтових вод за рахунок іонів Са. Також, ймовірно, після попадання у ґрунтову воду відбудеться збільшення вмісту хлоридів.

При приготуванні бурового розчину під час завантаження порошкоподібних матеріалів у глиномішалку, що знаходиться у блоці очистки і приготування бурового розчину, відбувається також викид пилу в атмосферне повітря. Винос в атмосферу дрібних часток пилу у вільному стані у вигляді аерозолів відбувається при завантаженні таких матеріалів, як глинопорошок. Всі інші матеріали при завантаженні не утворюють аерозолів.

Дослідженнями автора [11] встановлено, що біля шламонакопичувача відбувається зміна кислотності та мінералізація ґрунтових вод. Також поблизу шламових амбарів може спостерігатися підвищення концентрації хлоридів, важких металів та нафтопродуктів в ґрунтах і ґрунтових водах.

При потраплянні в ґрунти відпрацьованого бурового розчину (ВБР), бурової стічної води чи вибуреної породи, які містять токсичні сольові компоненти, а також нафту і нафтопродукти можуть різко погіршуватися всі властивості ґрунтів, та, як наслідок, падає врожайність вирощуваних на таких ділянках культур. При вмісті у складі ВБР чи бурової стічної води більше 15% нафти і нафтопродуктів навіть на родючих чорноземах врожайність сільгоспкультур різко спадає до критичного рівня та ґрунти не відновлюються на протязі 3-6 років. Ґрунт залишається майже неродючим впродовж довгого часу навіть за умови проведення рекултивационних робіт [12]. Ступінь засоленості ґрунту, як правило, є неоднорідним за профілем та по площі, це відбувається внаслідок нерівномірного перемішування відходів буріння.

Під час процесу буріння, випробовування та освоєння свердловини використовується вода для вирішення технологічних завдань. Найчастіше – це води для охолодження та промивання бурового обладнання, які змінюють свій фізико-хімічний склад та властивості в незначній мірі після проходження крізь віброштанга, омивання штоків бурових насосів, охолодження дизельного приводу та ін. Досліджено [8], що у бурових стічних водах з гідрогальма вміст завислих речовин збільшується у 30 разів, а нафтопродуктів і органічних речовин за хімічним споживанням кисню (ХСК) у 20 разів. У воді, що використовується для охолодження штоків бурового насоса, такі показники, як ХСК та завислі речовини зростають у 20-30 разів, а нафтопродукти – у 60 разів відносно кількості забруднюючих речовин до потрапляння в цикл охолодження.

Основним забруднювачем при промиванні бурового інструменту є відпрацьований буровий розчин. Дані на одній зі свердловин показують, що вміст завислих речовин при промиванні бу-

рового інструменту зростає до 250 разів, нафтопродуктів – до 260 разів, органічних речовин (за ХСК) – до 60 разів [13].

Нафтопродукти, які містяться у БСВ, знаходяться у плаваючому, розчиненому та емульгованому стані. Основна їх частина зосереджена на поверхні амбару в плаваючому вигляді. Емульгована нафта знаходиться у воді у вигляді завислих глобул, розмір яких коливається в межах від десятих часток до сотень мікрометрів. Глобули стабілізовані поверхнево-активними речовинами, що використовуються для приготування бурового розчину

Якщо нафта чи нафтопродукти потрапляють у водойми, то це здійснює токсичний вплив на життєдіяльність гідробіонтів та зменшує концентрацію розчиненого кисню. Наприклад, при недостатньому вмісті кисню виникають різні порушення в будові зародків риби. При зниженні кисню у воді, мальки не можуть заповнити плавальний міхур повітрям, піднятися на плаву і почати харчуватися, і, як слідство, гинуть. Підвищення вмісту біогенних елементів призводить до ефтрофікації водойми, прозорість води різко падає, сонячні промені майже не проникають у воду, та не відбувається процес фотосинтезу. Без фотосинтезу гинуть донні рослини, і потім відбувається загибель організмів, які використовували для життєдіяльності донні рослини.

На жаль, шламовий амбар (рис. 3), в який скидаються рідкі відходи буріння, є спорудою негерметичною. Витоки забруднюючих речовин можуть фільтруватись через пошкодження протифільтраційного екрану, який вистилає дно амбару. Постійно відбувається випаровування з дзеркала амбару. При неналежному контролі за наповненням амбару та несвоєчасним очищенням можливі перетоки рідкої фази відходів через верхню межу амбару. Ці викиди призводять до негативних наслідків для довкілля.

Також проникнення нафти і бурових стічних вод в підземні прісноводні горизонти можливе через пориви кондуктора експлуатаційної колони, за рахунок перетоків через неякісний цементний камінь за колоною.

За природою нафта є дуже токсичною речовиною, ця токсичність пояснюється присутністю легких ароматичних вуглеводнів (толуол, ксилол, бензол), нафталіну і ряду інших фракцій нафти. Такі складові нафти, як бензол і толуол є високотоксичними речовинами, однак вони легко випаровуються. Більш важкі елементи нафти, такі як багатоядерні ароматичні вуглеводні, наносять куди більшу шкоду, вони не так токсичні, але впливають на навколишнє середовище впродовж більш довгого часу.

Склад і хімічні властивості нафти залежать від місця та глибини видобутку і можуть коливатися у доволі широких межах. Досліджено, що основою нафти є вуглець і водень – відповідно 79,5-87,5 і 11,0-14,5% від маси. Також у нафтах присутні ще три елементи – сірка, кисень і азот. Вміст цих хімічних сполук незначний і характеризується в межах від 0,5 до 8%. У малих концентраціях у нафтах зустрічаються метали – ванадій, нікель, залізо, алюміній, мідь, магній, барій, стронцій, манган, хром, кобальт, молібден, калій, натрій, цинк, кальцій, срібло, галій та ін.,



Рис. 3. Вигляд шламового амбару, в який скидаються рідкі відходи буріння

а також бор, арсен, йод. Загальний склад цих металів майже не перевищує 0,02-0,03% від маси нафти [14].

Токсична дія нафти та її продуктів виявляється в їх впливі на здоров'я людини. При цьому найбільш шкідливими вважаються сполуки сірководню з вуглеводнем. Рідкі нафтопродукти чинять найбільш негативний вплив на шкіру, пари ароматичних сполук відрізняються наркотичним впливом. Всі вуглеводні негативно діють на серцево-судинну систему людини і знижують гемолітичні показники крові (вміст гемоглобіну й еритроцитів), можливими є ушкодження печінки і порушення в роботі ендокринного апарату. На жаль, реалізація нафтопродуктів не може здійснюватися без людської участі, отже важливо не допускати попадання забруднювачів в організм і на шкіру.

Основним та найбільш поширеним технологічним методом, який застосовується для очищення БСВ, є фізико-хімічний метод очистки, а саме реагентна коагуляція. Мета цього методу – інтенсифікація осадження мінеральних і органічних забруднюючих речовин, що перейшли до стану суспензії, та доведення параметрів очищеної води до нормативних показників, які дозволяють використовувати її в цілях іригації або повторно для технологічних потреб бурової установки. На практиці використовуються два основні коагулянти: алюміній сульфат та хлорид заліза (III).

Алюміній сульфат шкідливий при ковтанні або вдиханні, в організм він може потрапити через органи дихання та викликати подразнення верхніх дихальних шляхів [15]. При надходженні в організм людини великої кількості сульфату алюмінію можуть спостерігатися ураження нервової системи (розвиток хвороби Альцгеймера, бічного аміотрофічного склерозу, паркінсонічного недомства). Професійне захворювання у праців-

ників, зайнятих на роботах з приготування такого коагулянту, носить назву алюміноз легенів і супроводжується зморщуванням легенів (тобто поступовим заміщенням легеневої тканини фіброзною), атеросклерозом (особливо судин бронхів), втратою апетиту, кашлем, іноді болями в плунок, нудотою, запорами, болями у всьому тілі, дерматитами і зміною крові (збільшенням кількості лімфоцитів і еозинофілів). Для недопущення проникнення в організм сульфату алюмінію використовують засоби індивідуального захисту [16].

Аналіз захворюваності населення Полтавської області

Показники захворюваності і смертності населення залежать від великої кількості факторів – соціальних, економічних і, не в останню чергу, екологічних. На стан здоров'я людей впливають всі складові довкілля – і повітря, і вода, і ґрунти, і біота.

Більшість забруднювачів (53,3%) проникає в організм людини через органи дихання. Також різноманітні забруднювачі, які з атмосферними осадами потрапляють у ґрунт, а потім через природні ланцюги в організм людини, негативно впливають на здоров'я населення, збільшуючи ризик виникнення різних хвороб [17]. Населення, що проживає в місцях промислового забруднення, частіше хворіє на респіраторні захворювання, хвороби ендокринної та нервової систем, хвороби органів травлення, на гіпертонію та на ішемічну хворобу серця.

Встановлено, що близько 15% населення міст України проживає в умовах слабого забруднення повітря, 53% – значного, 24% – сильного та 7,6% – дуже сильного забруднення. Визначено, що 68% населення проживає в містах, які вважаються небезпечними для життєдіяльності людини [18].

Кількість наявного населення на кінець 2016 року за даними Полтавського обласного управління статистики становила 1426828 осіб, з яких 885606 осіб мешкають у міських поселеннях, 541222 – у сільській місцевості.

Сумарна кількість вперше виявлених захворювань у Полтавській області та м. Полтава на проміжку 2013-2017 рр. [19] представлена на рисунку 4.

На рисунку 4 представлена кількість вперше виявлених, найбільш поширених захворювань у Полтавській області та м. Полтава, що виникли, у тому числі, під впливом промислових та нафтогазовидобувних викидів за 2013-2017 рр.

З наведених даних можна зробити висновок, що у 2016 році порівняно з 2015 роком загальна кількість захворювань збільшилась на 5%. Кількість хвороб кровообігу збільшилась майже на 2%, хвороб органів дихання – на 13%, хвороб шкіри та підшкірної клітковини – майже на 2,5%, проте кількість захворювань нервової системи зменшилась на 8%. У 2017 році, на відміну від попереднього 2016 року, кількість захворювань знизилась майже на 8%, хвороби крові, кровотворних органів та окремі порушення із залученням імунного механізму зменшились майже на 6%, відбулося несуттєве зниження хвороб кровообігу та нервової системи, цей показник наближується до 3%. Найбільш значним зниженням кількості випадків характеризуються хвороби органів дихання, а також хвороби шкіри та підшкірної клітковини, їх показник зменшився на 12% у порівнянні з попереднім роком [19].

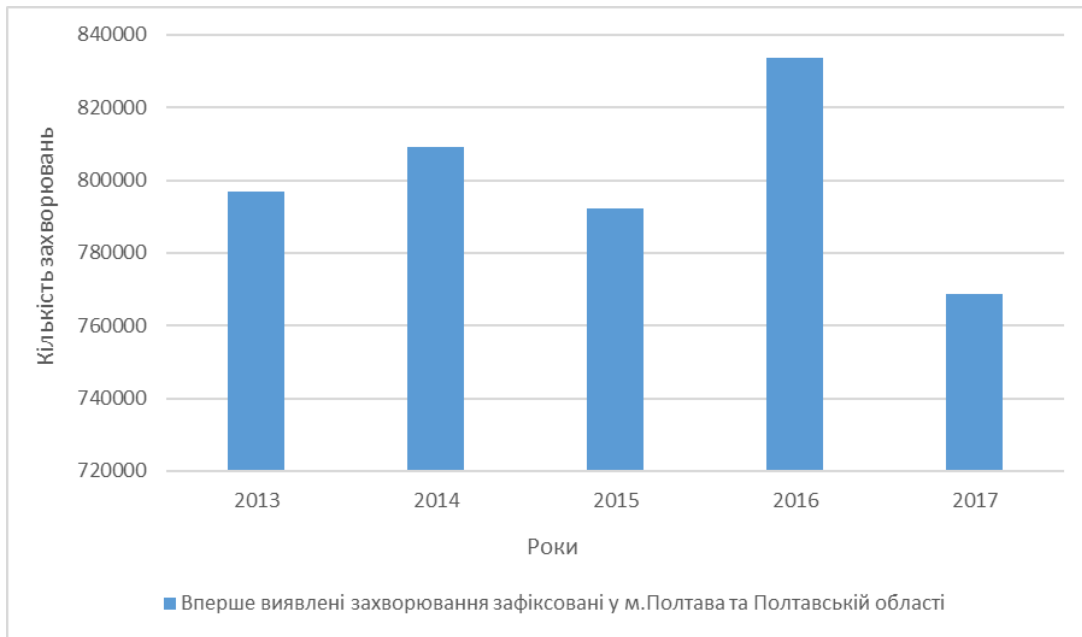


Рис. 4. Сумарна кількість вперше виявлених захворювань у Полтавській області та м. Полтава

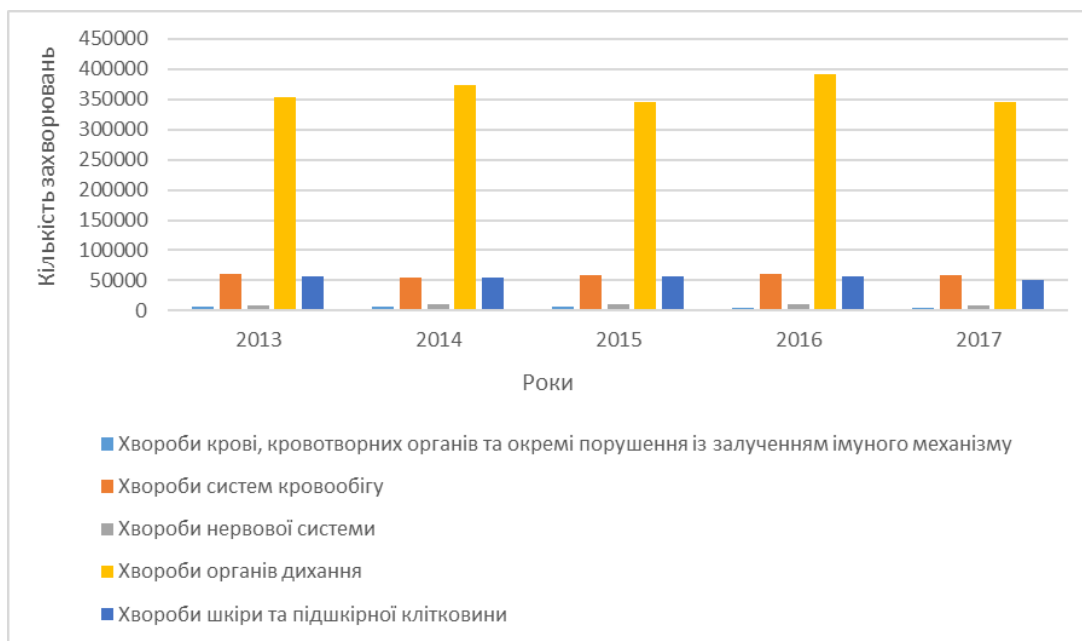


Рис. 5. Кількість зареєстрованих захворювань, у тому числі тих, що виникли під негативним впливом промисловості та нафтогазовидобування у Полтавській області та м. Полтава [19]

На рисунку 6 представлені індекси загальної кількості захворювань і добувної промисловості та розроблення кар'єрів Полтавського регіону за період з 2013 р. по 2017 р. [20].

Індекс захворювань визначається як відношення середнього значення захворювань (800088 одиниць) за досліджуваній період (з 2013р. по 2017 р.) до кількості зареєстрованих захворювань за кожний досліджуваний рік.

Індекс добувної промисловості та розроблення кар'єрів рахується як відношення об'єму видобутку добувної промисловості за поточний рік до об'єму видобутку за попередній рік.

Загальний рівень забруднення атмосферного повітря на Полтавщині характеризується як

низький, проте навіть низькі концентрації забруднюючих речовин при тривалому надходженні в організм людини можуть призводити до хронічних захворювань.

Аналізуючи статистичну інформацію можна зробити висновок, що докорінно видобування вуглеводнів не несе прямого негативного впливу на здоров'я місцевих жителів, тому що кількість захворювань збільшується та зменшується незалежно від обсягів видобування нафти та газу на протязі досліджуваних 2013-2017 років. Проте відсутність прямої кореляції між наведеними статистичними даними не виключає наявності негативного впливу нафтогазовидобування на здоров'я населення, а лише свідчить, що наявних у статистичних джере-

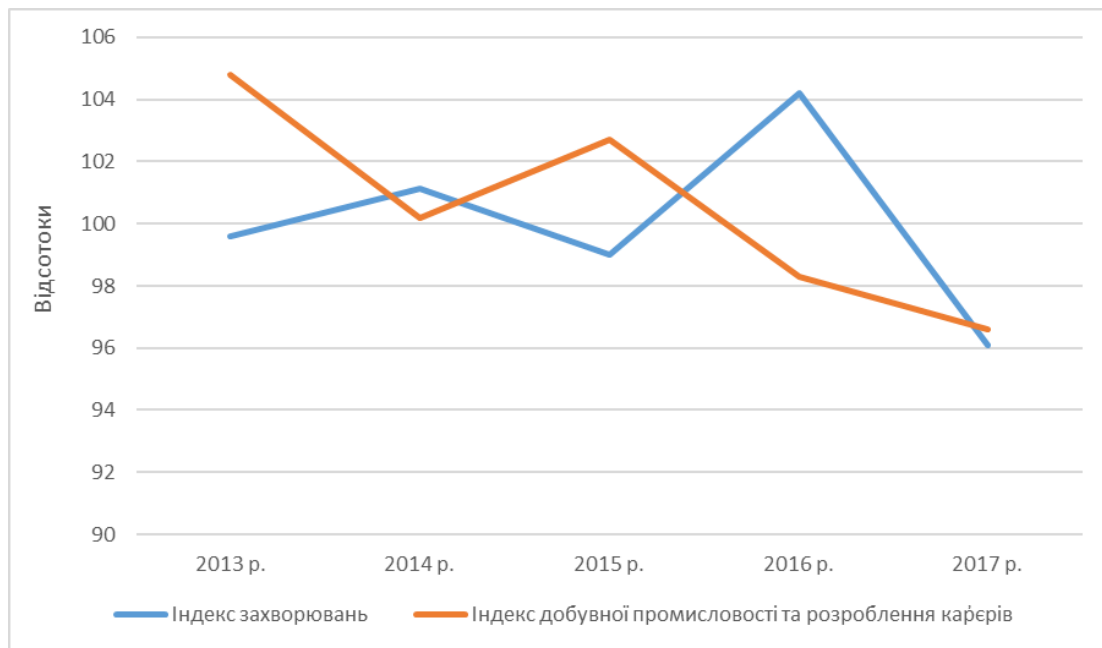


Рис. 6. Індекси захворювань і добувної промисловості та розроблення кар'єрів Полтавського регіону за період з 2013 року по 2017 рік

лах інформації недостатньо, і це питання потребує більш детальних досліджень.

Шляхи зменшення екологічного ризику

Для мінімізації та виключення негативних наслідків пропонується зменшення екологічної небезпеки процесів буріння за рахунок зведення до мінімуму кількості утворення токсичних відходів. Основними задачами у цьому плані є [21]:

- відмова від використання хімічних реагентів високої токсичності та їх заміна на нетоксичні або малотоксичні;
- регенерація та повторне використання відпрацьованого бурового розчину замість скидання його у шламові амбри з подальшою їх рекультивацією;
- переробка та утилізація відходів твердих відходів буріння та бурових шламів замість їх захоронення;
- перехід до безамбарного способу буріння та замкненого циклу;
- дотримання санітарно-захисної зони при проектуванні та будівництві бурової площадки та амбарів;
- недопущення попадання неочищених бурових стічних вод у навколишнє середовище;
- чітке виконання рецептури при приготуванні бурового розчину.

Висновки та пропозиції. Під час буріння нафтогазових свердловин створюються значні техногенні навантаження на об'єкти гідро-, літо- та біосфери. Багато нафтогазовидобувних підприємств Полтавщини становлять підвищену екологічну небезпеку. Існує певний ризик для здоров'я населення у разі виникнення аварійних ситуацій, спричинених через людський фактор, таких як разгерметизація амбарів, потрапляння забруднюючих речовин у ґрунтові води і ін. Встановлено, що хімічні реагенти, які застосовуються при приготуванні бурового розчину у більшості випадків утворюють відходи четвертого

класу небезпеки і відносяться до малонебезпечних. Проте, при виникненні аварійної ситуації вони призведуть до збільшення мінералізації та жорсткості ґрунтових вод. В той же час ще недостатньо досліджені питання забруднення бурового шламу та накопичення забруднюючих речовин у бурових стічних водах внаслідок їх розчинення з вибуреної породи. Найбільш поширеними видами захворювань жителів нафтогазовидобувних районів, на які припустимо впливає досліджувана галузь є такі: хвороби крові, кровотворних органів та окремі порушення із залученням імунного механізму; хвороби системи кровообігу; хвороби нервової системи; хвороби органів дихання; хвороби шкіри та підшкірної клітковини. Статистична звітність свідчить, що максимальна кількість вперше зареєстрованих захворювань мешканців за звітний період (2013-2017 рр.) була виявлена у 2016 році та становила 833685 випадків, але це майже на 9% менше, ніж у 2010 р., коли кількість захворювання досягла 913229 одиниць. Опираючись на статистичні дані, простежимо коливання кількості захворювань з 2013 р по 2017 р. Максимальні відсоткові показники не перевищують 5% відхилень. Показано, що докорінно видобування вуглеводнів не несе прямого негативного впливу на здоров'я місцевих мешканців, тому що кількість захворювань збільшується та зменшується незалежно від обсягів видобування нафти та газу на протязі досліджуваних 2013-2017 років. Проте, локальне забруднення води та повітря в газонафтогазовидобувних районах може додавати негативного впливу в загальну екологічну ситуацію району. Аналіз впливу нафтогазовидобувного комплексу Полтавщини на стан здоров'я жителів показав, що рівень техногенного навантаження видобувної галузі є допустимим для здоров'я населення, що мешкає в районах розробки родовищ та вилучення вуглеводнів. Проте

існує ймовірність виникнення аварійних ситуацій, у тому числі й через людський фактор, які можуть нанести значної шкоди як довкіллю, так і призвести до збільшення захворюваності населення. Для запобігання погіршення екологічної ситуації в місцях видобутку вуглеводнів та підвищення кількості захворюваності людей пропо-

нується зменшення екологічного навантаження під час процесу буріння за рахунок зведення до мінімуму кількості утворених відходів та перехід на сучасні технології безамбарного буріння, а також перехід на утилізацію і переробку твердих відходів буріння та очищення бурових стічних вод за допомогою коагулянтів та флокулянтів.

Список літератури:

1. Ягафарова Г.Г., Барахніна В.Б. Утилізація екологічески опасных буровых отходов. *Сетевое издание «Нефтегазовое дело»*. 2006. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Yagafarova/Yagafarova_2.pdf (дата звернення: 12.03.2019)
2. РД 39-133-94. Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин на нефть и газ на суше. Москва, 1994.
3. Рикусова Н.І. Вплив на навколишнє природне середовище (НПС) бурових робіт та відходів буріння нафтогазових свердловин. *Вісник НТУ «ХП»*. Серія: *Механіко-технологічні системи та комплекси*. Харків, 2017. С. 98–102.
4. Адаменко Я.О., Качала Т.Б., Дескалеску А.-М., Орос В. Прогнозне забруднення нафтопродуктами транскордонних територій. *Науково-технічний журнал "Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування"*. 2014. С. 4–8.
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Полтавській області у 2015 році. Департамент екології та природних ресурсів. Полтава, 2016. 170 с.
6. Артамонов В., Міхно П., Голубінка Ю. Використання порушених земель Полтавської області. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2010. № 1(19). С. 315–322.
7. Офіційний сайт АТ «Укргазвидобування». URL: <http://ugv.com.ua> (дата звернення: 14.03.2019).
8. Пукіш А.В. Підвищення екологічної безпеки при спорудженні нафтогазових свердловин : дис. канд. техн. наук : 21.06.01. Івано-Франківськ, 2008. 141 с.
9. Рязанов Я.А., Карнаухов М.Л., Белов А.Е. Справочник по буровым растворам. Москва : Недра, 1979. 215 с.
10. ДСанПіН 2.2.7. 029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення».
11. Козицкая Ю.Н., Москвина И.Л. и др. Изменение физико-химического состава почв и грунтовых вод вблизи шламовых амбаров: *Мат. Всероссийской конф. «Экологические проблемы промышленных регионов»*. Екатеринбург, 2004. С. 187–189.
12. Ежов М.Ю., Терпелец В.И., Шеметов В.Ю., Шишов В.А., Маркина И.Г. Влияние отработанных буровых растворов на загрязнение почв. Деп. в ВНИИТЭИ Госагропрома СССР. ФН 175 ВС-86.
13. Стрилецкий И.В. Очистка буровых сточных вод в целях их повторного использования. Москва : ВНИИОЭНГ, 1977. №4. С. 12–14.
14. Шестопалов О.В. [та ін.]. Охорона навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами : навч. посібник; ред. О.В. Шестопалов; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків : НТУ "ХП", 2015. 116 с.
15. Пукіш А.В. Дослідження технологічних особливостей очищення бурових стічних вод. *Проблеми нафтогазової промисловості : Зб. наук. праць*. Вип. 5. Київ, 2007. С. 624–628.
16. Інтернет сайт «Не болеем». URL: <https://www.neboleem.net/sulfat-aljuminija.php> (дата звернення: 14.03.2019).
17. Скачков М.В., Верещагин Н.Н., Скачкова М.А. Антропогенные факторы окружающей среды и их роль в развитии острых респираторных заболеваний. *Гигиена и санитария*. 1998. № 6. С. 11–13.
18. Бучавий Ю.В. Прогнозування ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря викидами підприємств Дніпропетровської області: дис. канд. біол. наук : 14.03.11. Київ, 2017. 270 с.
19. Публікація документів Державної Служби Статистики України. Звіт захворюваності 2013-2017 рр. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/15/Arch_zozd_bl.htm (дата звернення: 14.03.2019).
20. Головне управління статистики у Полтавській області. URL: <http://www.pl.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 14.03.2019).
21. Пукіш А.В., Семчук Я.М. Дослідження хімічного складу та фізико-хімічних властивостей бурових стічних вод. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. Івано-Франківськ : Факел, 2007. Вип. № 1(22). С. 141–144.

References:

1. Yagafarova G.G., Barahnina V.B. (2006). Utilizatsiya ekologicheskii opasnyih burovyyih othodov [Disposal of environmentally hazardous drilling waste]. *Setevoe izdanie «Neftegazovoe delo»*, vol. 1, pp. 1–17. Available at: http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Yagafarova/Yagafarova_2.pdf
2. Instruktziya po ohrane okruzhayushey sredy pri stroitelstve skvazhin na neft i gaz na sushe [Instructions for environmental protection during construction of wells for oil and gas on land]. (1994). RD 39-133-94, from 1 July 1994. Moscow : Russian Federation Ministry of Natural Resources and Environmental Protection.
3. Rykusova N.I. (2017). Vplyv na navkolyshnie pryrodne seredovyshe (NPS) burovyykh robit ta vidkhodiv burinnia naftohazovykh sverdlovin. *Visnyk NTU «KhP»*. Seriya : *Mekhaniko-tekhnologichni systemy ta kompleksi*. Kharkiv, vol. 20, no. 1242, pp. 98–102.
4. Adamenko Ya.O., Kachala T.B., Deskalesku A.-M., Oros V. (2014). Prognozne zabrudnennya naftoproduktami transkordonnih teritoriy [Projected oil pollution of transboundary areas]. *Naukovo-tehnichnyi zhurnal "Ekologichna bezpeka ta zbalansovane resursokoristuvannya"*, vol. 1, no. 9, pp. 4–8.
5. Departament ekologii ta pryrodnykh resursiv (2016). Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovysheha v Poltavskii oblasti u 2015 rotsi [Regional report on the environmental state in the Poltava region in 2015]. Poltava.
6. Artamonov V., Mikhno P., Holubinka Yu. (2010). Vykorystannia porushenykh zemel Poltavskoi oblasti [Use of the broken earths of the Poltava area]. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*, vol. 1, no. 19, pp. 315–322.
7. Ofitsiyni sait AT «Ukrhazvydobuvannya». Available at: <http://ugv.com.ua> (data zvernennia: 14.03.2019) (in Ukrainian)

8. Pukish A.V. (2008). *Pidvyshchennia ekolohichnoi bezpeky pry sporudzhenni naftohazovykh sverdlovyh* [The Enhancement of Environmental Safety of Oil and Gas Drilling Sites Construction] (PhD Thesis). Ivano-Frankivsk : Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas.
9. Ryazantsev N.F., Karnauhov M.L., Belov A.E. (1982). *Ispytanie skvazhin v protsesse bureniya* [Reference Manual on Drilling Fluids]. Moscow : Nedra. (in Russian)
10. «Higienichni vymohy shchodo povodzhennia z promyslovymy vidkhodamy ta vyznachennia yikh klasu nebezpeky dlia zdorovia naselennia» [Hygienic requirements for managing industrial waste and defining their class of health hazards] (1999). DSanPiN 2.2.7. 029-99 from 1 July 1999. Kyiv : Ministry of Healthcare of Ukraine.
11. Kozitskaya Yu.N., Moskvina I.L. i dr. (2004). *Izmenenie fiziko-himicheskogo sostava pochv i gruntovykh vod vblizi shlamovykh ambarov* [Changes in physico-chemical composition of soil and groundwater near shale pits]. *Proceedings of the «Ekologicheskie problemy promyshlennykh regionov» Mat. Vserossiyskoy konf.* (Russia, Yekaterinburg, 10-12 March, 2004), Yekaterinburg : Ekologicheskie problemy promyshlennykh regionov, pp. 187–189.
12. Ezhov M.Yu., Terpelets V.I., Shemetov V.Yu., Shishov V.A., Markina I.G. (1986). *Vliyanie otrabotannykh burovyykh rastvorov na zagryaznenie pochv* [Impact of waste drilling mud on soil pollution]. Dep. v VNIITEI Gosagroproma SSSR. FN 175.
13. Striletskiy I.V. (1977). *Ochistka burovyykh stochnykh vod v tselyakh ih povtornogo ispolzovaniya* [Drilling wastewater treatment for reuse]. Moscow : VNIIOENG. (in Russian)
14. Shestopalov O.V. et al. (2015). *Okhorona navkolyshnoho seredovyshcha vid zabrudnennia naftoproduktamy* [Environmental protection against oil pollution]. Kharkiv : NTU "KhPI". (in Ukrainian)
15. Pukish A.V. (2007). *Doslidzhennia tekhnolohichnykh osoblyvostei ochyshchennia burovyykh stichnykh vod* [Research for technological features for drilling wastewater purification] *Problemy naftohazovoi promyslovosti : Zb. nauk. prats*, vol. 5, pp. 624–628.
16. Internet sait «Ne boleem» [Not sick]. Available at: <https://www.neboleem.net/sulfat-aljuminija.php> (data zvernennya: 14.03.2019). (in Russian)
17. Skachkov M.V., Vereschagin N.N., Skachkova M.A. (1998). *Antropogennyye faktory okruzhayushey sredy i ih rol v razvitii ostrah respiratornykh zabolevaniy* [Anthropogenic environmental factors and their role in development of acute respiratory diseases]. *Gigiena i sanitariya*, no. 6, pp. 11–13.
18. Buchavyy Yu.V. (2017). *Prohnozuvannia ryzykiv dlia zdorovia naselennia vid zabrudnennia atmosferneho povitria vykydamy pidpriemstv Dnipropetrovskoi oblasti* [Predicting risk to public health from air pollution emissions enterprises of Dnipropetrovsk region] (PhD Thesis), Kyiv : National Medical Academy of Postgraduate Education named P.L. Shupyk.
19. *Publykatsiia dokumentiv Derzhavnoi Sluzhby Statystyky Ukrainy. Zvit zakhvoriuvanosti 2013-2017 rr.* Available at: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/15/Arch_zozd_bl.htm (data zvernennia: 14.03.2019).
20. *Holovne upravlinnia statystyky u Poltavskii oblasti.* Available at: <http://www.pl.ukrstat.gov.ua> (data zvernennia: 14.03.2019).
21. Pukish A.V., Semchuk Ya.M. (2007). *Doslidzhennia khimichnoho skladu ta fizyko-khimichnykh vlastyvostei burovyykh stichnykh vod* [Investigation of chemical composition and physico-chemical properties of drilling wastewater]. *Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch*, vol. 1, no. 22, pp. 141–144.