

5. Кирейчева Л.В., Глазунова И.В. Методы детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами // Почвоведение. – 1995. – № 7. – С. 892–896.
6. Макаренко Н.О., Вакал С.В. Методи експериментальних досліджень ефективності екологічно безпечних мінеральних добрив // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2011. – Вип. 7. Частина 1.
7. Володин В.Ф., Челищев Н.Ф. Цеолиты – новый тип минерального сырья. М.: Недра, 1989. – 58 с.
8. Байдина Л.М. К использованию цеолитов в качестве поглотителей тяжелых металлов в техногенно загрязненной почве // Сибирский биологический журнал. – 1991. – № 6.
9. Везенцев А.И., Трубицын М.А., Голдовская-Перистая Л.Ф., Воловичева Н.А. Сорбционная очистка почв от тяжелых металлов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: естественные науки. – 2008. – Том 3. №6. – С.172-175.
10. Борисовская Е.А., Федотов В.В. Использование природных и синтетических материалов в качестве компонентов искусственных почвенных субстратов (обзор) // Науковий вісник НГУ.– 2011. – № 1. – С. 84-88.
11. Сизов А.П., Хомяков Д.М., Хомяков П.М. Проблемы борьбы с загрязнением почв и продукции растениеводства. – М.: МГУ, 1990. – 19 с.
12. Бодня М.С. Применение цеолитсодержащего минерального сырья для ре медиации техногенно загрязненных почв // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2008. –Том 2. №1(11).– С.142-149.
13. Григора Т.И. Действие и последствие цеолита-клиноптиллолита на плодородие дерново-подзолистой почвы // Земледелие (Киев). – 1985. - № 60. – С. 31-35.
14. Минеев В., Кочетавкин А., Нгуен В. Использование природных цеолитов для предотвращения загрязнения почвы и растений тяжелыми металлами // Агрохимия. – 1989. – № 8.
15. Обухов А.И., Плеханова И.О. Детоксикация дерново-подзолистых почв, загрязненных тяжелыми металлами: теоретические и практические аспекты // Агрохимия. – 1995. – № 2. – С. 108-116.
16. Castaldi, P. Heavy metal immobilization by chemical amendments in a polluted soil and influence on white lupin growth / P. Castaldi, L. Santona, P. Melis // Chemosphere. – 2005. – Vol. 60, Is. 3. – Pp. 365–371.
17. Курбаниязов С.К., Абдимуталип Н.А. Широкие спектры применения глауконитов и их роль в современном обществе // Исследования в области естественных наук. – Май 2012. - № 5
19. Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Краснов Д.Г. Рекомендации по экологической оценке и мерам снижения загрязнений почв и прилегающих к сельскохозяйственным угодьям компонентов окружающей среды / Нижегородская гос. с.-х. академия. – Н. Новгород: НГСХА, Изд-во ВВАГС, 2005. – 60 с.
20. Аблаева Л.А. Перспективные направления использования природных глин для очистки урбанизированных территорий / Л.А. Аблаева, Е.А. Борисовская // Доповіді Національної академії наук України. – 2011, № 3. – С. 187-192.
21. Черняховский Д.А. "CLAY farming" – будущее глинистых сорбентов в земледелии // Агроэкологический вестник. – 2003. – № 4. – С. 34-40.

## **ЗАПРОВАДЖЕННЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ НА ТЕРИТОРІЇ м. БОРИСЛАВА**

*О.І. Романюк, Л.З. Шевчик, Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України, Україна*

Представлено результати проведення комплексного екологічного моніторингу території м. Борислава. Визначено середні, максимальні та мінімальні концентрації основних хімічних інгредієнтів та найбільш поширених забруднювальних речовин у криницях, річках, потічках, ґрунті та повітрі.

Якщо думати про майбутнє, то єдиним продуктивним шляхом відвернення техногенно-екологічних загроз є перехід від схеми реагування на події (аварії та катастрофи) до створення системи попереджувального контролю безпеки, важливою складовою якого є

постійний моніторинг об'єктів підвищеної небезпеки.

Не дивлячись на складність екологічної ситуації в м. Бориславі, до останнього часу не було відомо про реальні масштаби техногенних наслідків довготривалого нафтовидобування та інтенсивність забруднення довкілля міста. Роботи по вивченню рівня забрудненості проводились епізодично і стосувались або невеликих ділянок або зосереджувались лише на одному з компонентів довкілля – атмосфері. В той же час загазованість приповерхневих відкладів і повітря вибухонебезпечними сумішами, нафтохімічне і сольове забруднення, просідання ґрунту, зміни хімічного складу питних вод, специфічні захворювання населення та інші наслідки діяльності нафтовидобувного комплексу зумовили необхідність проведення моніторингових досліджень.

Нами вперше був започаткований комплексний екологічний моніторинг підземних вод, загазованості та забруднення ґрунтів на території м. Борислава. Була створена сітка для постійних екологічних спостережень. Вибір ділянок детальних досліджень екологічного стану визначався рівнем можливого негативного впливу розвідки та експлуатації нафтового родовища на соціально значимі та господарські об'єкти. Точні координати контрольних точок (ділянок) фіксувались з допомогою супутникової системи GPS. Щомісяця з цих ділянок відбирались проби води, ґрунту, а також проби повітря та аналізувались на вміст шкідливих чинників.

У кожній відібраній пробі ґрунту визначався вміст 10 шкідливих компонентів: важких металів – Cu (міді), Mn (марганцю), Zn (цинку), Co (кобальту), Ni (нікелю), Cd (кадмію), V (ванадію); фенолу; сірководню; нафтопродуктів. На основі цих досліджень проводилась екологічна оцінка стану ґрунтів центральної частини міста та відвалів озокеритової шахти.

Було встановлено, що стан ґрунтів присадибних ділянок по вулицям Куліша, Лемківській, Гоголя, Петлюри, Бандери, Трускавецькій задовільний. Тут ґрунти слабо або майже не забруднені нафтопродуктами, валовий вміст важких металів нижчий або на рівні фонових значень, виключення складає кобальт - перевищення фону в 2-4 рази, кадмій – 2-3 рази, ванадій 3-4 рази. На ділянці обмеженій вулицями Івасюка, Шевченка, Горницького, Петлюри, Міцкевича – забруднення помірно небезпечне, а біля об'єктів нафтовидобувної інфраструктури (вул. Хмельницького) та в районі озокеритової шахти – передкризове. Тут ґрунти забруднені міддю, цинком, кобальтом, нікелем, свинцем, кадмієм, ванадієм, причому концентрація валових форм нікелю сягає 10 ГДК; свинцю – 3 ГДК; міді – 20 ГДК; кобальту – 2 ГДК, а вміст нафтопродуктів коливається в широких межах від 0,6 до 8 %. У ґрунтах відвалів озокеритовидобутку вміст рухомих форм цинку складає 1-1,4 ГДК, свинцю, нікелю, міді на рівні ГДК, марганцю 2-3 ГДК і може служити джерелом забруднення ґрунтових вод.

Воду аналізували на вміст більш ніж 24-х компонентів: визначали мінералізацію, твердість, катіонний склад  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , аніонний склад  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , а також  $\text{Na}^+ \text{K}^+ / \text{Cl}^-$ ,  $(\text{Na}^+ \text{K}^+ - \text{Cl}^-) / \text{SO}_4^{2-}$ ,  $(\text{Cl}^- \text{Na}^+ \text{K}^+) / \text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+} / \text{Mg}^{2+}$ ,  $(\text{SO}_4^{2-} / \text{Cl}^-)$ , вміст шкідливих компонентів:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ , важких металів – Cu (міді), Mn (марганцю), Zn (цинку), Co (кобальту), Ni (нікелю), Cd (кадмію), V (ванадію); а також фенолу.

Ступінь мінералізації досліджуваних вод м. Борислава, переважно, 0,2 – 1,0 мг/л. Спостерігаються незначні місячні і відчутні сезонні коливання вмісту солей у воді. Це свідчить про те, що в період дощів поверхневі води інфільтруються через ґрунт і з'єднуються з ґрунтовими водами, що живлять криниці. Таким чином, в період дощів ступінь мінералізації підземних вод дещо нижча. Мінералізація криничних вод мікрорайону Мражниця – 0,26-0,42 г/л, Бані – 0,44- 1,0 г/л. Мінералізація поверхневих вод р. Тисмениці коливається протягом року і змінюється вздовж русла від 0,24 до 0,28 г/л.

Дослідження поверхневих вод (р. Тисмениці, р. Понерлянки) та підземних вод (криниць міста) на вміст шкідливих речовин показало, що води м. Борислава є хронічно забруднені фенолами (рис.1), у зв'язку з нафтоносністю району та нафтовидобутком. Спостерігається зростання вмісту фенолів у водах криниць в період дощів та танення снігу, внаслідок вимивання цих сполук із забруднених ґрунтів. У цей період показники фенольного забруднення у середньому перевищують ГДК у криницях в 20-30 раз; а у річках - в 40-45 раз, хоча зафіксовані випадки, коли у паводковий період забруднення фенолами води у деяких криницях зростало до 40 ГДК і вище.

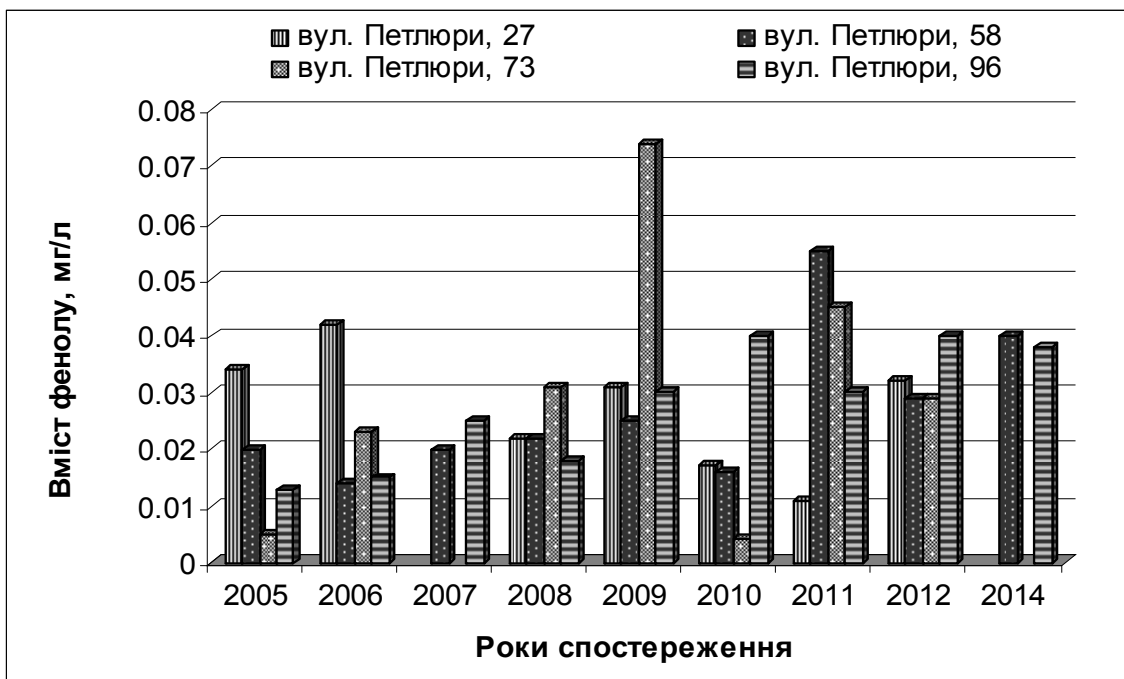


Рис.1. Середньорічний вміст фенолів (мг/л) у криницях по вул. Петлюри, (2005-2014 рр.). ГДК для фенолів 0,001 мг/л

З метою встановлення зв'язку між нафтовим та фенольним забрудненням, а також сезонністю було простежено зміну мінералізації, вмісту нафтопродуктів та фенолів вздовж русла р. Тисмениця. Проведені дослідження динаміки забруднень вод фенолами вказують на зв'язок між нафтофенольним забрудненням вод та ґрунтів і підтверджують нафтове походження цих забруднень. Як видно з графічної залежності, приведеній на рис.2, підвищення чи зменшення вмісту нафтопродуктів супроводжується відповідним підвищенням чи зниженням вмісту фенолів, практично по всій довжині русла, починаючи від витоків р. Тисмениці (вул. Бандери, 193) і закінчуючи вул. Воїнів УПА. Це свідчить про те, що фенольне забруднення води у р. Тисмениці пов'язане з нафтовим. На ділянці вул. Бандери, 56 – вул. Джерельна, 39 відмічається стрибкоподібне збільшення концентрації вуглеводнів, при монотонній зміні концентрації фенолів. На цій ділянці розташовано багато великих нафтозбірників, які є джерелами додаткового нафтового забруднення.

Дослідження підземних вод на присутність важких металів показало перевищення вмісту заліза у воді по вул. Куліша, 28 (свердловина) у 19 раз, вул. Куліша, 30 – у 9 раз, вул. Трускавецькій, 77 – у 1,5 рази. По вул. Куліша, 28 (свердловина) вода має також високу твердість. У водах ряду криниць виявлено підвищений вміст нітратів: вул. Трускавецька, 77 – 1,1 ГДК, вул. Гоголя, 13 – 2 ГДК, вул. Куліша, 39 - 1,5 ГДК. Не придатними до пиття є води по вул. Петлюри №№58,73,96, розташовані в зоні впливу озокеритової шахти. Крім нафтофенольного забруднення (20 ГДК) у воді цих криниць зафіксовано перевищення вмісту кадмію та марганцю відносно ГДК у 7-10 раз. Так, концентрація кадмію у воді криниці по вул. Петлюри, 96 перевищує допустимі норми у 10 раз, марганцю у воді по вул. Петлюри, 58 - у 7,5 раз, кадмію - у 5 раз. У воді (вул. Петлюри, 73) вміст наступних компонентів перевищує санітарні норми для питної води: загальна твердість – 1,8 ГДК; сульфатів -1,3 ГДК; нітратів -1,3 ГДК.

З огляду на те, що у районах нафтовидобутку через забруднення більшості підземних вод нафтопродуктами та їх похідними гостро стоїть проблема забезпечення населення чистою питною водою нами був проведений розширений аналіз підземних вод з метою пошуку вод, що відповідають санітарним нормам. Було встановлено, що вода по вул. Гонти, 23 відповідає повноцінному мінеральному складу для питної води згідно Державних санітарних норм

(ДСанПін 2.2.4-171-10). За визначеними фізико-хімічними показниками це вода оптимальної мінералізації, середньої твердості, нейтральна, за складом – хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатна натрій-кальцієва. Формула хімічного складу води:

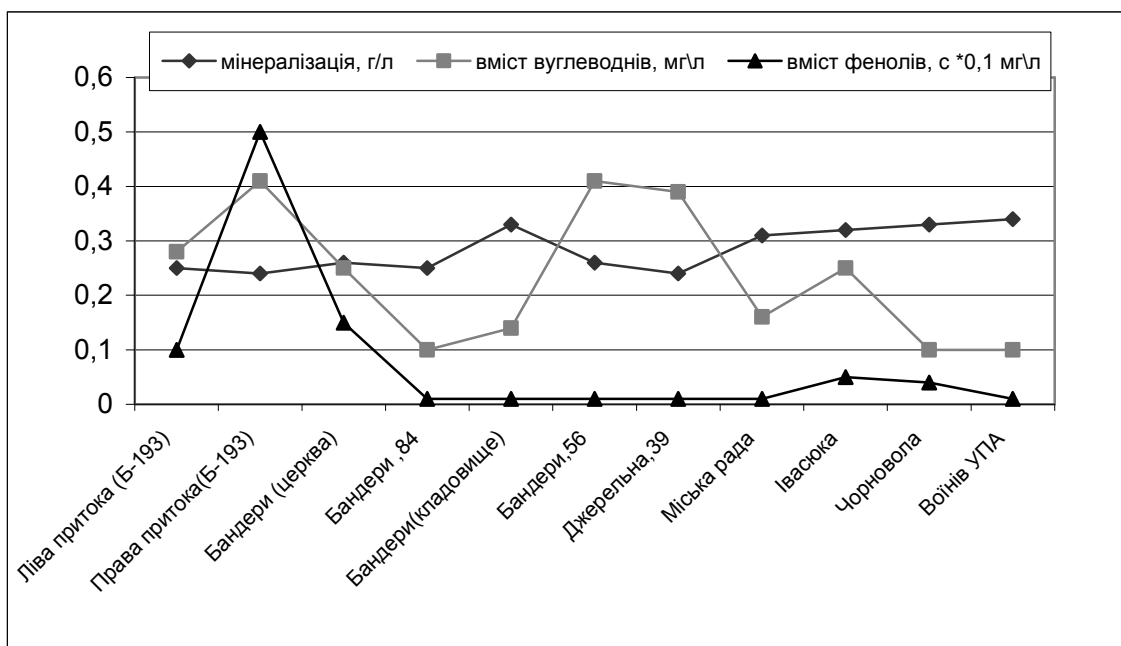


Рис.2. Вміст солей, вуглеводнів, фенолів у воді контрольних ділянок вздовж р. Тисмениця.

$$M_{0,367} \frac{HCO_3 36 SO_4 29 Cl 24 (NO_3 11)}{Ca 65 (Na + K) 27 (Mg 8)} pH 7,09$$

Придатною до споживання є також вода по вул. Гонти, 6. За визначеними фізико-хімічними показниками це вода оптимальної мінералізації, середньої твердості, слабо лужна, за складом – гідрокарбонатна кальцієва. Формула хімічного складу води:

$$M_{0,328} \frac{HCO_3 86 (SO_4 7 Cl 7 NO_3 1)}{Ca 80 ((Na + K) 12 Mg 8)} pH 7,74$$

Повітря м. Борислава хронічно потерпає від забруднення леткими вуглеводнями. Вони надходять в атмосферу як шляхами природної міграції (розривні порушення, зони тріщинуватості гірських порід, окремі тріщини), так і через техногенні канали руху. Геологічна будова Бориславського нафтового родовища сприяє міграції газу та нафти з великих глибин в приповерхневі порожнини і пори з виходом на поверхню [1]. Здійснена у 1973-1988 роках газогеохімічна зйомка на площі 20 км<sup>2</sup> виявила 172 газові аномалії у приповерхневих відкладах з вмістом вуглеводнів 0,6-6,0 % .

Причини техногенних процесів - це свердловини, пробурені до 1939 р., обсадні колони яких не цементовані, а тампоновані глиною, а тому негерметичні (ліквідованих свердловин числиться 1136, із них виявлено на місцевості 567 і не виявлено – 569 [1, 2]); декілька шахт та 340 розвідувальних озокеритових свердловин, ліквідація яких проведена з порушенням технологічних вимог (виникли газові грифони); забуті свердловини і криниці-копанки, що заповнюються газом і слугують джерелом постійного забруднення; газопроводи, апарати, факели, запобіжні клапани, ємності, димові труби, постійно діючі свічі, викиди в аварійних ситуаціях [3]; втрати від випаровування при зберіганні, заповненні (опорожненні) резервуарів і транспортних ємностей.

В м. Бориславі ведуться роботи по ліквідації загазованості міста. Проведені у 2002 р.

геохімічні дослідження території та об'єктів Бориславського нафтогазового родовища показали, що заходи з дегазації знизили рівень загазованості із 216 до 60 зон. Однак, міграція вуглеводнів на поверхню землі повністю не ліквідована. У присклепінній частині родовища в зонах тектонічних порушень міграція продовжується, що підтверджується високою концентрацією газу від 1,25 до 6% об. у 67 дегазаційних свердловинах.

Найбільш небезпечно для здоров'я людини надходження вуглеводневих газів у приземний шар повітря, звідки утруднене їх розсіювання. Багато будинків старих житлових кварталів м. Борислава розміщені в безпосередній близькості до дегазаційних свердловин або на старих криницях-копанках і є свого роду екраном для вловлювання забруднювачів. Такою є ситуація з багатоквартирним будинком по вул. Чорновола, 12. Не дивлячись на прийняті міри з дегазації і облаштування дегазаційних свердловин тут періодично зростає рівень загазованості (рис.3).

Небезпечним є рівень загазованості і в районі міського базару; біля житлових будинків по вул. Весняній, де періодично впродовж 2005-2013 рр. спостерігається хвилеподібне збільшення кількості метану у газах дегазаційних свердловин. Контрольні заміри у ДС№№9,11, проведені у вересні-грудні 2014 року показали, що вміст метану перевищує нижню межу вибухонебезпечності у 3-10 разів (рис.5).

Достатньо високий рівень загазованості і біля житлового будинку по вул. Міцкевича. Так, вміст метану у ДС№50 у вересні і листопаді перевищував допустимі норми у 3-4 рази. Свердловини по вул. Міцкевича та вул. Весняній знаходяться в центральній частині міста (базар) а тому потребують постійного моніторингу та відповідного нагляду. Не дивлячись на проведені роботи з дегазації, ситуація на цій ділянці залишається напруженою і не передбачуваною, оскільки поряд (500м) знаходиться затоплена озокеритова шахта, неконтрольовані процеси в якій можуть впливати на збільшення загазованості у місті. Щодоби з шахти виділяється 1770 кубічних метрів газоподібних вуглеводнів, а середній притік підземних вод у гірничі виробки становить 60 кубічних метрів на добу. Шахта закрита з 1995 року. Більше 12 років ніяких робіт з вентиляції та відкачки води з шахти не ведуться.

Таким чином результати моніторингових досліджень свідчать про комплексне забруднення повітря, ґрунту та води на території міста Борислава. Основний чинник екологічних проблем – це розташування міста на родовищі. Геогенна міграція летких і рідких вуглеводнів через тектонічні порушення та техногенна міграція є явищами постійними в часі і такими, які не можуть бути ліквідованими повністю, а вимагають сталих зусиль і заходів із зменшення їх впливу на довкілля.

На основі отриманих даних були розроблені рекомендації для корекції господарської діяльності, запропоновані науково обґрунтовані заходи реабілітації забруднених ґрунтів та зменшенню впливу деяких негативних чинників на людський організм.



Рис.3. Вміст метану у газах ДС№29 по вул. Чорновола, 12

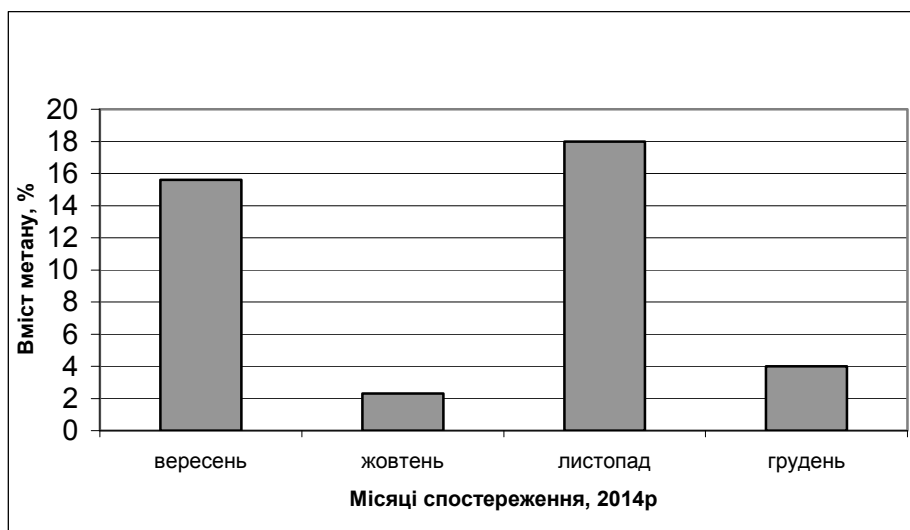


Рис. 4. Вміст метану у газах ДС№29 по вул. Чорновола, 12 вересень-жовтень 2014 р.

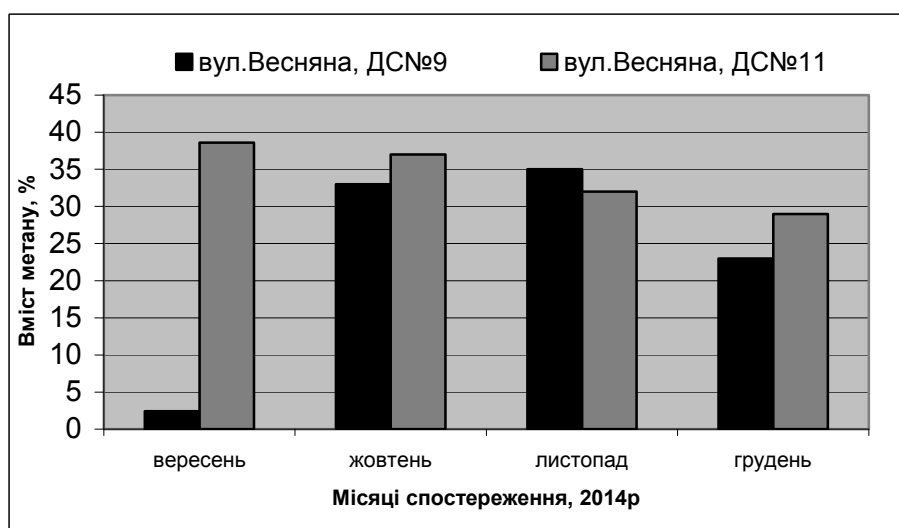


Рис.5. Вміст метану в газах дегазаційних свердловин по вул. Весняній, вересень-грудень 2014 р.

#### Список літератури

1. Атлас родовищ нафти і газу України: У 6 т. / Гол. ред. М. М. Іванюта. – Львів: Центр Європи, 1998. – Т. 5. – 707 с.
2. Копач І. В. Екологічні проблеми на Бориславському нафтовому родовищі // Тези доп. міжнар. наук.-техн. наради (Київ, 1998). – Київ, 1998. – С. 9.
3. Казенов С. М., Арбузов А. И., Ковалевский Ю. В. Воздействие объектов нефтепродуктообеспечения на геоэкологическую среду // Геоэкология. – 1998. – №4. – С. 54-58.