

УДК: 577.11:613.2

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМ ЗНАХОДЖЕННЯ НАФТОПРОДУКТІВ ТА ЇХ КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ В ЗЛИВНИХ ВОДАХ

Синяєва Н. П., к.х.н., доцент, Дударєва Г.Ф. к.с.-г.н., доцент, Бикова Т. В., магістрант

*Запорізький національний університет, Україна, 69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*[sinyaeva.1941@mail.ru](mailto:sinyaeva.1941@mail.ru)

У статті наведено дослідження форм знаходження та кількісне визначення нафтопродуктів в зливних водах, ефективність біологічної очистки з використання нового штучного носія «ВІЯ».

**Мета** – визначення методів контролю та вмісту масової концентрації нафтопродуктів в зливних водах; дослідження можливості застосування штучної насадки «вія» з іммобілізованими мікроорганізмами для очистки зливних вод АТ «Мотор Січ».

**Методи.** Для визначення форм знаходження нафтопродуктів в зливних водах використана газова хроматографія, для встановлення масової концентрації – спектрофотометрія в УФ-області спектра та флуориметрія.

**Результати та висновки.** Проведено метрологічне дослідження форм знаходження нафтопродуктів в зливних водах методом газової хроматографії. Випробувана доцільна методика кількісного визначення нафтопродуктів. Встановлено кількісно вміст нафтопродуктів методами УФ-спектрофотометрії та флуориметрії. Відзначена значуща розбіжність в результатах даних методів. Добра збіжність результатів одержана спектрофотометричним методом в УФ-області спектра. Метод використано для моніторингу якості зливних вод до і після біологічної очистки від нафтопродуктів.

**Ключові слова:** спектрофотометрія в УФ-області спектру, флуориметрія, нафтопродукт, зливна вода, масова концентрація, градувальний графік, стандартний зразок.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ИХ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ В СЛИВНЫХ ВОДАХ

Синяева Н. П., Дударева Г.Ф., Быкова Т.В.,

*Запорожский национальный университет, Украина, 69600, Запорожье, ул. Жуковского, 66*

В статье приведены исследования форм нахождения и количественное определение нефтепродуктов в сливных водах, эффективность биологической очистки с использованием нового искусственного носителя «Вия».

**Цель** - определение методов контроля и содержание массовой концентрации нефтепродуктов в сливных водах; исследование возможности применения искусственной насадки «ресничка» с иммобилизованными микроорганизмы для очистки ливневых вод АО «Мотор Сич».

**Методы.** Для определения форм нахождения нефтепродуктов в сливных водах использована газовая хроматография, для установления массовой концентрации - спектрофотометрия в УФ-области спектра и флуориметрии.

**Результаты и выводы.** Проведено метрологическое исследование форм нахождения нефтепродуктов в сливных водах методом газовой хроматографии. Опробована целесообразна методика количественного определения нефтепродуктов. Установлено количественно содержание нефтепродуктов методами УФ-спектрофотометрии и флуориметрии. Отмечена важная расхождение в результатах данных методов. Хорошая сходимость результатов полученная спектрофотометрическим методом в УФ-области спектра. Метод использован для мониторинга качества сливных вод до и после биологической очистки от нефтепродуктов.

**Ключевые слова:** спектрофотометрия в УФ-области спектра, флуориметрии, нефтепродукт, сливная вода, массовая концентрация, градуировочный график, стандартный образец.

## EXAMINING THE TYPES OF PETROLEUM PRODUCTS AND CONDUCTING THEIR QUANTITATIVE ASSESSMENT IN WASTEWATER

Synyaeva N. P., Dudaryeva G.F., Bykova T. V.,

*Zaporizhzhya National University, Ukraine, Zhukovsky str., 66, Zaporizhzhya, Ukraine, 69600*

### INTRODUCTION

The most widespread pollutants contained in wastewater are the oil products — unidentifiable set of hydrocarbons present oil, fuel oil, kerosene, used oils and their impurities, which due to the high toxicity, according to the UNESCO, are amongst ten most dangerous environmental pollutants.

The relevance of this topic caused by the fact that oil and petroleum products exert a detrimental effect on living organisms and, by proxy, on all parts of the biological chain as well. Soluble components of oil are poisonous. Their presence in rivers and ponds leads to the death of aquatic organisms, especially fish. Oil adversely affects the physiological processes in humans and causes pathological changes in tissues and organs. In water, the oil products migrate in different states: dissolved, emulsified, adsorbed with suspended solids and sediments in the form of a layer situated on top of the water surface [2].

### MATERIALS AND METHODS OF RESEARCH

We have chosen wastewater of the JSC "Motor Sich" as the object of this study.

When conducting research we used certain methods to establish what types of oil products we're dealing with, such as gas chromatography; in order to determine the mass concentration of petroleum products in wastewater spectrophotometry in the UV spectrum and fluorimetry have been used.

Experiments to determine the oil content were performed on the "Mikran" automatic analyzer, "Fyuror 02-3M" liquid analyzer and the "Khromatek-Crystal" gas chromatograph.

### RESULTS AND THEIR DISCUSSION

Before selecting control methods, studies for determining the types of petroleum products in wastewater using a gas chromatograph "Khromatek-Crystal" have been conducted. Typical chromatogram is shown in Figure 1, which shows the components; 2 - 2,2,4-trimethylpentane (isooctane); 3 - octane; 4 - decane; 5 - dodecane-1.

To determine the mass concentration of petroleum products we use methods such as spectrophotometry in the UV spectrum and fluorometry. The results of the measurements are shown in the Table 1.

Table 1 — Results of measuring the mass concentration of oil products in the wastewater, (n = 5, p = 0.95)

	Methods					
	UV- spectrophotometry			Fluorometry		
№ of the test sample	1	2	3	1	2	3
$x$ , mg/dm <sup>3</sup>	0,303	0,350	0,233	0,54	0,68	0,53
	0,308	0,355	0,245	0,58	0,61	0,48
	0,305	0,358	0,225	0,50	0,60	0,55
	0,300	0,354	0,236	0,60	0,65	0,58
	0,306	0,351	0,224	0,59	0,70	0,60
$\bar{x}$ , mg/dm <sup>3</sup>	0,304	0,353	0,236	0,56	0,64	0,55
$S$	0,009	0,005	0,013	0,04	0,05	0,03
$\bar{x} \pm \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}}$	0,304±0,011	0,353±0,008	0,236±0,016	0,56±0,04	0,64±0,05	0,55±0,03

According to the data obtained, we can observe the difference in mass concentrations of petroleum products, due to the fact that in the UV region of the spectrum, only the polar hydrocarbons can be examined. Since their percentage is small and depends on the nature of petroleum products, there is less concentration of petroleum products in the UV region. The shift of the exciting radiation towards the short-wave region of 270-290 nm and fluorescence registration in the 300-330 nm region can reduce dependence of analytical signal on the type of petroleum product. In this spectral region the analytical signal is formed by the aromatic hydrocarbons of other classes, such as mono-, bi- and some tricyclic compounds as the concentration of petroleum products increases. In order to monitor the content of petroleum products in wastewater we have chosen the method of spectrophotometry in the UV region of the spectrum, which gives stable results with good reproducibility. The method of spectrophotometry in the UV spectrum showed the effectiveness of biological treatment using the new artificial medium "Via".

The results of experimental studies on the subject of purification of water from the storm drain waste plants № 54 from the petroleum products using artificial fillers are shown in the Table 2.

Table 2 — purification of polluted water from storm drain waste plants № 54 of the JSC "Motor Sich" from petroleum products, (n = 5, p = 0.95)

№	Data	Temperature, C°	Before purification	After purification
1	15.10.2013	20° C	0,65	0,095
2	12.11.2013 (multiple dumping of waste)	20° C	2,012	0,438
3	25.11.2013	20° C	0,147	0,69
4	28.11.2013	20° C	0,147	0,499
5	06.12.2013	20° C	0,787	0,731

In the course of the experimental part of our research we have confirmed the efficiency of the new artificial medium "Via". In order to confirm that the bacteria actually reduce the concentration of pollutants, we have conducted the laboratory experiments and the chemical analysis of water taken for the purpose of defining the indicators of the available concentration of petroleum products in it.

### CONCLUSIONS

1. It has been established that petroleum products migrate in different states: dissolved, emulsified, adsorbed with suspended solids and sediments in the form of a layer on top of the water surface and consist of non-polar and low-polar compounds that are soluble in hexane.
2. When choosing a method for determining the presence of petroleum products one must take into account the research task.
3. In order to monitor the presence of petroleum products in the wastewater we have chosen the method of spectrophotometry in the UV region of the spectrum, which provides sustainable results with good reproducibility.
4. The established concentrations of oil products in the wastewater of the JSC "Motor Sich" are quite stable. There is a significant discrepancy of the results depending on the method of measurement: spectrophotometry in the UV spectrum versus fluorometry.
5. Overall, during the period of use of the proposed biotechnology directly on the wastewater treatment plants № 54 of the JSC "Motor Sich" we have found that the effectiveness of the purification of contaminated wastewater from petroleum products ranged from 24.62% to 91.74%. Presence of oil products in the treated water decreased (average) from  $0,759 \pm 0,255 \text{ mg/dm}^3$  to  $0,456 \pm 0,093 \text{ mg/dm}^3$ .

**Keywords:** spectrophotometry in the UV region of the spectrum, fluorometry, petrol droducts, wastewater, mass concentration, calibration curve, standard sample.

## ВСТУП

Найбільш широко поширеними забруднювачами зливних вод є нафтопродукти – це не ідентифікована група вуглеводнів нафти, мазуту, гасу, масел і їх домішок, які внаслідок високої токсичності, належать, за даними ЮНЕСКО, до числа десяти найбільш небезпечних забруднювачів навколишнього середовища.

Джерелами небезпечних відходів є машинобудівна, металообробна, металургійна промисловість, але головну небезпеку становлять хімічна та нафтохімічна промисловість. Хімічні речовини стають небезпечними, якщо вони зі зливних вод або небезпечних відходів на хімічних звалищах просочуються в ґрунтові води і потрапляють в джерела питної води.

Потрапляючи в природні води, нафтові забруднення мають тенденцію до розсіювання та міграції. В поверхневих водах вміст нафтопродуктів, під впливом випаровування та інтенсивного протікання хімічних та біологічних розкладань, зазнає за короткий термін швидких змін, а в підземних водах, навпаки, процеси руйнування нафтопродуктів загальмовані [1].

Актуальність даної теми обумовлена тим, що нафта і нафтопродукти чинять згубний вплив на живі організми, а, отже, на всі ланки біологічного ланцюга. Розчинні компоненти нафти отруйні. Їх присутність у річках та ставках призводить до загибелі гідробіонтів, насамперед риб. Нафта негативно впливає на фізіологічні процеси в організмі людини і викликає патологічні зміни в тканинах і органах. Наприклад: шлунково-кишкові кровотечі, ниркову недостатність, інтоксикацію печінки, порушення кров'яного тиску [2].

В водах нафтопродукти знаходяться в різних міграційних формах: розчиненій, емульгованій, сорбованій на твердих частках суспензій і донних відкладень, у вигляді плівки на поверхні води. Зазвичай, в момент надходження маса нафтопродуктів зосереджена в плівці. По мірі віддалення від джерела забруднення відбувається перерозподіл між основними формами міграції. Відбувається підвищення вмісту розчинених, емульгованих, сорбованих нафтопродуктів. Кількісне співвідношення цих форм визначається комплексом факторів, найважливішими з яких є умови надходження нафтопродуктів у водний об'єкт, відстань від місця скидання, швидкість течії і перемішування водних мас, характер і ступінь забруднення природних вод, а також вміст нафтопродуктів, їх в'язкість, розчинність, густина, температура кипіння компонентів. При санітарно-хімічному контролі визначають суму розчинених, емульгованих і сорбованих форм нафтопродуктів [3].

В даний час залишаються невирішеними проблеми за оцінкою токсичності нафтопродуктів по впливу на людину, і більшою мірою – по відношенню до навколишнього середовища. Використовувані підходи та методи вимірювань в умовах навколишнього середовища вимагають подальшого удосконалення.

Мета роботи – визначитись з методами контролю та визначити вміст масової концентрації нафтопродуктів в зливних водах АТ “Мотор-Січ”.

## МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження обрано зливні води підприємства АТ “Мотор-Січ”.

Під час проведення досліджень використані такі методи для встановлення форм знаходження нафтопродуктів – газова хроматографія; для визначення вмісту масової концентрації нафтопродуктів в зливних водах – спектрофотометрія в УФ-області спектра та флуориметрія.

Досліди по визначенню вмісту нафтопродуктів проведені на автоматичному аналізаторі “Мікран”, на аналізаторі рідин “Флюорат 02-3М”, на газовому хроматографі “Хроматек-Кристал”[4,5].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Перед вибором методу контролю були проведені дослідження форм знаходження нафтопродуктів в стічних водах за допомогою газового хроматографа “Хроматек-Кристал”. Характерна хроматограма показана на рисунку 1, де вказані компоненти: 2 - 2,2,4-триметилпентан (ізооктан); 3 – октан; 4 – декан; 5 – додекан [6].

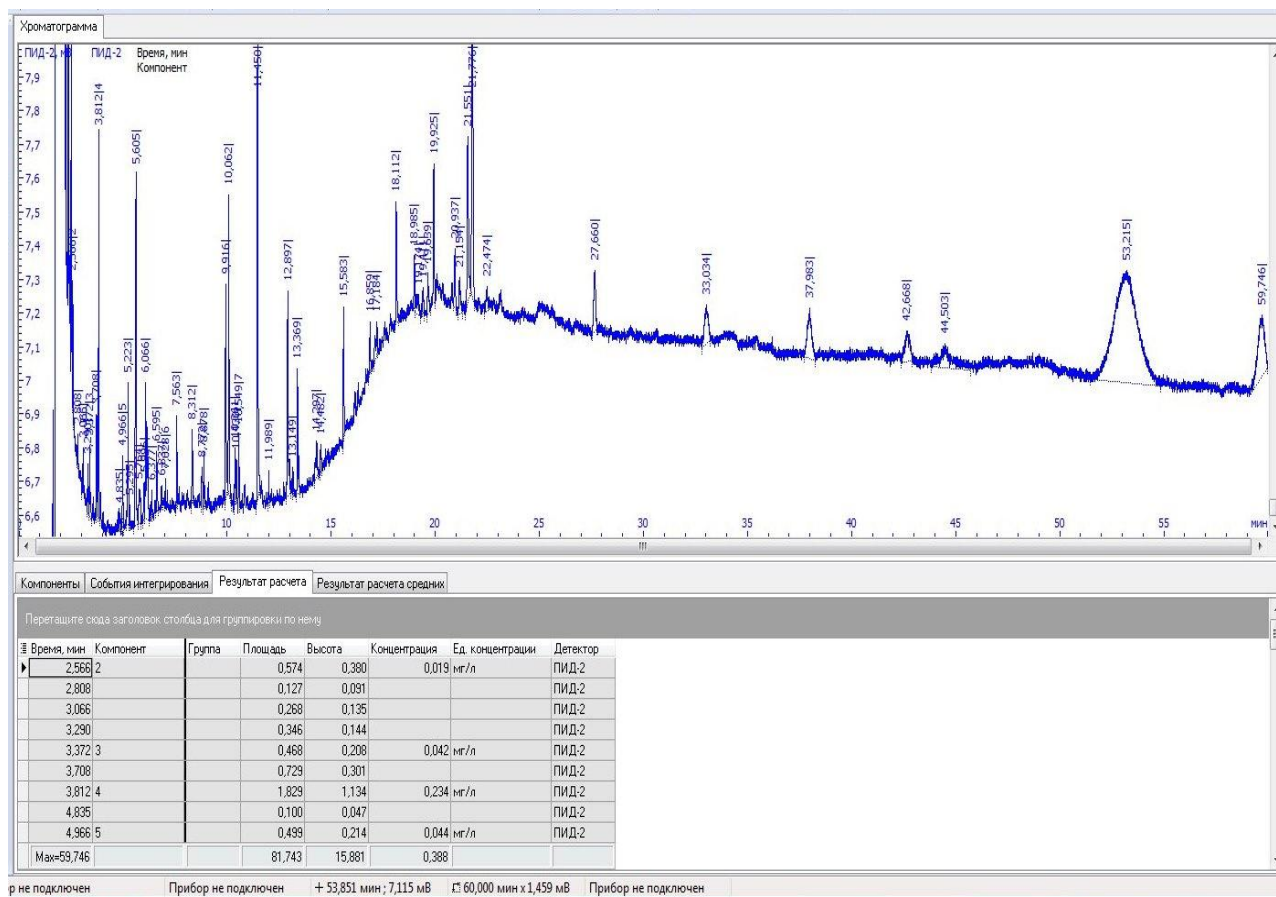


Рис. 1 – Хроматограма форм знаходження нафтопродуктів

Для визначення масової концентрації нафтопродуктів спектрофотометричним методом проба відібрана в різні дні, вдень, в об’ємі 100 см<sup>3</sup>. Аналіз виконаний протягом 3 годин після відбору проб або проведена екстракція нафтопродуктів, гексановий екстракт проб зберігався протягом 1 тижня в колбі з пришліфованою пробкою в умовах, що виключають випаровування розчинника. Дослідження проведені на автоматичному аналізаторі “Мікран” в ультрафіолетовій області спектра з гексановим екстрактом в спектральному діапазоні 220-360 нм. Аналізатор дозволяв вираховувати та ідентифікувати на дисплеї масову концентрацію нафтопродуктів в пробі води. Параметри градувальної характеристики занесені до ЗПП в процесі виробництва автоматичного аналізатора “Мікран”[4].

При виконанні досліджень флуориметричним методом використаний аналізатор рідин “Флюорат 02-3М”. В каналі збудження використаний світлофільтр №1 (270 нм), а в каналі реєстрації – світлофільтр №3 (310 нм). Параметри градувальної характеристики заносять до ЗПП при градуванні аналізатора перед початком вимірювань на рідинному аналізаторі “Флюорат 02-3М”[7]. Результати вимірювання наведені в табл. 1.



Таблиця 1 – Результати вимірювання масової концентрації нафтопродуктів в зливних водах, (n=5; p=0,95)

	Методи					
	УФ- спектрофотометрія			Флуориметрія		
№ Проби	1	2	3	1	2	3
$x$ , мг/дм <sup>3</sup>	0,303	0,350	0,233	0,54	0,68	0,53
	0,308	0,355	0,245	0,58	0,61	0,48
	0,305	0,358	0,225	0,50	0,60	0,55
	0,300	0,354	0,236	0,60	0,65	0,58
	0,306	0,351	0,224	0,59	0,70	0,60
$\bar{x}$ , мг/дм <sup>3</sup>	0,304	0,353	0,236	0,56	0,64	0,55
$S$	0,009	0,005	0,013	0,04	0,05	0,03
$\bar{x} \pm \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}}$	0,304±0,01 1	0,353±0,008	0,236±0,016	0,56±0,04	0,64±0,05	0,55±0,03

З отриманих даних видно різницю масових концентрацій нафтопродуктів, це пов'язано з тем, що в УФ-області спектра можна дослідити тільки полярні вуглеводні. Оскільки їх доля мала і залежить від природи нафтопродукта, спостерігається менша концентрація нафтопродуктів в УФ-області. Зрушення збуджуючого випромінювання в короткохвильову область 270-290 нм і реєстрація флуоресценції в області 300-330 нм дозволяє зменшити залежність аналітичного сигналу від типу нафтопродукту. У цій спектральній області аналітичний сигнал формують ароматичні вуглеводні інших класів – моно-, бі- і деякі трициклічні з'єднання, так концентрація нафтопродуктів збільшується. В якості моніторингу вмісту нафтопродуктів в зливних водах обрано метод спектрофотометрії в УФ-області спектра, що дає стабільні результати з доброю відтворюваністю.

Нам була представлена можливість дослідження зливних вод КП “Водоканал”. Дослідження провели спектрофотометричним методом в УФ-області спектра на автоматичному аналізаторі “Мікран”, як найкращим методом для моніторингу. Результати аналізу наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати визначення масової концентрації нафтопродуктів в зливних водах КП “Водоканал” спектрофотометричним методом вимірювання, (n=5; p=0,95)

	№ Проби		
	1	2	3
C <sub>нп</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,362	0,350	0,333
	0,352	0,345	0,345
	0,365	0,352	0,325
	0,352	0,357	0,324
	0,366	0,351	0,336
$\bar{C}_{\text{нп}}$	0,359	0,351	0,333
S	0,010	0,006	0,013
$\bar{x} \pm \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}}$	0,359±0,012	0,351±0,009	0,333±0,016

Представлені результати показують, що в даний час досить важко зробити остаточний вибір на користь якогось одного методу аналізу. Для надійних результатів вимірювання необхідне поєднання флуориметричного і газохроматографічного методів. Перший, як високочутливий і експресний, дозволяє проводити дослідження великого числа зразків, а метод газової хроматографії може використовуватися для підтвердження результатів, а також для вирішення більш складних аналітичних задач, таких як ідентифікація джерел забруднення вод нафтопродуктами [4].

Води зливових очисних споруд № 54 АТ «Мотор СІЧ» характеризувались підвищеним вмістом головних забруднювачів води – нафтопродуктами. Так за період досліджень (з жовтня по грудень) у зливних водах заводу концентрація нафтопродуктів коливалась у межах від 0,147 мг/л до 2,012 мг/л [7-9]. Найгірші показники нафтопродуктів у зливних водах очисних споруд були встановлені в листопаді (12.11. 2013 р.) внаслідок залпового скиду забруднених вод із цехів заводу. Метод спектрофотометрії в УФ-області спектру показав ефективність біологічної очистки з використання нового штучного носія «ВІЯ»[10].

Результати експериментальних досліджень щодо доочищення води зливових очисних споруд № 54 від нафтопродуктів за допомогою штучних наповнювачів представлені у таблицях 3-5.

Таблиця 3 – Очищення забруднених стоків зливової очисної споруди № 54 АТ «Мотор СІЧ» від нафтопродуктів, (n=5; p=0,95)

№	Дата	Температура, С°	До очищення	Після очищення
1	15.10.2013	20°С	0,65	0,095
2	12.11.2013 (залповий скид)	20°С	2,012	0,438

## Продовження таблиці 3

3	25.11.2013	20 °C	0,147	0,69
4	28.11.2013	20 °C	0,147	0,499
5	06.12.2013	20 °C	0,787	0,731

В ході виконання експериментальної частини було підтверджено ефективність використання нового штучного носія «ВІЯ». Завдяки штучній насадці здійснювалась активна іммобілізація мікроорганізмів-нафтодеструкторів, що в першу чергу спостерігалось у вигляді приросту біомаси на плоту на очисних спорудах № 54. Для того, щоб підтвердити, що мікроорганізми дійсно зменшують концентрацію забруднюючих речовин, був поставлений лабораторний експеримент та здійснені хімічні аналізи води з визначенням показників наявної концентрації в ній нафтопродуктів.

В жовтні мікроорганізми зменшували концентрацію нафтопродуктів на  $16,96 \pm 1,56$  %, а під кінець дослідження, в квітні місяці, ефективність видалення складала  $56,58 \pm 1,67$  %. Результати наших досліджень проілюстровані в таблиці 4.

Таблиця 4 – Ефективність очищення забруднених стоків зливової очисної споруди № 54 АТ «Мотор СІЧ» від нафтопродуктів за допомогою насадки типу «ВІЯ», (n=5; p=0,95)

№	Дата	Контроль, мг/л	Дослід, мг/л	Ефективність, %
1	23.10.2013	0,171 $\pm$ 0,00011	0,142 $\pm$ 0,0026**	16,96 $\pm$ 1,56
2	12.11.2013	0,217 $\pm$ 0,00031	0,175 $\pm$ 0,0031**	19,51 $\pm$ 1,43
3	01.12.2014	0,154 $\pm$ 0,00043	0,099 $\pm$ 0,0018***	35,5 $\pm$ 1,15
4	11.03.2014	0,301 $\pm$ 0,00032	0,151 $\pm$ 0,0062***	49,72 $\pm$ 1,07
5	24.04.2014	0,787 $\pm$ 0,00034	0,342 $\pm$ 0,0073***	56,58 $\pm$ 1,67

Примітка. \* – p<0,05; \*\* – p<0,01; \*\*\* – p<0,001.

Таблиця 5 – Визначення кількості нафтопродуктів в пробах, (n=5; p=0,95)

№	Дата	Контроль, мг/л	Дослід, мг/л	Ефективність, %
1	24.06.2014	0,024	0,032	—
2	17.07.2014	0,046	0,020	—
3	08.08.2014	0,012	0,012	—
4	12.09.2014	0,017	0,022	22,73
5	25.09.2014	0,0074	0,0068	—
6	10.10.2014	0,0190	0,0434	56,22
7	16.10.2014	0,005	0,005	—



Після очищення зливових вод за запропонованим способом на зливових очисних спорудах ЗОС № 54 заводу «Мотор Січ» вміст нафтопродуктів в очищеній воді зменшувався (середні показники) з  $0,759 \pm 0,255$  мг/дм<sup>3</sup> до  $0,456 \pm 0,093$  мг/дм<sup>3</sup>. Ефективність очищення зливових стічних вод від нафтопродуктів (за середніми показниками) була на рівні 40%.

### ВИСНОВКИ

1. Встановили, що нафтопродукти знаходяться в різних міграційних формах: розчиненій, емульгованій, сорбованій на твердих частках суспензій і донних відкладень, у вигляді плівки на поверхні води в вигляді неполярних і малополярних сполук, що розчиняються у гексані.
2. При виборі методу визначення нафтопродуктів необхідно врахувати задачу дослідження.
3. В якості моніторингу вмісту нафтопродуктів в зливних водах обрано метод спектрофотометрії в УФ-області спектра, що дає стабільні результати з доброю відтворюваністю.
4. Встановлені концентрації нафтопродуктів в зливних водах АТ «Мотор Січ» досить стабільні. Існує значуща розбіжність в результатах вимірювань нафтопродуктів спектрофотометричним в УФ-області спектру та флуориметричним методом.
5. В цілому за період використання запропонованої біотехнології безпосередньо на очисних спорудах ЛОС № 54 заводу «Мотор Січ» встановлено, що ефективність очищення забруднених стоків від нафтопродуктів коливалась у межах від 24,62% до 91,74%. Вміст нафтопродуктів в очищеній воді зменшувався (середні показники) з  $0,759 \pm 0,255$  мг/дм<sup>3</sup> до  $0,456 \pm 0,093$  мг/дм<sup>3</sup>.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Дугов Ю.С. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов: практ. руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 424 с.
2. Родин А.А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов / А.А. Родин, Ю.С. Другов, И.Г. Зенкевич: практ. рук. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 270 с.
3. Давыдова С.Л. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: учеб. пособие / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов. – М.: РУДН, 2014. – 163 с.
4. Фотометричне визначення автоматичним аналізатором «Мікран»: МВВ 081/12-57-00: Утв. Замест. председ. Гос. комитета РФ по охране окр. ср. – М., 2000. – 14 с.
5. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»: ПНД Ф 14.1:2.4.128-98 (2002) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://techob.ru/uploaded/files/09AR01.05.01-1.pdf>.
6. Вода. Определение нефтепродуктов методом газовой хроматографии: ГОСТ 31953-2012. – [Действительный от 01.01.2014]. – М.: Межгосударственный стандарт, 2012. – 24 с.
7. Гладилович, Д.Б. Флуориметрический метод контроля содержания нефтепродуктов в водах / Д.Б. Гладилович // Партнеры и конкуренты. – 2011. – № 12. – С. 11–15.
8. Гвоздяк П. Актуальні питання біологічного очищення води // Ойкумена. – 1992, № 5-6. – С. 58-70.
9. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води / А. К. Запольський – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.

10. Пат. на корисну модель 62712 Україна, МПК (2011.01): CO2F 1/52 (2006.01), AO1K61/00. Спосіб виготовлення носія з іммобілізованими мікроорганізмами-біоіндикаторами забруднення води / Рильський О. Ф., Домбровський К. О., Підкопайло С. Ф., Дударєва Г. Ф.; заявник та патентовласник Запорізький націон. ун-т. – № u201101850; заявл. 17.02.2011; опубл. 12.09.2011, Бюл. № 17, 2011 р.

### REFERENCES

1. Dugov Yu.S. Ekologicheskie analizi pri razlivah nefiti i nefteproduktov\_ prakt. rukovodstvo / Yu.S. Drugov\_ A.A. Rodin. – 2\_e izd.\_ ispr. i dop. – M.\_ BINOM. Laboratoriya znanii\_ 2007. – 424 s.
2. Rodin A.A. Ekologicheskie analizi pri razlivah nefiti i nefteproduktov / A.A. Rodin\_ Yu.S. Drugov\_ I.G. Zenkevich\_ prakt. ruk. – M.\_ BINOM. Laboratoriya znanii\_ 2007. – 270 s.
3. Davidova S.L. Neft i nefteprodukti v okrujayuschei srede\_ ucheb. posobie / S.L. Davidova\_ V.I. Tagasov. – M.\_ RUDN\_ 2014. –163 s.
4. Fotometrichne viznachennya avtomatichnim analizatorom “Mikran”\_ MVV 081/12\_57\_00\_ Utv. Zamest. predsed. Gos. komiteta RF po ohrane okr. sr. – M.\_ 2000. – 14 s.
5. Metodika vipolneniya izmerenii massovoi koncentracii nefteproduktov v probah prirodnoi\_ pitevoi i stochnoi vodi fluorimetricheskim metodom na analizatore jidkosti “Flyuorat\_02”\_ PND F 14.1\_2\_4.128\_98 \_2002, [Elektronnii resurs]. – Rejim dostupa\_ [http://techob.ru/uploaded/files/09AR01.05.01\\_1.pdf](http://techob.ru/uploaded/files/09AR01.05.01_1.pdf).
6. Voda. Opređenje nefteproduktov metodom gazovoi hromatografii\_ GOST 31953\_2012. – [Deistvitel'nosti ot 01.01.2014]. – M.\_ Mejsosudarstvennii standart\_ 2012. – 24 s.
7. Gladilovich\_ D.B. Fluorimetricheskii metod kontrolya soderjaniya nefteproduktov v vodah / D.B. Gladilovich // Partneri i konkurenti. – 2011. – № 12. – S. 11–15.
8. Gvozdyak P. Aktualni pitannya biologichnogo ochischennya vodi // Oikumena. – 1992\_ № 5\_6. – S. 58\_70.
9. Zapolskii A. K. Vodopostachannya\_ vodovidvedennya ta yakist vodi / A. K. Zapolskii – K.\_ Vischa shkola\_ 2005. – 671 s.
10. Pat. na korisnu model 62712 Ukraїna\_ MPK \_2011.01,\_ CO2F 1/52 \_2006.01,\_ AO1K61/00. Sposib виготовлення носія з іммобілізованими мікроорганізмами-біоіндикаторами забруднення води / Рильський О. Ф.\_ Домбровський К. О.\_ Підкопайло С. Ф.\_ Дударєва Г. Ф.; заявник та патентовласник Запорізький націон. ун-т. – № u201101850; заявл. 17.02.2011; опубл. 12.09.2011\_ Бюл. № 17\_ 2011 р.

Рецензенти: Сушинський Д.А., к.х.н., генеральний директор ДП НДІ «Титан»;

Завгородній М.П., к.б.н., доцент кафедри хімії ЗНУ