

УДК 582.26:[551.312.3:504.453](477.61)

Т. Є. КОМІСОВА, канд. біолог. наук, доц., **Л. І. ЛЕСНЯК**
О. П. ГУБСЬКА

Луганський національний університет імені Тараса Шевченка
м. Луганськ, вул. Оборонна, 2

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬГОФЛОРИ ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ У ЯКОСТІ ІНДИКАТОРІВ РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ РІЧОК М. ЛУГАНСЬКА

Розглядається використання альгофлори донних річкових відкладень річки Лугань у якості індикаторів забруднення водою радіонуклідами. Встановлено, що постійними абсолютними індикаторами при певному рівні питомої активності радіонуклідів ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{40}K є такі роди водоростей, як *Volvox*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Chroococcus*. Постійними індикаторами на вміст ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{40}K в мулі річки виявилися водорості з родів *Chlorococum*, *Chlorella*, *Pandorina*, *Pinnularia*, *Navicula*, *Oscillatoria*. На основі розрахованих рівнянь регресії за чисельністю водоростей донних відкладень можна прогнозувати питому активність означених радіонуклідів у водоймах.

Ключові слова: альгофлора, фітоіндикатори, радіонукліди

Komisova T. E., Lesnyak L. I., Gubskaya O. P. USING ALGAFLORES IN THE SEDIMENT AS INDICATORS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION IN RIVERS OF LUGANSK CITY

The article discusses the use of algaeflora in the sediment of river Lugan as indicators of water pollution with radionuclides. It is found that the constant absolute indicators of a certain level of specific activity of radionuclides ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{40}K are those genera of algae like *Volvox*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Chroococcus*. Permanent indicators on the content of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{40}K in river silt revealed algae genera *Chlorococum*, *Chlorella*, *Pandorina*, *Pinnularia*, *Navicula*, *Oscillatoria*. Based on the calculated regression equations for the number of algae sediments can predict the specific activity of these radionuclides.

Keywords: Algae, fitoindikatoros, radionuclides

Комисова Т. Е., Лесняк Л. И., Губская О. П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬГОФЛОРЫ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРОВ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕК г. ЛУГАНСКА

Рассматривается использование альгофлоры донных отложений р. Лугань в качестве индикаторов загрязнения водоемов радионуклидами. Установлено, что постоянными абсолютными индикаторами при определенном уровне удельной активности радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{40}K являются такие роды водорослей, как *Volvox*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Chroococcus*. Постоянными индикаторами на содержание ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{40}K в речном иле выявились водоросли родов *Chlorococum*, *Chlorella*, *Pandorina*, *Pinnularia*, *Navicula*, *Oscillatoria*. На основе рассчитанных уравнений регрессии по численности водорослей донных отложений можно прогнозировать удельную активность указанных радионуклидов.

Ключевые слова: альгофлора, фитиндикаторы, радионуклиды

Вступ

Дослідження спрямовано на вирішення актуальних завдань встановлення якості навколишнього середовища за допомогою методів біоіндикації, зокрема альгоіндикації. Виявлено, що за останні 10 років скоротилося вдвічі біорізноманіття складу фітопланктону, змінилися кількісні характеристики окремих видів альгофлори, а деякі з цих видів набули домінуючого стану, визначені альгоіндикатори хімічного забруднення водою м. Луганська (р. Лугань та р. Вільхова) [3, 5, 6]. Разом з тим, особливого значення останнім часом набуває проблема забруднення водних артерій м. Луганська

радіаційними водотоками, що надходять шахтними водами [7], які зв'язані з природними водними об'єктами та моніторинг радіаційного забруднення. І, поряд, з фізичними та хімічними засобами такого моніторингу, важливого значення набуває фітоіндикаційний метод виявлення накопичення радіонуклідів у водоймах, що течуть в межах населених пунктів. Він здійснюється через встановлення впливу питомої активності радіонуклідів на кількість окремих видів на одиницю дослідженого субстрату та їх біопродуктивність [1].

Стан питання. Радіоактивність водою залежить, як доведено гідробіологічними дослідженнями останніх років [1, 4, 8

] від низки чинників: рельєфу та глибини річкового русла, швидкості течії, характеру донних відкладів, різноманіття рослинного і тваринного населення тощо. Переважна більшість радіонуклідів, які потрапляють у водойми, концентрується у донних відкладах із за їх високої сорбційної ємності. Саме тому значну роль у процесах міграції радіонуклідів відіграють живі організми бентосу і, зокрема, водорості.

На сьогодні у більшості досліджень біоіндикаційний моніторинг радіаційного забруднення водойм проводиться, поперше, за вмістом радіонуклідів у гідробіонтах (моллюсках, рибах, вищих рослин, тощо) [1, 4], що дало змогу встановити характер поширення і концентрації радіонуклідів в організмі тварин, які є специфічними для різних ізотопів, зумовлене радіусом іонів і розчинністю їх сполук, а, по-друге, за чисельністю організмів в залежності від радіаційного забруднення водойм.

Джерелом радіонуклідів водойм Луганської області, в основному, є шахтні во-

ди, яких було скинуто у 2011 році 181,5 млн м³ [7]. Моніторинг радіаційного забруднення водойм в області здійснювався радіаційною апаратурою. Для отримання більш повної інформації радіаційного забруднення водойм, крім аналітичних методів, вважаємо за доцільне застосування біологічних методів з використанням живих організмів, зокрема водоростей.

Проте, вплив вмісту радіонуклідів на стан альгофлори річок м. Луганська практично не вивчено, а також не визначені види, що можуть використовуватися в якості фітоіндикаторів при моніторингу вмісту радіонуклідів в водоймах, що й обумовило актуальність вибраної теми дослідження.

Метою проведеного дослідження є встановлення таксономічних груп водоростей придонних мулових відкладень річок м. Луганська, які можливо було би використати в якості фітоіндикаторів на рівень питомої активності деяких радіонуклідів, розробка засобів в організації моніторингу вмісту радіонуклідів за допомогою альгофлори.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження проведені на екологічних стаціонарах річки Лугань (у районах Парку 1 Травня, ВАТ Луганськ-тепловоз, с. Веселеньке). В означених місцях проводився відбір проб мулових донних відкладень. На цих же стаціонарах Луганська СЕС, відділ моніторингу при Луганському обласному управлінні екології та природних ресурсів проводили моніторинг за вмістом радіонуклідів. Кількісним показником вмісту радіонуклідів в річковому мулі була питома активність радіонуклідів (відношення активності радіонукліда в радіоактивному зразку до маси зразка, Бк/кг). Вивчався вплив на кількість водоростей питомої активності таких радіонуклідів, як ²²⁶Ra, ²³²Th, ¹³⁷Cs, ⁴⁰K. Збирання матеріалів проводилося загальноприйнятими методами за допомогою сифону, мулососу Перфільєва, мікробенометру Володимирової з гли-

бини 0,5 – 1 м [2]. Отримані проби фіксувалися 4 % розчином формальдегіду й оброблялися на світловому мікроскопі МБР-3. Визначення водоростей до роду проводили за допомогою визначників водоростей [9], облік їх кількості в пробах здійснювали за допомогою камери Горяєва. Роди водоростей приведені за системою прийнятою в «Algae of Ukraine» [10, 11]. Кількість водоростей на 10 см² мулу розраховували за формулою:

$$N = \frac{n \cdot 10v}{S} \cdot 10$$

де N – кількість водоростей на 10 см² поверхні субстрату, n – кількість водоростей в обчисленій краплі води з об'ємом 0,1 см³, v - об'єм проби (см³), S - площа поверхні субстрату, з якого взята проба (см³).

Результати досліджень

У результаті проведених досліджень виявилось, що такі роди водоростей, як *Volvox*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Chroococcus*, зустрічалися в р. Лугань тільки при постійному певному рівні питомої активності радіонуклідів ²²⁶Ra, ²³²Th, ¹³⁷Cs, ⁴⁰K і то-

му можуть вважатися постійними абсолютними індикаторами, сама наявність яких дозволяє визначити рівень питомої активності радіонуклідів у водоймі (табл.).

Ряд родів водоростей, що зустрічаються в р. Лугань, виявилися постійними

Таблиця

Значення питомої активності радіонуклідів, що відповідає наявності в р. Лугань постійних альго-фітоіндикаторів

Фітоіндикатори	Питома активність радіонуклідів (Бк/кг)			
	Ra ₂₂₆	Th ₂₃₂	Cs ₁₃₇	K ₄₀
Volvox	19 - 20	8 - 10	10 - 11	130 - 140
Chroococcus				
Cymbella	12 - 15	11 - 12	18 - 21	180 - 190
Gomphonema				

позитивними або негативними індикаторами на питому активність досліджуваних радіонуклідів. До них належали Chlorococum, Chlorella, Pandorina, Pinnularia, Navicula, Oscillatoria. Про питому активність радіонуклідів свідчить не наявність цих водоростей у воді, а їх кількість на 10 см² мулового субстрату. Коефіцієнти кореляції між кількістю цих водоростей в річковому мулі та значеннями питомої активності радіонуклідів виявилися досить високими (від 0,8 до 0,9).

Встановлено, що для ²²⁶Ra позитивними постійними індикаторами були Chlorococum, Chlorella, Pandorina. Чисельність Chlorococum і Pinnularia в складі річ-

кового мулу збільшувалася до питомої активності ²²⁶Ra 20,4 Бк/кг, а потім чисельність водоростей з цих родів суттєво знижувалася (рис 1).

Напроти, кількість особин роду Pandorina в річковому мулі неухильно зростала з підвищенням питомої активності ²²⁶Ra (рис. 2).

Негативними індикаторами на вміст ²²⁶Ra були водорості роду Chlorella, чисельність якої повільно зменшувалася з зростанням питомої активності ²²⁶Ra, та родів Navicula і Oscillatoria, чисельність яких з підвищенням питомої активності ²²⁶Ra стрімко падала (рис. 3).

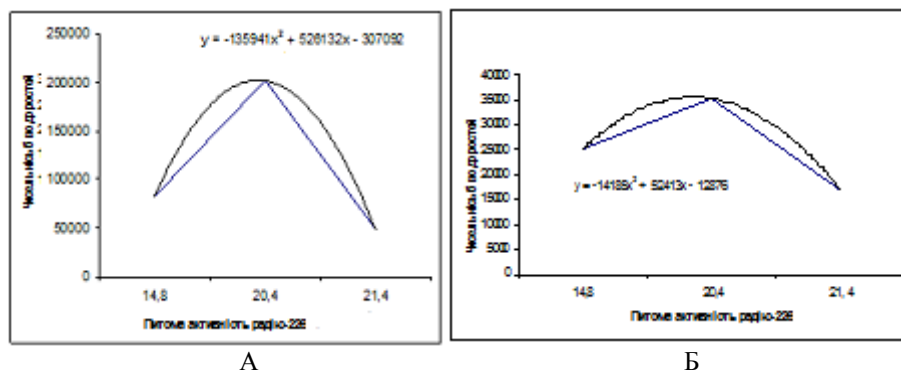


Рис. 1 – Вплив питомої активності ²²⁶Ra на чисельність хроококку (Chlorococum) (А) і Pinnularia (Б) в р. Лугань

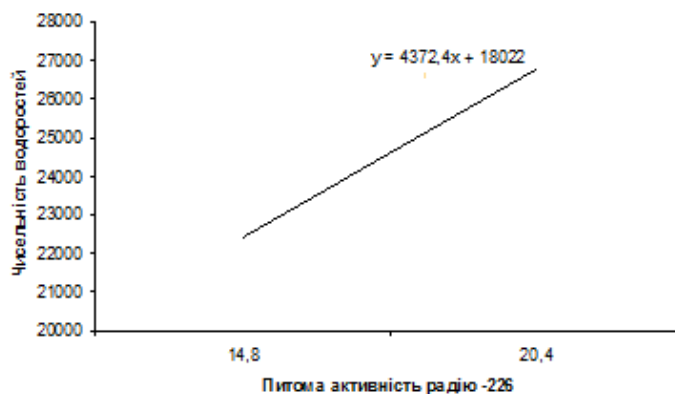


Рис. 2 – Вплив питомої активності ²²⁶Ra на чисельність особин роду Pandorina в р. Лугань

Для ^{232}Th позитивними індикаторами виявилися роди *Navicula* і *Oscillatoria*, чисельність яких у муловому субстраті донних відкладень р. Лугань з підвищенням питомої активності радіонуклідів торію зростала (рис. 4).

Водорості з роду *Pandorina* виявилися негативними індикаторами на радіонукліди торію – із зростанням питомої активності ^{232}Th їх чисельність в річковому мулі зменшується (рис. 5).

Значно складнішими виявилися залежності кількості особин родів *Chlorococum*, *Chlorella* і *Pinnularia* від концентрації радіонуклідів торію в р. Лугань. При

зростанні питомої активності радіонуклідів ^{232}Th їх кількість в муловому субстраті падає, а потім починає зростати (рис. 6).

Для ^{137}Cs негативними індикаторами виявилися водорості з родів *Navicula*, *Oscillatoria* і *Pinnularia*. Їх чисельність в муловому субстраті падала з зростанням питомої активності ^{137}Cs (рис. 7).

Позитивним індикатором на вміст в муловому субстраті водоїм ^{137}Cs є водорості роду *Pandorina* (рис. 8).

У водоростей з роду *Chlorococum* при зниженні питомої активності Cs_{137} до 18,9 Бк/кг кількість особин в річковому мулі зменшувалася, а при подальшому зрос

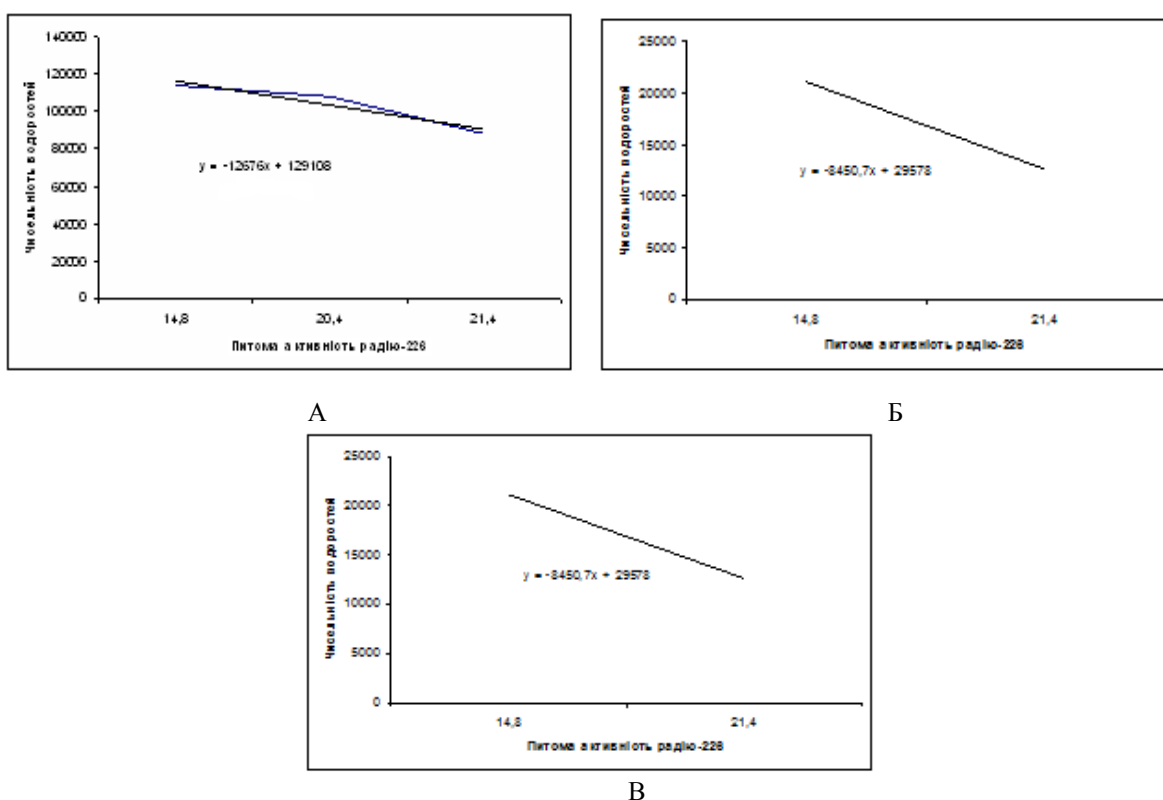


Рис. 3 – Вплив питомої активності ^{226}Ra на чисельність *Chlorella* (А), *Navicula* (Б), *Oscillatoria* (Б) в р. Лугань

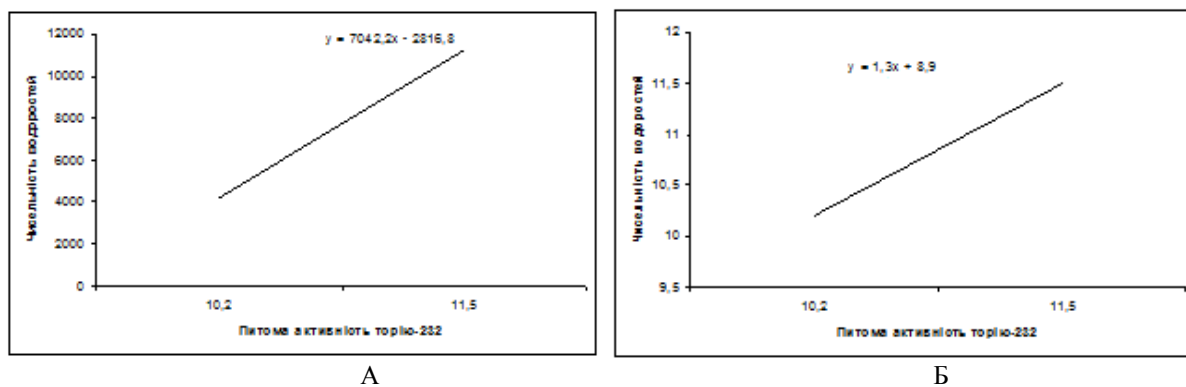


Рис. 4 – Вплив питомої активності ^{232}Th на чисельність водоростей з родів *Navicula* (А) і *Oscillatoria* (Б) в р. Лугань

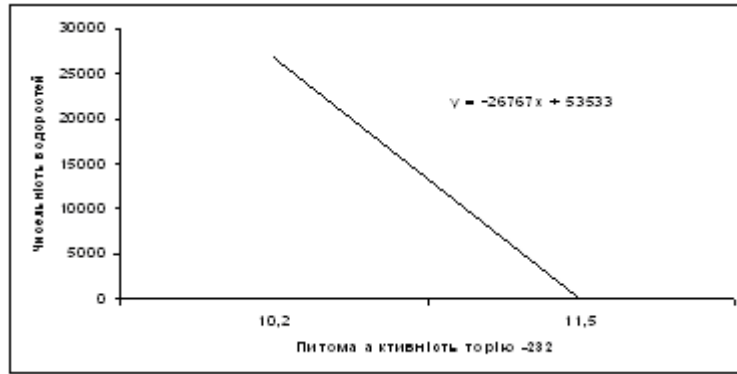


Рис. 5 – Вплив питомої активності ^{232}Th на чисельність водоростей з роду *Pandorina* в р. Лугань.

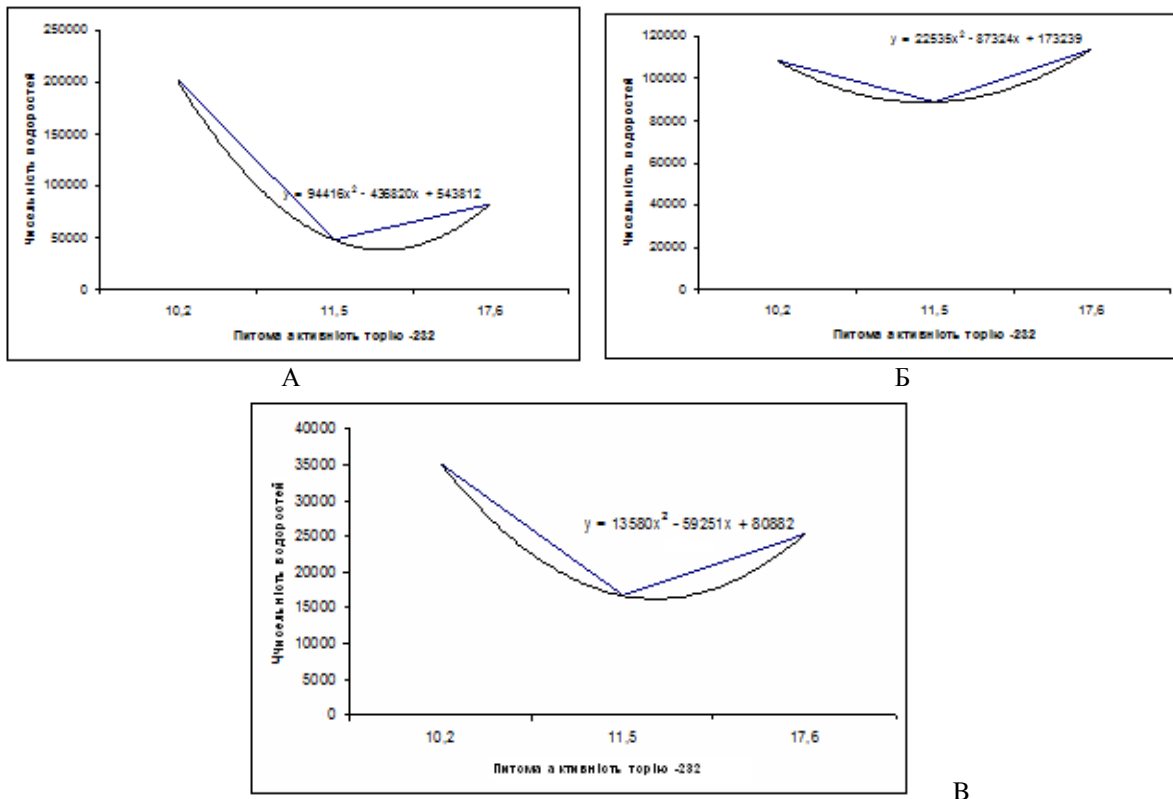


Рис. 6 – Вплив питомої активності ^{232}Th на чисельність водоростей з родів *Chlorococcum* (А), *Chlorella* (Б), *Pinnularia* (В) в р. Лугань

танні питомої активності чисельність водоростей цього роду ставала стабільною (рис. 9).

У водоростей з роду *Chlorella* кількість особин в річковому мулі зростала з підвищенням питомої активності ^{137}Cs до 18,9 Бк/кг зростала, а при подальшому зростанні питомої активності цього радіонукліда чисельність особин знижувалася (рис. 10).

Для радіонуклідів ^{40}K позитивними індикаторами були водорості з родів *Chlorella*, *Navicula* і *Oscillatoria* (рис. 11).

При цьому зростання чисельності *Navicula* і *Oscillatoria* під впливом збільшення питомої активності ^{40}K у водоймищах було більш значним, ніж у *Chlorella*.

Негативними індикаторами на вміст радіонуклідів ^{40}K у місцях збору виявилися водорості з роду *Pandorina* (рис. 12).

У водоростей з родів *Chlorococcum* і *Pinnularia* при підвищенні питомої активності ^{40}K до 138 Бк/кг чисельність особин в річковому мулі збільшувалася, а у подальшому зростанні питомої активності ^{40}K в р.Лугань – знижувалася (рис. 13).

На основі кореляційного аналізу показано, що між питомою активністю означених радіонуклідів і чисельністю особин альгофлори певних родів існують тісні зв'язки, які можуть бути представлені рівняннями регресії (рис 1-13).

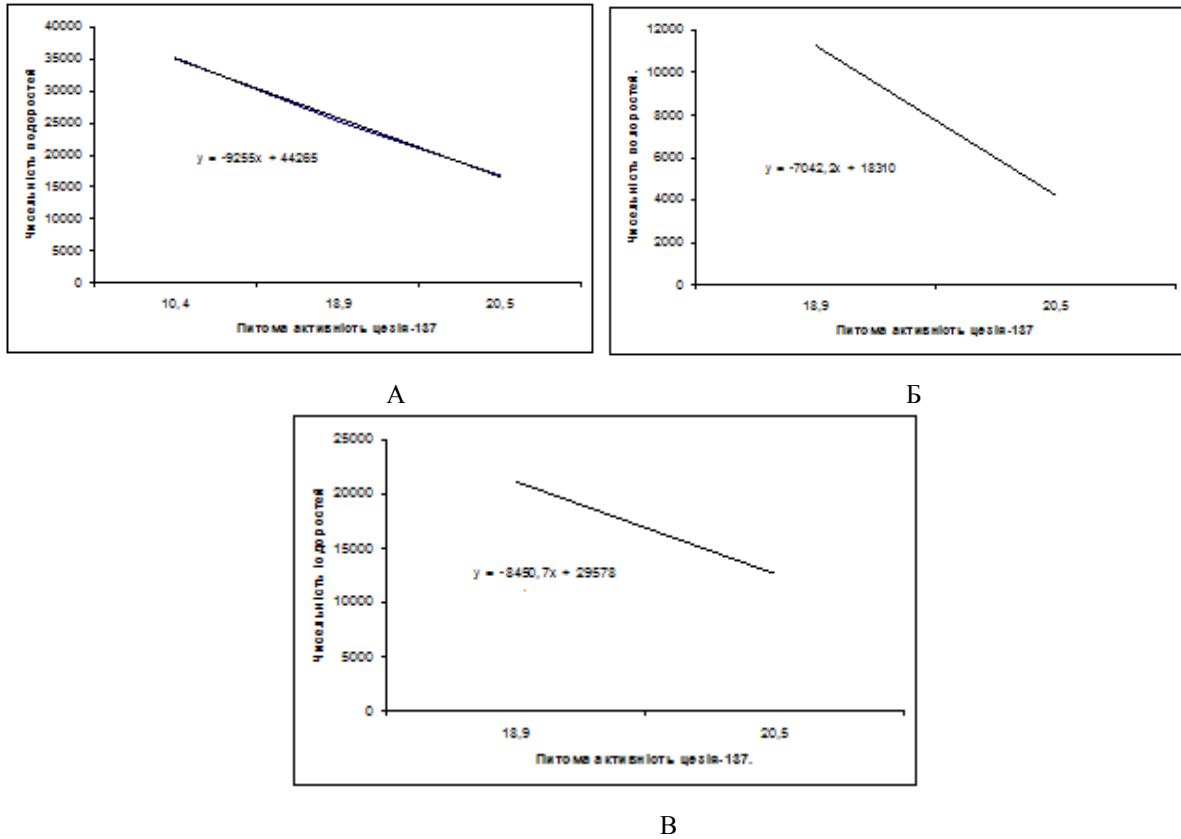


Рис. 7 – Вплив питомої активності ^{137}Cs на чисельність водоростей з родів *Pinnularia* (А), *Navicula* (Б) і *Oscillatoria* (Б)

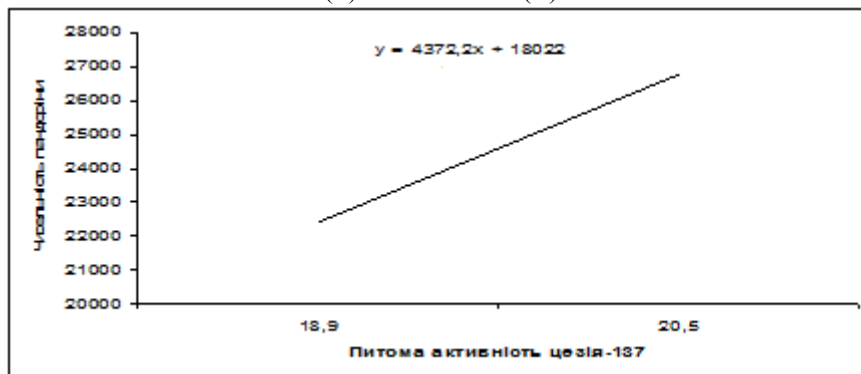


Рис. 8 – Вплив питомої активності ^{137}Cs на чисельність водоростей з роду *Pandorina* в р. Лугань

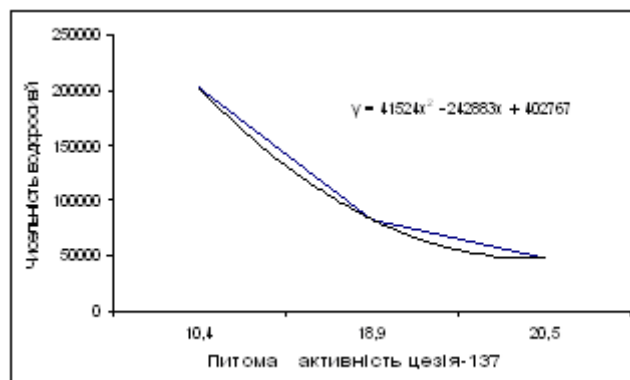


Рис. 9 – Вплив питомої активності ^{137}Cs на чисельність водоростей з роду *Chlocoosium* в р. Лугань

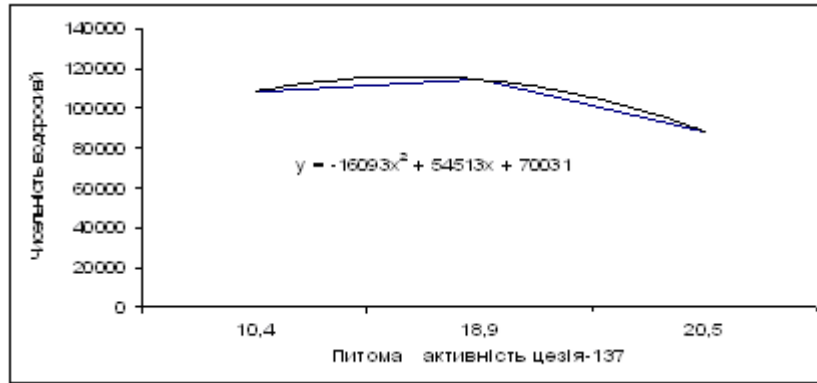
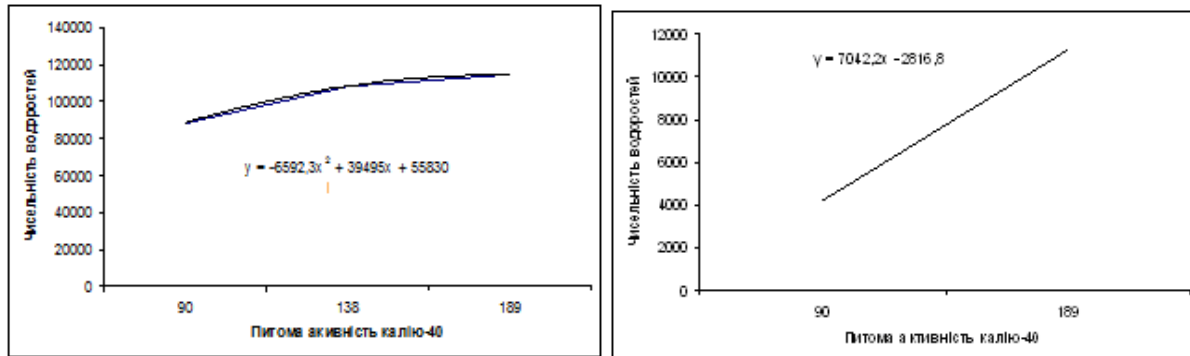
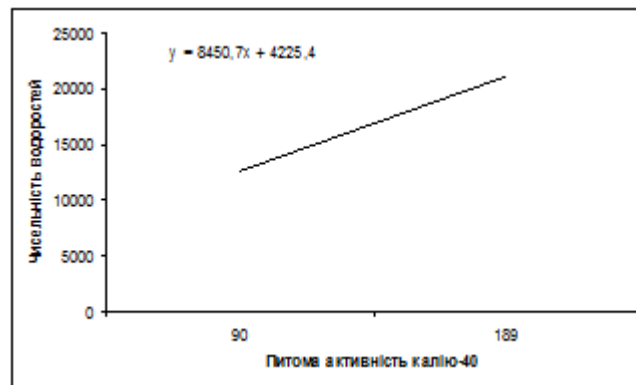


Рис. 10 – Вплив питомої активності ¹³⁷Cs на чисельність водоростей з роду *Chlorella*



А

Б



В

Рис. 11 – Вплив питомої активності ⁴⁰K на чисельність водоростей з роду *Chlorella* (А) і *Navicula* (Б) і *Oscillatoria* (В)

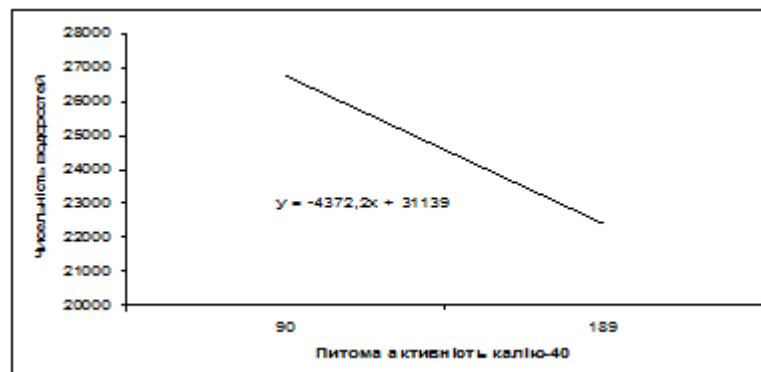


Рис.12 – Вплив питомої активності ⁴⁰K на чисельність водоростей з роду *Pandorina*

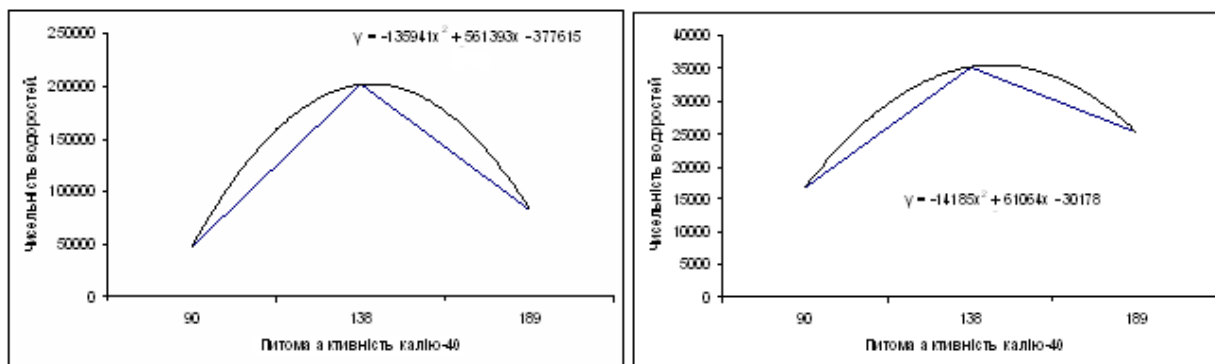


Рис. 13 – Вплив питомої активності ^{40}K на чисельність водоростей з родів *Chlorococcum* (А) і *Pinnularia* (Б)

Висновки

1. Встановлено зв'язок радіаційного забруднення донних відкладень водойм з чисельністю певних родів водоростей.

2. Абсолютними індикаторами на питому активність радіонуклідів ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{40}K донних відкладень (до глибини 1–5 м) є наявність водоростей з родів *Volvox*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Chroococcus*

3. Постійними індикаторами на вміст ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{40}K в мулі водойм є во-

дорості з родів *Chlorococcum*, *Chlorella*, *Pandorina*, *Pinnularia*, *Navicula*, *Oscillatoria*.

4. На основі розрахованих рівнянь регресії можна прогнозувати рівень питомої активності радіонуклідів у водоймах за чисельністю певних родів водоростей.

5. Проведені спостереження показали індикаційне значення альгофлори для діагностики радіаційного забруднення, як у водоймах м. Луганська, так і для інших урбо-екосистем на Південному Сході України.

Література

1. Беспалова С. В. Автоматизований моніторинг екологічного стану поверхневих вод з використанням фітопланктону в якості біоіндикатора / С. В. Беспалова, Н. М. Лялюк, Д. М. Афанасьєв, С. М. Романчук, О. В. Васильєв // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – № 1(11). – С. 9-24.

2. Винберг Г. Г. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях / Г. Г. Винберг. – М.: Прогресс, 1984. – 125 с.

3. Ісаєва Р. Я. Альгофлора водойм міста Луганська / Р. Я. Ісаєва, В. Р. Маслова, Т. М. Косонова // Вісн. Луган. Держ. Пед. Ун-ту ім. Т. Шевченка. – 2002. – № 7 (51) : Біол. Науки. – С. 13 – 21.

4. Канцева І. Радіонукліди в біогеоценозах літальної зони Одеської затоки / І. Канцева., Д. Ганжа., Х. Ганжа // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. — Випуск 53. — Львів, 2010. — С. 86-93

5. Комісова Т. Є. Водорості як індикатори забруднення водойм урбо-екосистем на прикладі м. Луганська / Т. Є. Комісова, Л. І. Лесняк, О. В. Симчук // Вісн. Харківського національного ун-ту ім. В.Н. Каразіна., 2012. – № 1004: Екологія. – С. 100 – 108.

6. Матвиенко А. М. Альгофлора естественных водоёмов долины Северского Донца как показатель их санитарно-биологического состояния / А.

М. Матвиенко, Т. В. Догадина, В. Ф. Веретенникова // Тез. докл. VII съезда УБО. – Киев, 1982. – С. 305 – 306. .

7. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Луганській області у 2011 році. – Луганськ, 2012. – С. 60-69.

8. Томілін Ю. А. Радіонукліди у водних екосистемах південного регіону України: міграція, розподіл, накопичення, дозове навантаження на людину і контрзаходи / Ю. А. Томілін, Л. І. Григор'єва - Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2008.

9. Топачевский А. В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А. В. Топачевский, Н. П. Масюк. – Киев.: Высш. шк., 1984. – 333 с.

10. Algae of Ukraine^ diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 1 Cyanoprocarvota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xantophyta, Raphidophyta, Hatrophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta./ Eds: P.M. Tsarenko, S.P. Vasser & Eviatar Nevo. – Ruggell : A.R.G. Gantner Verlag, 2009. – 713 p.

11. Algae of Ukraine diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 2 Bacillariophyta / Eds: P.M. Tsarenko, S.P. Vasser & Eviatar Nevo. - Ruggell : A.R.G. Gantner Verlag, 2009. – 413 p.

Надійшла до редколегії 18.03.2013

