

*Кунденко М. П., д.т.н., професор,
завідувач кафедри теплотехніки
та енергоефективних технологій*

Національний технічний університет "ХПІ", м. Харків

Черепньов І. А., к.т.н., с.н.с., доцент

*кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності
та управління якістю*

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

*Колокольніков В. О., студент факультету енергетики,
цифрових та комп'ютерних технологій*

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕСТ-ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ БІОМОНІТОРИНГУ КОМПЛЕКСНОГО ХІМІЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ УНАСЛІДОК ТЕХНОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Як зазначено в низці робіт, зокрема в [1, 2], якість води у відкритих водоймах України, які є основними джерелами водопостачання населення, на сьогоднішній день не відповідає нормативним вимогам за такими поширеними речовинами, як сполуки важких металів, феноли, сульфати, агрохімікати та іншими хімічно небезпечними речовинами. У разі виникнення аварії або надзвичайної ситуації техногенного походження, ступінь хімічного забруднення, як суші, так і водойм різко зростає. Відтак підвищується актуальність проведення постійного контролю цього процесу із застосуванням як апаратних методів, так і біомоніторингу. Складність проблеми посилюється тим, що зазвичай виникає комбінований осередок забруднення, в якому діють чинники хімічного і фізичного походження, зокрема техногенні електромагнітні поля (ЕМП). У роботі [3] перелічено

основні переваги застосування тест-організмів для біотестування водних екосистем, — простота оцінки ступеня впливу токсикантів на тест-організми різного рівня. Відповідно до критеріїв, вказаних у [3], у якості тест-організмів доцільно використовувати інфузорії, оскільки вони мають короткий цикл розмноження, прості в утриманні та досить чутливі. Тобто, інфузорії являють собою прості рецепторно-ефекторні системи [4]. Для підтвердження ефективності використання інфузорій як тест-систем, нами були запозичені дані експерименту, наведені в роботі [5], а саме зміна чисельності інфузорій після опромінення частотою 42,25 ГГц. Вибір цього діапазону частот підтверджено багаторічними експериментами використання ЕМП у медицині, біології та біотехнологій [6]. За даними роботи [5] нами складено таблицю зміни чисельності інфузорій після опромінення частотою 42,25 ГГц та побудовано моделі цього процесу з використанням методів регресійного аналізу, що мають вигляд:

$$D = a - bT + cT^2 - gT^3 \quad (1)$$

Таблиця 1 – Зміна чисельності інфузорій після опромінення частотою 42,25 ГГц

Тривалість експерименту, доба(T)	Чисельність інфузорій після опромінення (42,25 ГГц)					
	День опромінення					
	0(D0)	5(D5)	8(D8)	10(D10)	12(D12)	Контроль (DK)
0	16	16	16	16	16	16
3	20	18	25	18	18	20
5	50	45	57	50	45	45
8	98	87	99	98	87	87
10	98	69	139	100	101	101
12	58	12	90	103	115	120
14	0	0	0	90	100	110

Коефіцієнти регресії, визначені для цих моделей, наведено в табл. 2. У цій таблиці індекс моделі відповідає позначенням, прийнятим у табл. 1.

Статистичні оцінки якості отриманих регресійних рівнянь наведено в табл. 3. З наведених у цій таблиці даних випливає, що отримані рівняння регресії задовільно описують процес зміни чисельності інфузорій після опромінення частотою 42,25 ГГц. Для регресійних рівнянь виду (1), що описують зміну в часі чисельності інфузорій для різних умов експерименту, можна визначити еластичність

$$E_T(D) = \frac{T(3gT^2 - 2cT + b)}{T(gT^2 - cT + b) - a} \quad (2)$$

і функцію миттєвого росту за співвідношенням:

$$V(T) = \exp\left(\frac{3gT^2 - 2cT + b}{gT^2 - cT + b - a}\right) \quad (3)$$

Значення коефіцієнтів a, b, c, g відповідають значенням, наведеним у табл. 2.

Таблиця 2 – Коефіцієнти рівнянь регресії, що характеризують зміну чисельності інфузорій після опромінення частотою 42,25 ГГц

Регресійні коефіцієнти	Індекс моделі					
	D0	D5	D8	D10	D12	DK
a	16,0546	15,9322	17,3424	13,738	15,2593	15,4491
b	13,3776	14,2112	14,3521	3,4122	5,9613	4,8094
c	5,98457	6,17638	6,3597	2,8688	3,0994	2,8059
g	0,381693	0,418793	0,3855	0,1608	0,1601	0,1409

Аналогічно можна обробити дані щодо відгуку тест-культур на поєднаний вплив небезпечних хімічних речовин та електромагнітних полів.

Таблиця 3 – Статистичні оцінки якості отриманих регресійних рівнянь зміни чисельності інфузорій після опромінення частотою 42,25 ГГц

Показники якості рівнянь регресії	Індекс моделі					
	D0	D5	D8	D10	D12	DK
Величина Rv	0,01	0,01	0,05	0,03	0,03	0,04
Скоригований коефіцієнт детермінації (%)	99,8	98,3	90,3	94,9	97,1	98,1

Дані, наведені в роботі [5], свідчать про те, що залежно від концентрації та поєднання різних хімічних забруднювачів, дія НВЧ ЕМП може як посилювати, так і послаблювати токсичний ефект. На підставі вищесказаного можна зробити висновок про те, що: інфузорії доцільно використовувати як тест-організми хімічного та електромагнітного забруднення відкритих водойм. Дія техногенних ЕМІ в низці випадків може посилювати вражаючу дію небезпечних хімічних речовин, а обробка води НВЧ ЕМП дає змогу знижувати токсичність водних розчинів, зокрема тих, що надходять у відкриті водойми.

Література:

1. Фесенко Г. В., Дьяконов В. И., Черепнёв И. А. Прогностический расчет распространения зон высокозагрязненных вод с учетом глубины реки и шероховатости ее русла. *Комунальне господарство міст. Серія: Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика*. 2015. Вип. 120 (1). С. 14-16.

2. Залізник Я. Аналіз динаміки основних показників геосистеми річки південний Буг. *The Scientific Heritage*. 2021. № 70. С. 10-18. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-70-1-10-18 (дата звернення: 11.10.2022).

3. Машукова О. В., Скуратовская Е. Н. Использование тест-организмов в оценке уровней загрязнения морских акваторий. *Системы контроля*

окружающей среды. 2019. № 4 (38). С. 135-144. DOI: 10.33075/2220-5861-2019-4-135-144 (дата звернення: 11.10.2022).

4. Итоги и перспективы исследования идентификации взаимодействия микроорганизмов рубца жвачных животных / К. П. Логачев и др. *Вестник мясного скотоводства*. 2013. № 1 (79). С. 93-99.

5. Гапочка М. Г. Экологические аспекты взаимодействия электромагнитных полей миллиметрового диапазона с биологическими объектами: автореф. дис. на соискание учен. степени д.б.н.: 03.02.08. Москва, 2013. 50 с.

6. Использование низкоинтенсивного широкополосного электромагнитного излучения мм-диапазона длин волн в медицине / Е. И. Ефимов и др. *Медицинский обозреватель*. 2002, №2(23), с. 13.

Кравцов М. М., доцент каф. МБЖД

Логвіненко В. І., Сімоненко К. Є., студенти гр. ЕПП-21-21

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

НАСЛІДКИ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЇ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Під впливом вібрації в організмі людини спостерігаються зміни серцевої діяльності, нервової системи, спазми судин, порушення функції суглобів. Тривала дія вібрації викликає професійне захворювання – вібраційну хворобу. Важливе гігієнічне значення має частота вібрації. Частоти порядку 35-250 Гц найбільш характерні при роботі з ручними інструментами і сприяють розвитку вібраційної хвороби зі спазмами судин. Частоти нижче 35 Гц викликають зміни в нервово-м'язовій системі і суглобах [1].

Найбільш небезпечними є резонансові вібрації, які співпадають з власною частотою коливань людського тіла або окремих органів (3-6 Гц). При співпаданні власної і зовнішньої частот амплітуда коливань внутрішніх органів зростає. Між ними виникає тертя, яке призводить до порушення їх