

МЕТОД БІОІНДИКАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

Петрук Роман Васильович,

Костюк Володимир Володимирович, Трач Ірина Анатоліївна

к.т.н., Вінницький національний технічний університет
аспірант, Вінницький національний технічний університет
аспірант, Вінницький національний технічний університет
вул. Хмельницьке шосе 95, 21021, м. Вінниця
kostyukv88@gmail.com

В роботі наведено методологічні основи визначення функціонального здоров'я населення шляхом біогальванізації активних точок та запропоновано способи використання отриманої інформації для побудови еколого-медичних карт місцевості забрудненої різними екополотантами. Такі дослідження дозволяють виявити зони прихованої екологічної небезпеки здоров'ю людей і враховують недоліки існуючих способів екологічної оцінки територій. **Ключові слова:** біогальванізація, функціональне здоров'я, еколого-медичне районування, екологічна безпека.

Метод биоиндикации экологически загрязненных территорий. Петрук Р.В., Костюк В.В., Трач И.А. В работе приведены методологические основы определения функционального здоровья населения путем биогаальванізації активних точок и предложены способы использования полученной информации для построения эколого-медицинских карт местности загрязненной различными екополотантами. Такие исследования позволяют выявить зоны скрытой опасности здоровью людей и учитывают недостатки существующих способов экологической оценки территорий. **Ключевые слова:** Биогаальванізація, функциональное здоровье, эколого-медицинское районирование, экологическая безопасность.

The method of biological indication of polluted areas. Petruk R.V., Kostyuk V.V., Trach I.A. In this paper, the methodological grounds of the population functional health are analyzed by use of active points biohalvanization. Ways of received information usage are suggested for developing the environmental-medical maps of areas contaminated by various pollutants. These studies reveal a hidden areas of environmental hazards to human health and take into account the shortcomings of existing methods of environmental area assessment. **Keywords:** biohalvanization, functional health, environmental-medical zoning, ecological safety.

Вступ

Існує низка методів біоіндикації територій. Біоіндикація передбачає оцінку стану середовища за допомогою живих об'єктів. Живими об'єктами зазвичай виступають клітини, організми, популяції, спільноти. З їх допомогою може проводитися оцінка як абіотичних факторів (температура,

вологість, кислотність, солоність, вміст полотантів тощо), так і біотичних (життєва здатність організмів, їх популяцій і угруповань). Термін «біоіндикація» частіше використовується в європейській науковій літературі, а в американській його зазвичай заміняють аналогічним за змістом назвою «екотоксикологія» [1].

Біоіндикація базується на спостереженні за складом та чисельністю видів-індикаторів.

Метод біоіндикації заснований на вибірковому біологічному накопиченні речовин з навколишнього середовища організмами рослин і тварин. Найбільш небезпечними для біотичних спільнот є антропогенні забруднення ґрунту та водоїм важкими металами, радіонуклідами, деякими хлорорганічними похідними, оскільки накопичення цих речовин в живих організмах (як усім організмом, так і його окремими частинами) порушує нормальний метаболізм, впливає на біохімічні, цитологічні і фізіологічні процеси, та в цілому погіршує стан і відтворюваність популяції [2].

Відомими є багато способів дослідження людського організму та виявлення певних впливів довкілля на нього. Більшість методів є непрямими, а опосередкованими. Наприклад, дослідження концентрацій хімічних речовин та доз фізичних впливів в середовищі існування людини. Самі граничні концентрації, рівні чи дози (ГДК, ГДД, ГДР), як правило, розраховуються за допомогою летальних доз (ЛД) впливів певних факторів на піддослідних організмів [3]: щури, миші, кури, кролики та ін. Як правило граничні впливи на пряму на людський організм не розраховуються, а тому і розкривають об'єктивно впливу факторів середовища на людину [4].

Найбільш якісно і точно виявити впливи довкілля можна лише напряму на людину, проте це неможливо з використанням «концепції ГДК». Для ґрунтового дослідження впливу забрудненого і порушеного довкілля на людину варто проводити детальне

дослідження всіх можливих параметрів здоров'я людини: біохімічне дослідження крові, зміни тиску, температури, генетичних впливів, загальне самопочуття людини та ін.

Загалом виявлення кореляції між різними (всіма) впливами довкілля та порушеннями здоров'я людини на певній території є вкрай складною, хоча й актуальною задачею.

Запропонований нами метод володіє можливістю використовувати для аналізу екологічної порушеності територій людський організм. В якості об'єкта дослідження пропонується використовувати дитяче населення. Здоров'я дитячого населення певної території більш об'єктивно відображає екологічну порушеність території, оскільки діти не зловживають шкідливими звичками, не мають професійних хвороб, харчуються як правило більш якісною їжею, що дозволяє отримати більш точну інформацію безпосередньо про екологічні впливи на здоров'я населення.

Отже дослідження функціонального здоров'я дитячого населення з подальшим аналізом медико-екологічні впливи довкілля є вкрай актуальним завданням.

Суть методу біодіагностики і біоіндикації територій за допомогою аналізу функціонального здоров'я населення

Основним предметом дослідження методу еколого-медичного районування є комплексний стан вегетативної нервової системи (ВНС) дитячого організму і аналіз процесів, що на нього впливають.

Показники вегетативної (автономна) нервової система регулюють всі внутрішні процеси організму: функції внутрішніх органів і систем, залоз, кровоносних і лімфатичних судин, гладкою і частково поперечно смугастої мускулатури, органів чуття. Вони забезпечують гомеостаз організму, тобто відносна динамічна постійність внутрішнього середовища і стійкість його основних фізіологічних функцій (кровообіг, дихання, травлення, терморегуляція, обмін речовин, виділення, розмноження та ін.) Крім того, вегетативна нервова система виконує адаптаційно трофічну функцію - регуляцію обміну речовин стосовно до умов зовнішнього середовища [5].

Є низка методів дослідження окремих показників стану вегетативної нервової системи, зокрема, метод клінортогастичної проби та кардіоінтервалографій, дермографії, метод очно-серцевого рефлексу, гальванічного рефлексу та ін. Всі вони зводяться до процедур або дій, що дозволяють охарактеризувати тонус симпатичної і парасимпатичної іннервації конкретного органу чи системи і відповідно активність симпатичної і парасимпатичної складової вегетативної нервової системи.

Для наших досліджень ми використовуємо метод біогальванізації активних точок з використанням комп'ютеризованої системи Вітатест-24, що дозволяє реєструвати зміни активності ділянок вегетативної нервової системи і отримувати систематизовані дані, які підлягають подальшому комплексному аналізу. Особливістю цього методу і приладу є можливість реєструвати дані активності точок ВНС органів та систем

організму, зокрема, легені (P), товстий (GI) та тонкий кишечник (IG), шлунок (E), селезінка і підшлункова залоза (RP), серце (C), нирки (R), сечовий міхур (V), печінка (F) та окремо стан лімфатичної системи (TR). Використовувані нами символи відповідають французькій системі позначення активних точок. Існує альтернативна міжнародна система активних точок, проте форма позначення не впливає на суть і зміст активних точок. Далі отримані дані порівнюються з нормою і робиться висновок про ступінь відхилення від неї, і тим самим рівень порушеності функціонального здоров'я [6].

Рис.2. Комп'ютеризована система Вітатест-24

Метод біодіагностики та приладу для його здійснення офіційно дозволені МОЗ України "Нова медична техніка і нові методи діагностики" (протокол №5 від 25.12.91 р.; №1.08-01 від 11.01.94 р.) та Вченою радою МОЗ України (протокол №1.08-01 від 11.01.94 р.).

Особливості приладу ВІТА 01 М:

1. Для функціонування приладу не використовуються зовнішні джерела енергії;

2. Напруга в замкнутому колі не перевищує рівнів мембранних потенціалів (0,03 – 0,6 В);
3. Завдяки компактності та ергономічності приладу його можна використовувати як для стаціонарних так і для експедиційних досліджень.

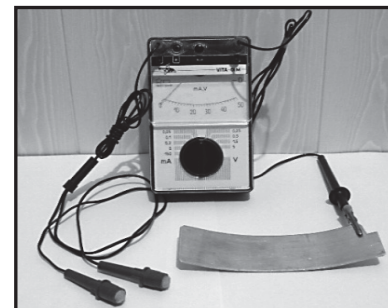


Рис. 1. Комплекс "ВІТА-01-М"

Безпосередньо проведення експерименту проходить наступним чином [7]:

1. Підготувати прилад ВІТА-01-М для біодіагностики функціонально-енергетичної рівноваги організму;
2. Локалізувати репрезентативні біологічно активні зони (БАЗ), що частково представлені в таблиці 1;
3. Підготувати діагностичні електроди ДЕ та АЕ. Базовий електрод акцептор електронів (АЕ) - випукла пластинка з спеціального сплаву, попередньо покрита окисною плівкою (5 x 7 см). Діагностичні електроди (ДЕ - донори електронів) у вигляді посрібленої пари, які розташовані в ебонітових чашках діаметром 1 см і обгорнуті поролоновими прокладками;
4. Через вологу прокладку (змочену теплою водою або фізіологіч-

ним розчином) АЕ фіксується спеціальним пасмом в пупкової області (центральна мезогастральна ділянка (0-зона) з натягом середньої щільності для створення стабільних умов обстеження. Останні звожуються за допомогою теплої води. В процесі тестування електроди ДЕ під прямим кутом з незначним тиском (на рівні дотику), одночасно контактують з кожною парою симетричних БАЗ на протязі 1-4 секунд до отримання стабільних показників. Через кожні три контакти з БАЗ, електроди повторно змочуються в заздалегідь приготовленому розчині.

Наведені в таблиці 1 дані розкривають лише 12 основних точок важливих для дослідження основних груп органів людини, хоча повний перелік точок містить понад 200 активних зон.

Отримавши масив даних про стан функціонального здоров'я дитячого населення певної території та усереднену інформацію про відхилення вегетативної нервової системи можна проводити аналіз можливих екологічних проблем території і її ступінь екологічної порушеності.

Для визначення номальних значень вегетативних станів та відхилень від норми використовують дані статистичних спостережень 14304 дітей різних статевих вікових груп. Аналізу підлягають не абсолютні значення показників, а відносне співвідношення сумарної симпатичної і парасимпатичної активності ВНС.

В таблиці 2 наведено основні діагностичні нормативи функціонального стану окремих систем[9].

Таблиця 1. Репрезентативні активні зони, що використовуються для проведення вегетативної діагностики [8]

Активні зони	Топографія репрезентативних БАЗ
H-1 (P-9) Легені	На поперековій шкірній складці променево-зап'ясткового суглобу, з променевої сторони променевої артерії.
H-2 (MC-7) Перикард	По середині поперекової складки променево-зап'ясткового суглобу, між сухожилками м'язів.
H-3 (C-7) Серце	В западині між горохоподібною та ліктьовою кістками, на поперековій складці променево-зап'ясткового суглобу.
H-4 (IG-4) Тонкий кишковик	На внутрішньому (ліктьовому) краю кисті в проміжку між основою V п'ясткової кістки і кістками зап'ястка.
H-5 (TR-4) Три обігрівачі	На задній поверхні променево-зап'ясткового суглоба в западині між сухожилля розгиначів пальців і V пальця.
H-6 (GI-5) Товстий кишковик	На променевому краю зап'ястка, між сухожиллями розгиначів великого пальця.
F-1 (RP-3) Селезінка - ПШЗ	На медіальній стороні ступні, в западині позаду і знизу від головки I плесняка
F-2 (F-3) Печінка	На задній поверхні ступні, в самому вузькому місці між I та II плесняками
F-3 (R-3) Нирки	В западині посеред відстані між п'ятковим (Ахілловим) сухожиллям і медіальною малогомілковою колодочкою.
F-4 (V-65) Сечовий міхур	На латеральному боці ступні, в западині позаду і знизу від головки V плесняка.
F-5 (VB-40) Жовчний міхур	Збоку і знизу Латеральна сторона малогомілкової колодочки, в западині зовнішнього боку сухожилля довгого розгинача пальців.
F-6 (E-42) Шлунок	На самій високій частині спинки ступні, між суглобами II і III клинчастих кісток та II-III плесняків.

Таблиця 2. Діагностичні нормативи функціонального стану систем.

ФЕС	M, мкА	min, мкА	max, мкА	ФЕС	M, мкА	min, мкА	max, мкА
P	10.1	7.3	12.9	V	9.3	5.9	12.7
GI	7.8	5.3	10.2	R	7.6	5.5	9.7
E	7.7	5.0	10.3	MC	8.6	6.3	10.9
RP	9.5	6.1	13.1	TR	7.4	4.4	10.6
C	9.3	5.4	13.1	VB	6.2	3.7	8.6
IG	9.0	7.0	11.0	F	7.5	4.8	10.2

Масив експериментальних даних порівнюється з нормативами функціонального стану після чого враховується нормативний показник вегетативного гомеостазу по величині k (зона ФК - зона функціональної компенсації).

Ідеальними є значення, що відповідають зоні рівноваги, відхилення в зону парасимпатичної активності чи симпатичної активності свідчить про

відхилення функціонального здоров'я.

Для визначення чисельного значення відхилення використовується коефіцієнт відхилення (k). Для його визначення варто використовувати формулу (1):

$$k = \Sigma X(CA) / \Sigma X(PCA) \quad (1)$$

де $\Sigma X(CA)$ – сума діагностичних показників при що мають значення вищі за M, $\Sigma X(PCA)$ – сума діагностичних показників, що мають значення нижчі за M; M – діагностичний норматив для конкретної активної зони, мкА; X – виміряне значення

активності конкретної активної зони, мкА.

Відповідно, при значеннях коефіцієнта відхилення від норми більше одиниці буде спостерігатися симпатична активність і при значеннях менше одиниці парасимпатична активність (табл. 3).

Таблиця 3. Нормативні показники вегетативного гомеостазу по величині k

Парасимпатична Активність (PCA)		Вегетативний гомеостаз			Симпатична активність (CA)	
зна-чна	вира-жена	Зона ФК PCA	Зона рівно-ваги	Зона ФК CA	вира-жена	зна-чна
0,75 і <	0,76-0,86	0,87-0,94	0,95-1,05	1,06-1,13	1,14-1,25	1,26 і >

Примітка: зона ФК - зона функціональної компенсації;

По індивідуальним показникам відхилення вегетативного гомеостазу судити про екологічну ситуації в регіону не можна. Проте по груповим показникам (які отримані для великої кількості осіб) можна робити висновки про рівень екологічної порушено-

сті територій. Для цього варто використовувати таблицю 4. Для визначення враховується сумарний відсоток порушень гомеостазу у досліджуваних дітей конкретно взятої території.

Таблиця 4. Залежність функціонально екологічної порушеності території від стану усереднених відхилень вегетативної нервової системи

Оцінка напруги функціонально-екологічної ситуації регіону	Кількість порушень вегетативного гомеостазу у дітей (в %):		
	В зоні ПА	В зоні ВР	В зоні СА
Зона відносної функціонально-екологічної безпеки	15	70	15
Зона підвищеної функціонально-екологічної уваги	25	50	25
Зона з ознаками розвитку функціонально-екологічної напруги	30	50	20
Зона з ознаками розвитку функціонально-екологічної катастрофи	45	40	15
Зона функціонально-екологічної катастрофи	65	25	10

Примітка: ПА - парасимпатична активність; ВР - вегетативна рівновага; СА - симпатична активність.

Фактично вид комплексного відхилення функціонального здоров'я (симпатичний чи парасимпатичний)

не має значення. Для оцінювання порушеності території особливе значення має відносна кількість пору-

шення вегетативного гомеостазу, що визначається у відсотках.

Використання отриманих даних для побудови карт забруднення і подальшого аналізу даних

Для ефективного використання і аналізу даних функціонального здоров'я населення певної території варто використовувати географічну прив'язку кожного випадку дослідження.

Важко заперечити той факт, що переважна більшість інформації по захворюваннях має географічний аспект і тому її можна просторово аналізувати і наочно представляти у вигляді карт, схем, діаграм, графіків та малюнків. Для ефективного аналізу і візуалізації просторової інформації існують потужні засоби – географічні інформаційні системи (ГІС), які не лише дозволяють створювати електронні карти на основі висококомісних баз даних, але з допомогою різнопланового аналізу наявної просторової інформації вирішувати проблеми різної складності.

У Вінниці з 2001 року функціонує геоінформаційна система органів місцевого самоврядування міста Вінниці на базі ПЗ ГІС "Карта 2000" [10-12].

В даний час у складі МГІС Вінниці розгорнуті ГІС Сервер 2011. Основний продукт - ГВС "Карта 2011", що базується на ГІС пакеті «Панорама», дозволяє візуалізувати отримані дані для подальшого аналізу. Вищезазначені карти можна використовувати

для нанесення даних визначення функціонального здоров'я і побудови карт комплексного забруднення довкілля.

Даний метод картографування можна використовувати для глибокого аналізу різних параметрів довкілля, які можуть включати також стан лісових насаджень, стан мисливської теріофауни та ін.

Висновки. Наведений метод є унікальним і дозволяє провести екологічний аналіз території за допомогою цільової групи організмів – людини.

Метод дослідження є неінвазивний і мало затратний, що дозволяє проводити обстеження різних вікових-статевих груп і отримувати дані з мінімальною статистичною похибкою.

Наведений метод не враховує такі суб'єктивні для різних людей показники, як ГДК, ГДД, а тому, оцінює вплив довкілля на кожного піддослідного об'єктивно до його можливостей протистояти антропогенним впливам.

Наведений метод є край перспективним у біоіндикації територій забруднених радіонуклідами, хімічними засобами захисту рослин, територій з забрудненими об'єктами гідросфери і атмосфери.

Наведений метод дозволяє оцінювати сумарні впливи всіх негативних факторів довкілля на здоров'я людини.

Література

1. Клименко М. О. Моніторинг довкілля / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. М. Вознюк. — К.: Академія, 2006. — 360 с.
2. Шуберт Р. Биоиндикация загрязненной наземных экосистем. — М.: Мир, 1988. — 348 с.

3. Edell DJ. 1986. A peripheral nerve information transducer for amputees: Long-term multi-channel recordings from rabbit peripheral nerves. IEEE Trans Biomed Eng 33:203
4. Нагайчук В. В. Вплив біогальванізації на культуру *E. Coli* та гемолітичного стафілококу / В. В. Нагайчук // Вісник морфології. — 2010. — № 16(3). — С. 716-720.
5. Енциклопедія анатомії людини. — К., 2000.
6. Scott, Bryan O., "The principles and practice of electrotherapy and actinotherapy". Springfield, Ill., C.C. Thomas, c1959. 314 p.
7. Макац В.Г. Оцінка функціонального здоров'я і вегетативних порушень у дітей зони радіаційного контролю України при їх оздоровленні в умовах питного курорту Моршин (методичні рекомендації) // Вінниця - Бая Лісовицька, 2003, 55 с.
8. Судаков К.В. Функциональные системы организма. / К.В. Судаков. — М., Медицина 1987.
9. Макац В.Г. Биогальванизация в физио- и рефлексотерапии (экспериментально-клинические исследования) // Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора медицинских наук (14.00.34—курортология и физиотерапия). Пятигорск. 1992. 47с.
10. Нова екологія: [Електронний ресурс]: – Геоінформаційні системи в екології – Режим доступу: <http://www.novaecologia.org/voecos-2374-1.html> (дата звернення: 08.12.2015).
11. КБ «Панорама: [Електронний ресурс]: – Создание геоинформационной системы органов местного самоуправления города Винницы– Режим доступу: <http://www.gisinfo.ru/projects/53.htm> (дата звернення: 12.12.2015).
12. С.М. Крижановський. Метод автоматизації розрахунку та візуалізації індексу загального забруднення міста / С.М. Крижановський, І.В. Давидова / Вісник ЖДТУ. 2013. № 4 (67)