

Екологічна небезпека для людини та біоти на територіях розвитку урановидобувної та уранопереробної промисловості

Представлені результати оцінки екологічної та генетичної небезпеки для людини та біоти на територіях видобутку та переробки уранових руд з використанням цитогенетичних методів біоіндикації та медичної статистики.

The results of environmental and genetic hazards assessment for human and biota on the territories of autunite mining and processing are presented. Cytogenetic methods of bioindication and analysis of medical statistics have been used.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій

Екологічні наслідки забруднення навколишнього природного середовища є однією з найважливіших проблем у світі, особливо для країн з розвинутою промисловістю. Враховуючи те, що багато забруднювачів мають мутагенну активність, надзвичайно важливо розвивати нові напрямки, які дозволили б попередити зростання мутагенного забруднення природного середовища, розкрити природу дії мутагенів і захистити людину й інші живі організми від їх негативного впливу. Саме ці проблеми є центральними в Цільовій комплексній програмі генетичного моніторингу в Україні, в межах якої виконані дійсні дослідження.

Територією, що тестується, було обрано м. Жовті Води Дніпропетровської області з розвинутою урановидобувною і переробною гірничою промисловістю. Місто відноситься до зони підвищеного екологічного ризику в зв'язку зі складною радіаційною ситуацією. За даними Держуправління охорони навколишньої природного середовища Дніпропетровської області, дозове навантаження на

місцеве населення складає 1,268 м³/рік, середній гамма-фон на 88% території міста – 16-20 мкР/рік, на 8% – 40-50 мкР/рік, на 3% – 150-200 мкР/рік і на 1% – більш 250 мкР/рік. У місті виявлені 5417 аномальних територій з інтенсивністю гамма-випромінювання від 120 до 1000 мкР/рік, що обумовлено видобутком уранових руд [1].

Джерелами радіаційного забруднення в місті є Східний гірничозбагачувальний комбінат, гідрометалургійний завод, склади уранової руди, тверді відходи гірничих виробництв і радіоактивний газ радон. Основними радіонуклідами твердих відходів є природний уран, торій-232, полоній-210, свинець-210, радій-226 і інші продукти розпаду уранового і торієвого рядів. Хвостосховища займають більше 3,505 тис. га, на яких накопичено близько 50 млн. т відходів із загальною активністю 62,1 тис. Кі [2; 3]. Усе це обумовлює підвищення радіаційного фону, що разом з іншими мутагенними забруднювачами становить небезпеку для населення, біоти і їх нащадків.

Мета досліджень

Метою досліджень була оцінка екологічної небезпеки для людини та біоти на територіях видобутку та переробки уранових руд у м. Жовті Води за показниками,

що характеризують токсико-мутагенний фон і генетичні наслідки впливу радіаційного фактора в комплексі з іншими забруднювачами.

Методологія досліджень

Токсико-мутагенну ситуацію об'єктів довкілля відображають цитогенетичні показники біоіндикаторів. Токсичність атмосферного повітря призводить до появи стерильного пилку рослин, що ростуть на дослідній території, використання мікроядерного тесту в соматичних клітинах дітей дошкільного віку дозволить встановити загальний мутагенний фон на територіях їхнього проживання. Якість гідросфери за токсико-мутагенним фоном відображає рівень хромосомних аберацій і мітотичний індекс в клітинах екзогенних біоіндикаторів і мікроядерний тест в клітинах гідробіонтів. Стан педосфери відображають рівні генних, хромосомних мутацій і мітотичний індекс в клітинах фітоіндикаторів [4; 5; 6].

Інтегральна оцінка здоров'я населення базується на аналізі медичної статистики про розповсюдженість усіх класів хвороб. Фізичне здоров'я дитячого і дорослого населення характеризують: інфекційні та паразитарні хвороби, хвороби ендокринної системи, крові та кровотворних органів, психічні розлади, хвороби нервової системи та органів чуття, хвороби системи кровообігу, органів дихання, травлення, сечостатевої системи, шкіри та підшкірної клітковини, кістково-м'язової системи, вроджені аномалії розвитку та новоутворення. Показниками природного руху населення є народжуваність, смертність та смертність дітей у віці до 1 року. Показниками генетичних вад популяції є вроджені аномалії розвитку, новоутворення у дитячого та дорослого населення і смертність дітей у віці до 1 року та ін.

У зв'язку з тим, що усі показники біоіндикаційних та популяційних блоків мають свої одиниці виміру, необхідно привести їх за формулою 1 в єдину безрозмірну систему умовних показників пошкодзованості біосистем (УПП). Це дасть можливість виконати інтегральну оцінку стану довкілля та здоров'я населення, визначити рівні генетичної та еколого-генетичної небезпеки для людини та біоти на досліджуваній території:

$$УПП_i = \frac{(P_{реал} - P_{комф})}{(P_{крит} - P_{комф})}, \quad (1)$$

де $УПП_i$ – умовний показник пошкодження біопараметру, спричинений несприятливими умовами довкілля; $P_{комф}$ і $P_{крит}$ – експериментально (або експертно) встановлені значення біопараметру в комфортних та критичних для життєдіяльності організму умовах відповідно; $P_{реал}$ – реальне значення біопараметру на поточний момент.

Інтегральні умовні показники пошкодження ($ІУПП_i$) обчислюються за формулою

$$ІУПП_i = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n УПП_i = \\ = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \left[\frac{|P_{реал} - P_{комф}|}{|P_{крит} - P_{комф}|} \right]_i, \quad (2)$$

де $ІУПП_i$ - один з інтегральних умовних показників пошкодженості здоров'я людини або стану навколишнього середовища. Значення УПП та ІУПП змінюються в діапазоні від 0 ($P_{реал}=P_{комф}$ – сприятливі умови) до 1 ($P_{реал}=P_{крит}$ – небезпечні умови).

Інтегральний показник, що характеризує стан довкілля за загальним токсико-мутагенним фоном ($ІУПП_{біоінд}$), передбачає паритетність складових та обчислюється за формулою

$$ІУПП_{біоінд} = \\ = 1/n (ІУПП_1 + ІУПП_2 + ІУПП_3 + \dots + ІУПП_n), \quad (3)$$

де $ІУПП_{біоінд}$ – інтегральний умовний показник пошкодження тест-систем біоіндикаторів; $ІУПП_1$, $ІУПП_2$, $ІУПП_3$ – інтегральні показники біоіндикації якості атмосфери, гідросфери та педосфери, відповідно; $ІУПП_n$ – інтегральний показник, що характеризує стан території в цілому, за мікроядерним тестом.



Інтегральний показник, що характеризує загальне здоров'я населення, обчислюється за формулою (4) з урахуванням експертно визначених вагомих коефіцієнтів відповідних показників, причому більші значення коефіцієнтів назначаються найбільш чутливим параметрам:

$$\text{ІУПП}_{\text{попул}} = 0,3 \cdot \text{ІУПП}_1 + 0,3 \cdot \text{ІУПП}_2 + 0,22 \cdot \text{ІУПП}_3 + 0,18 \cdot \text{ІУПП}_4, \quad (4)$$

де $\text{ІУПП}_{\text{попул}}$ – інтегральний умовний показник пошкодження загального здоров'я населення; ІУПП_1 – природного руху населення; ІУПП_2 – фізичного здоров'я дітей, ІУПП_3 – дорослого населення; ІУПП_4 – генетичного здоров'я населення.

Інтегральний показник, що характеризує загальну екологічну небезпеку (ЕН) для людини та біоти від дії забруднювачів довкілля, обчислюється за формулою

$$\text{ЕН} = 0,6 \cdot \text{ІУПП}_{\text{біоінд}} + 0,4 \cdot \text{ІУПП}_{\text{попул}}, \quad (5)$$

де ЕН – інтегральний умовний показник, що характеризує стан соціоекосистеми; $\text{ІУПП}_{\text{біоінд}}$ –

інтегральний біоіндикаційний показник стану навколишнього середовища; $\text{ІУПП}_{\text{попул}}$ – інтегральний показник стану здоров'я населення.

Слід відзначити пріоритетність біоіндикаційного блоку, параметри якого більш чутливі до негативного впливу і визначаються експериментально.

Інтегральний показник, що характеризує еколого-генетичну небезпеку (ЕГН) для людини та біоти від впливу факторів навколишнього середовища, обчислюється за формулою

$$\text{ЕГН} = 0,6 \cdot \text{ІУПП}_{\text{біоінд}} + 0,4 \cdot \text{ІУПП}_{\text{генет.здор}}, \quad (6)$$

де ЕГН – інтегральний показник, що характеризує еколого-генетичну небезпеку; $\text{ІУПП}_{\text{біоінд}}$ – інтегральний біоіндикаційний показник стану навколишнього середовища; $\text{ІУПП}_{\text{генет.здор}}$ – інтегральний показник генетичного здоров'я населення.

Для оцінки рівня пошкодження здоров'я населення і стану довкілля пропонується використовувати єдину уніфіковану шкалу (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала оцінки стану здоров'я населення та екологічної ситуації

Діапазон чисельних значень показників пошкодженості	Рівень пошкоджень біосистем та здоров'я	Стан біосистем та здоров'я населення	Екологічна ситуація
0,000 ÷ 0,150	Низький	Сприятливий	Еталонна
0,151 ÷ 0,300	Нижчий за середній	Насторожуючий	Задовільна
0,301 ÷ 0,450	Середній	Конфліктний	Незадовільна
0,451 ÷ 0,600	Вищий за середній	Загрозливий	Незадовільна
0,601 ÷ 0,750	Високий	Критичний	Катастрофічна
0,751 і вище	Максимальний	Небезпечний	Катастрофічна

За нормативні значення показників пошкодження для усіх біопараметрів, що аналізуються, приймали 30%-ний рівень пошкоджуваності ($\text{УПП}_{\text{норм}} = 0,300$ у.о.), при якому можливо самовідновлення біологічних систем після закінчення впливу пошкоджуючих факторів.

З формули (1) виводимо формули (7), (8), за якими обчислюються нормативні значення для кожного реального показника:

$$\text{УПП}_{\text{норм}} = 0,3(\text{П}_{\text{крит}} - \text{П}_{\text{комф}}) + \text{П}_{\text{комф}}, \quad (7)$$

$$УПП_{норм} = П_{комф} - 0,3(П_{комф} - П_{крит}). \quad (8)$$

Формула 7 використовується при значеннях $П_{крит} > П_{комф}$, а формула 8 – при $П_{комф} > П_{крит}$.

Використовуючи показники, що характеризують екологічну та еколого-генетичну небезпеку, за формулою (9) можна визначити екологічний ризик (ЕР), а за формулою (10) – еколого-генетичний ризик (ЕГР):

$$ЕР = \frac{EH}{0,300}, \quad (9)$$

$$ЕГР = \frac{EGH}{0,300}. \quad (10)$$

Шкала оцінки стану території за екологічним та еколого-генетичним ризиками наводиться в табл. 2.

Таблиця 2

Шкала оцінки стану території за екологічним та еколого-генетичним ризиками

Числові значення ризиків	Оцінка ризиків
0,0-1,0	Ризик відсутній
1,01- 1,5	Низький
1,51-2,0	Середній
2,01-2,5	Високий
2,51-3,3	Максимальний

Оцінку достовірності отриманих у процесі дослідження результатів проводили з викори-

станням методу альтернативної варіаційної статистики за Стьюдентом-Фішером [7].

Результати досліджень

Вищенаведена методологія була апробована на одній з найбільш техногенно переобтяжених територій області – м. Жовті Води.

Відбір проб ґрунтів та водних джерел проводився в присутності працівників СЕС м. Жовті Води на восьми моніторингових пунктах, розташованих як у житловій частині міста, так і в промислових зонах.

Результати оцінки токсико-мутагенних властивостей ґрунтів у 2003 р. свідчать про те, що вони мають високу токсико-мутагенну активність. А саме: у індикаторів, вирощених на цих ґрунтах, спостерігається зниження мітотичної активності меристематичних клітин на 31,3-55% і зростання частоти всіх аберантних мітозів у 3,7-6 разів і аберантних ана- та телофаз – у 2,5-5 разів у порівнянні з контролем. Оцінка цих проявів в умовних показниках пошкоджуваності (УПП) свідчить про більш високу токсич-

ність ґрунтів ($УПП_{токс}=0,619$) і менш виражену їх мутагенність ($УПП_{мутаг}=0,346$). Відповідно до оцінної шкали стан біосистем за ознакою токсичності оцінюється як "критичний", а за ознакою мутагенності – як "конфліктний".

Загальний токсико-мутагенний фон ґрунтів м. Жовті Води, обчислений за інтегральним показником, дорівнює 0,455 і оцінюється як "загрозливий". Загальна екологічна ситуація ґрунтів за цими показниками визначається як "незадовільна". Що стосується окремих тест-полігонів за загальним токсико-мутагенним фоном, то серед них "незадовільна" екологічна ситуація і "загрозливий" стан індикаторних систем проявився в 3-х пунктах: шахта "Південна вентиляційна", площа Леніна, а також річковий мул, розміщений на березі після очищення річки Жовта. В інших пунктах (середні школи № 4 і 7, поліклініка № 1 і



промислова зона у напрямку П'ятихаток) визначений "середній" рівень пошкоженості і "конфліктний" стан біоіндикаторів, що також вказує на "незадовільну" екологічну ситуацію, але на менш небезпечному рівні стосовно попередніх пунктів.

Результати тестування токсичності природних вод свідчать про те, що величина мітотичного індексу в клітинах індикаторів, вирощених на пробах води з р. Жовта, на 23,8-60,8% нижча, ніж у контролі. Найбільша токсичність відзначена в 3-х пробах води, відібраних у місці скидання дренажної води по шахтній каналі, поблизу хвостосховища шахти Нова та у пробі вихідної води з р. Жовта. Середнє значення мітотичного індексу по 6-ти пробах води дорівнює $88,73 \pm 7,19\%$, що на 36,6% нижче контролю. Відповідно до оцінної шкали це дорівнює 0,570 у.о. і свідчить про те, що рівень пошкоженості біосистем "вище середнього", їх стан – "загрозливий", а екологічна ситуація оцінюється як "незадовільна".

Оцінка мутагенності природних вод з р. Жовта свідчить про те, що в клітинах індикаторів, вирощених на водних пробах, узятих у р. Жовта, індукуються численні хромосомні патології. Це вказує на високу мутагенну активність природних вод. В пробах природних вод частота всіх хромосомних порушень перевищує контроль у 2,7-8,7 рази, а аберантних ана- і телофаз – у 3,7-6,2 рази. Найбільша мутагенна активність води по загальному числу аберантних клітин відмічається в двох пунктах відбору проб: 500 м вище скидання ґрунтових вод і у вихідній воді з ріки ($17,45 \pm 1,55$ і $14,23 \pm 2,11\%$ відповідно). А за рівнем аберантних ана- і телофаз висока мутагенність відзначена ще й у водах поблизу хвостосховища шахти "Нова". Середній рівень мутагенності води в р. Жовта складає $10,19 \pm 0,55\%$ і $8,37 \pm 0,50\%$ по двох параметрах мутагенності, що в 5,1 і в 5,4 рази перевищує контроль. "Катастрофічна" екологічна ситуація відзначена в пунктах: 500 м вище скидання ґрунтових вод і у вихідній воді р. Жовта.

Загальна токсико-мутагенна активність природної води м. Жовті Води за ІУПП складає 0,471 у.о., це говорить про те, що

тест-системи біоіндикаторів ушкоджені "вище середнього" рівня, їхній стан оцінюється як "загрозливий", а екологічна ситуація – "незадовільна".

Результати оцінки мутагенного фону міста за мікроядерним тестом у клітинах слизової оболонки ротової порожнини дітей свідчать про перевищення у 7 разів частоти появи мікроядер у дітей, які мешкають на досліджуваних територіях в порівнянні з контролем (с. Нікіта АР Крим), що у 1,98-2,1 рази більше нормативного значення УПП. Це може бути пов'язано з несприятливою радіаційною екологічною ситуацією в м. Жовті Води. За представленими показниками (ІУПП=0,506), еколого-генетична ситуація на території оцінена як "незадовільна" з рівнем пошкоженості "вище середнього" і "загрозливим" станом дітей за цитогенетичним статусом.

У 2003 р. токсичність атмосферного повітря за тестом "Стерильність пилку рослин" була оцінена розрахунковим шляхом, виходячи з високої кореляційної залежності між зазначеним показником і мікроядерним тестом в клітинах дітей [8; 9]. Цей показник обчислювався за формулою

$$\begin{aligned} \text{ІУПП}_{\text{стер.пилку}} &= \\ &= 0,642 \cdot \text{ІУПП}_{\text{мікроядра}} + 0,042. \end{aligned} \quad (11)$$

Експериментально встановлено, що середній мікроядерний індекс для дітей м. Жовті Води в 2003 р. дорівнював 0,091, що в умовних одиницях склало 0,506. Тоді ІУПП за стерильністю пилку в 2003 р. на території міста складає 0,366 у.о. Це вказує на "середній" рівень пошкоженості клітин пилку рослин, "конфліктний" стан біосистем і "незадовільну" екологічну ситуацію за цією ознакою.

Інтегральна оцінка екологічної ситуації на території міста за комплексом цитогенетичних біотестів представлена у табл. 3. Як видно з наведених даних, найбільш чутливими біотестами, використаними при біоіндикації загального токсико-мутагенного фону, є "мікроядерний тест" в клітинах дитячо-

го населення і "мітотичний індекс" у клітинах *Allium* сера L. За цими тестами максимальна мутагенність території та токсичність водних джерел м. Жовті Води оцінюється як "загрозлива" та "критична" відповідно.

Таким чином, екологічна ситуація на території м. Жовті Води за інтегральним цитогенетичним показником у 2003 році – "незадовільна" з "загрозливим" станом біосистем та рівнем їх пошкодженості "вищий за середнє".

Інтегральна оцінка здоров'я населення м. Жовті Води проведена на підставі аналізу груп показників, що характеризують природний рух населення, здоров'я дітей і дорослих, а також генетичне здоров'я.

Результати інтегральної оцінки основних демографічних процесів, які характеризують природний рух населення в м. Жовті Води, свідчать про те, що найбільш чутливим із трьох параметрів є показник народжуваності, тому що значення УПП за цим критерієм змінюється від 0,753 до 0,946 у.о. За цим показником екологічна ситуація у місті оцінюється як "катастрофічна" з "максимальним" рівнем пошкодженості здоров'я населення у 1999-2001 рр.

За показником смертності населення екологічна ситуація оцінюється як "задовільна" у 1999 та 2000 році. У 2001 році екологічна ситуація за цим показником "незадовільна", але ці зміни невірні (p>0,05).

Таблиця 3

Інтегральна оцінка стану довкілля за токсико-мутагенним фоном у м. Жовті Води 2003 р.

Назва тест-систем	ІУПП	Екологічна ситуація
1. Стерильність пилку рослин (загальна токсичність повітря)	0,366	Незадовільна
2. Аберантність хромосом в клітинах <i>Allium</i> сера L., вирощених на пробах ґрунтів (мутагенність ґрунтів)	0,370	Незадовільна
3. Мітотичний індекс в клітинах <i>Allium</i> сера L., вирощених на пробах ґрунтів (токсичність ґрунтів)	0,619	Катастрофічна
4. Аберантність хромосом в клітинах <i>Allium</i> сера L., вирощених на водних пробах з р. Жовта (мутагенність природної води)	0,405	Незадовільна
5. Мітотичний індекс в клітинах <i>Allium</i> сера L., вирощених на водних пробах (токсичність природної води)	0,570	Незадовільна
6. Мікроядерний індекс в клітинах дітей дошкільного віку (загальна мутагенність довкілля)	0,506	Незадовільна
Інтегральний показник	0,472	Незадовільна

Що стосується смертності дітей у віці до 1 року, то у 2000 році відзначено значне погіршення стану здоров'я населення за цим показником з "конфліктного" до "небезпечного", а екологічна ситуація у місті з "незадовільної" змінилася на "катастрофічну". Слід відмітити, що у 2001 році спостерігається покращення ситуації до "задовільної" з "насторожуючим" станом здоров'я.

Взагалі аналіз динаміки демографічних процесів у місті (ІУПП_{демогр}) за три роки вказує на "незадовільну" екологічну ситуацію із "загрозливим" станом тест-систем.

Оцінка генетичного здоров'я населення м. Жовті Води свідчить про збільшення розповсюдженості всіх класів хвороб, що аналізуються.

За найбільш ушкодженим показником вроджених аномалій розвитку екологічна ситуація у місті оцінюється як "катастрофічна" впродовж трьох років, причому рівень пошкодженості здоров'я населення за цим показником у 1999 та 2001 році "максимальний", а у 2000 році – "високий".

Аналіз показників про розповсюдженість новоутворень у дітей та дорослих виявив, що більший рівень пошкодженості має здоров'я



дорослих. За показником новоутворення у дорослих екологічна ситуація оцінена як “катастрофічна” за весь період, що аналізується, з “критичним” та “небезпечним” станом їхнього здоров’я. Що стосується показника новоутворень у дітей, то екологічна ситуація з “незадовільної” у 1999 та 2000 році значно погіршилася до “катастрофічної” у 2001 році.

Слід відзначити, що у 2001 році спостерігаються максимальні значення усіх умовних показників пошкодженості за всіма параметрами, що аналізуються, за якими характеризується стан здоров’я населення.

Таким чином, динаміка генетичного здоров’я населення (ІУПП_{генет}) за період з 1999 по 2001 рік негативна. З 1999 року спостерігається постійний ріст пошкодженості біосистем. Починаючи з 2000 року, стан популяції населення за цією ознакою оцінюється як “критичний”. Екологічна ж ситуація за показником генетичного здоров’я з “незадовільної” у 1999 змінилася до “катастрофічної” у 2000 та 2001 рр.

Аналіз розповсюдженості 14 класів хвороб серед дитячого та 14 класів хвороб серед дорослого населення м. Жовті Води за період з 1999 по 2001 роки виявив негативний стійкий зріст пошкодженості серед усіх показників здоров’я.

Пріоритетними класами хвороб серед дорослого населення виявлені хвороби сечостатевої системи, новоутворення, хвороби органів травлення й ендокринної системи, серед дітей – вроджені аномалії розвитку, хвороби нервової системи і органів чуття, органів дихання та психічні розлади.

Проведений аналіз показав, що в м. Жовті Води показники, що характеризують демографічну ситуацію, здоров’я дітей і дорослого населення та генетичне здоров’я населення у 1,65, 2,1, 2,1 та 2,24 раза гірше в порівнянні з умовним нормативним показником, відповідно.

Інтегральне здоров’я населення м. Жовті Води за період 1999-2001 рр. оцінюється як “загрозливе”, з “незадовільною” екологічною ситуацією (табл. 4).

Еколого-генетична небезпека для населення, яка визначалася виходячи з показників, що характеризують мутагенний фон і генетичне здоров’я населення в м. Жовті Води, оцінюється також як “загрозлива” (ЕГН=0,551 у.о.).

Екологічна небезпека для людини та біоти на території м. Жовті Води оцінюється як “загрозлива” (ЕН=0,520 у.о.), рівень пошкодженості біосистем та здоров’я населення “вище середнього” і екологічна ситуація у місті “незадовільна”.

Таблиця 4

Інтегральне здоров’я населення м. Жовті Води, 1999-2001 рр.

Рік	ІУПП ₁	ІУПП ₂	ІУПП ₃	ІУПП ₄	ІУПП _{попул}	Рівень пошкодженості	Стан здоров'я	Екологічна ситуація
1999	0,465	0,572	0,492	0,391	0,468	Більший за середній	Загрозливий	Незадовільна
2000	0,603	0,666	0,554	0,461	0,561	Більший за середній	Загрозливий	Незадовільна
2001	0,496	0,671	0,626	0,622	0,594	Більший за середній	Загрозливий	Незадовільна

Примітка. ІУПП₁ – демографія; ІУПП₂ – генетичне здоров’я; ІУПП₃ – здоров’я дорослого населення; ІУПП₄ – здоров’я дитячого населення.

Екологічний та еколого-генетичний ризик у місті Жовті Води оцінено як “середній”.

Порівняльний аналіз даних показав, що “загрозливий” стан навколишнього середовища знайшов відображення в “загрозливому” стані здоров’я населення міста. Особливу занепокоєність викликає високий рівень екологічної небезпеки для

населення. Це свідчить про вплив комплексу мутагенних факторів на генетичні структури і вимагає проведення на території міста досліджень за повною програмою генетичного моніторингу і реабілітаційних заходів, спрямованих на зменшення мутагенного фону й оздоровлення населення.

Висновки

1. Проведено комплексну оцінку мутагенної активності об'єктів навколишнього середовища міста Жовті Води на підставі цитогенетичних тестів. Відповідно до цієї оцінки стан середовища в місті визначено як "загрозливий".

2. Зроблено оцінку загального і генетич-

ного здоров'я населення, виявлена тенденція його погіршення.

3. Виконані дослідження необхідні для прогнозування стану соціоекосистем м. Жовті Води і прийняття управлінських рішень з питань раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища і генофонду.

Література

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 1998 році. Міністерство охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України, 1999. – 161с.
2. Звіт про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 1998 рік // Держуправління мінекобезпеки в Дніпропетровській області. – 1999.
3. Экологический паспорт Днепропетровской области / Днепр. областная гос. администрация. – Днепропетровск, 2000. – 266 с.
4. Гороя А.И., Бобырь Л.Ф., Скворцова Т.В., Дигурко В.М., Климкина И.И. Методологические аспекты оценки мутагенного фона и генетического риска для человека и биоты от действия мутагенных экологических факторов // Цитология и генетика. – 1996. – 30, №6. – С. 78-86.
5. Гороя А.И., Скворцова Т.В., Климкина И.И., Павличенко А.В. Цитогенетическое тестирование качества среды // Антропогенно-змінене середовище України: Ризики для здоров'я населення та екологічних систем. Матеріали міжнародної конференції. – Київ: Чорнобильінтерінформ. Спец. випуск журналу "Екологічний вісник", 2003. – С. 502-517.
6. Гороя А.И. Методологичні аспекти оцінки генетичних наслідків техногенезу // Зб. наук. праць "Екологія і природокористування". – Вип. 3. – Дніпропетровськ, 2001. – С. 143-152.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
8. Клімкина І.І. Цитогенетична мутагенна небезпека як показник екологічного стану урбанізованих територій України.: Дис. ... канд. біол. наук: 03.00.15. – Дніпропетровськ, 2003.
9. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 255 с.
10. Гороя А.И., Мажаров М.В., Клімкина І.І. Еколого-генетична небезпека для людини та її прогноз як складова щодо забезпечення переходу регіонів до сталого розвитку // Зб. наукових праць НГУ. – Дніпропетровськ, 2002. – №14 (1). – С. 167-175.