

## ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В МЕЖАХ М. ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКА МЕТОДАМИ БІОІНДИКАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС

В роботі наводяться результати екологічного моніторингу якості навколишнього середовища в межах м. Дніпродзержинська, що проводився протягом 2012-2014рр. методами біоіндикації. Наведено динаміку змін екологічного стану в межах міста статистичним та картографічним способами, спираються на результати біотестування. Використовуючи програмне забезпечення ArcGIS-10.1, розроблено аналітичні карти оцінки якості довкілля, за допомогою яких виявлено осередки забруднення і умовно чисті зони в місті.

В работе приводятся результаты экологического мониторинга качества окружающей среды в пределах г. Днепродзержинска, который осуществлялся на протяжении 2012-2014гг. с использованием методов биоиндикации. Приведено динамику изменений экологического состояния в пределах города статистическим и картографическим способами, основываясь на результатах биотестирования. Используя программное обеспечение ArcGis-10.1, разработаны аналитические карты оценки качества окружающей среды, с помощью которых выявлены центры загрязнения и условно чистые зоны в городе.

The paper presents the results of environmental monitoring quality of the environment within the city of Dneprodzerzhinsk, which was carried out during 2012-2014 using methods bioindication. The dynamics of changes in the ecological condition of the city within the statistical and mapping methods, based on the results of the bioassay. Using software ArcGis 10.1 developed analytical maps assessing the quality of the environment in which the centers of pollution found and conditionally clean areas in the city.

**Вступ.** Насадження, які зростають на урбанізованих територіях, постійно відчують на собі негативний техногенний вплив. Тому актуальною задачею є дослідження якості навколишнього середовища промислового міста Дніпродзержинська за життєвим розвитком рослин роду *Populus*, як найбільш розповсюджених на території міста деревних рослин в динаміці, тобто протягом декількох років досліджень. Проведена оцінка дозволяє визначити зони забруднення і місця необхідного термінового озеленення території для відновлення якісного стану міського середовища [1].

Суть методології оцінки якості довкілля полягає в оцінка якості екосистеми в цілому та її компонентів, представлених різними видами живих істот. Особливістю даної методології полягає в тому, що використовуються не екосистемні та популяційні параметри, а показники стану організмів різних видів.

У основі методики, використаної при виконанні даного дослідження, покладена теорія «стабільності розвитку» («морфогенетичного гомеостазу»), розроблена російськими ученими А.В.Яблоковим, В.М.Захаровим і ін. [2]. Ці вчені довели, що стресові дії різного типу викликають в живих організмах зміни гомеостазу (стабільності) розвитку, які можуть бути оцінені по порушенню морфогенетичних процесів. Головними показниками змін гомеостазу морфогенетичних процесів є показники флуктуючої асиметрії –

не спрямованих відмінностей між правою і лівою сторонами різних морфологічних структур, в нормі тих, що володіють білатеральною симетрією. Такі відмінності зазвичай є результатом помилок в ході розвитку організму. За нормальних умов їх рівень мінімальний, зростаючи при будь-якій стресовій дії, що і приводить до збільшення асиметрії. Особливістю стабільності розвитку є те, що вона у великій мірі залежить від загальної генетичної перебудови організму, що особливо важливе при оцінці наслідків радіаційної дії [3].

Для дотримання у промисловому місті екологічних норм планування населених пунктів необхідна адекватна оцінка якості навколишнього середовища. Визначення показників флюктуючої асиметрії листової пластини дерев за методикою проф. Захарова В.М. дозволить проводити екомоніторинг на території промислових міст та надасть можливість оцінити та спрогнозувати зміни стану природного середовища з метою виявлення негативних змін і вироблення рекомендацій з їх усунення або ослаблення [4]. При одночасному використанні геоінформаційних технологій, екомоніторинг зводиться не тільки до накопичення результатів спостережень, також виявляється можливість просторової оцінки локалізації забруднень, що дозволяє комплексно вирішувати питання зниження антропогенного навантаження або цільового використання території населених пунктів (обмеженого використання територій чи їх придатність для рекреації).

**Мета дослідження** – оцінити ступінь змін життєвого розвитку рослин роду *Populus*, як індикатора якості довкілля, та дослідити динаміку цих змін на території м. Дніпродзержинська, використовуючи картографічні методи.

**Задачі дослідження:**

- оцінити показники флюктуючої асиметрії морфологічних ознак дерев, що зростають в різних частинах міста;
- дослідити динаміку ступеня забруднення міського середовища;
- розробити аналітичну карту оцінки якості навколишнього середовища міста Дніпродзержинська.

**Основний матеріал досліджень.**

Для екологічного моніторингу в промисловому місті Дніпродзержинську використаний метод біотестування (метод В.М.Захарова), за яким розраховано величину флюктуючої асиметрії листа рослин роду *Populus*, що зростають на 10 обраних ділянках в межах рекреаційної, селітебної та промислової зон міста. Дослідження проводились з 2012р по 2014р. Розраховані результати флюктуючої асиметрії листа були використані для оцінки якості навколишнього середовища згідно шкали, наведеної у таблиці 1.

Порівняльні результати проведених досліджень за десятьма ділянками представлені у вигляді діаграми на рисунку 1 та свідчать про незадовільні умови якості довкілля в межах усього міста, оскільки середнє за три роки значення показника флюктуючої асиметрії складає 0,077, що перевищує норматив для вкрай несприятливих умов середовища. Проте зазначений показник має тенденцію до зменшення (від 0,080 до 0,071) протягом

дослідженого періоду, що свідчить про поліпшення екологічного стану у місті загалом.

Таблиця 1

Шкала оцінювання якості середовища за результатами величини флуктуючої асиметрії листа рослин

Величина флуктуючої асиметрії листа рослин		Характеристика середовища	Бали
роду <i>Betula</i> (береза)*	роду <i>Populus</i> (тополя)**		
< 0,040	< 0,050	Умовна норма	I
0,040 – 0,044	0,050-0,054	Рослини випробовують слабкий вплив несприятливих чинників	II
0,045 – 0,049	0,055-0,059	Забруднені райони	III
0,050 – 0,054	0,060-0,64	Сильно забруднені райони	IV
> 0,054	> 0,064	Вкрай несприятливі умови, рослини знаходяться в сильно пригніченому стані	V

\* (О.Б.Стрельцов, 2003) [2];

\*\* (О.І.Кравченко, 2013) [5].

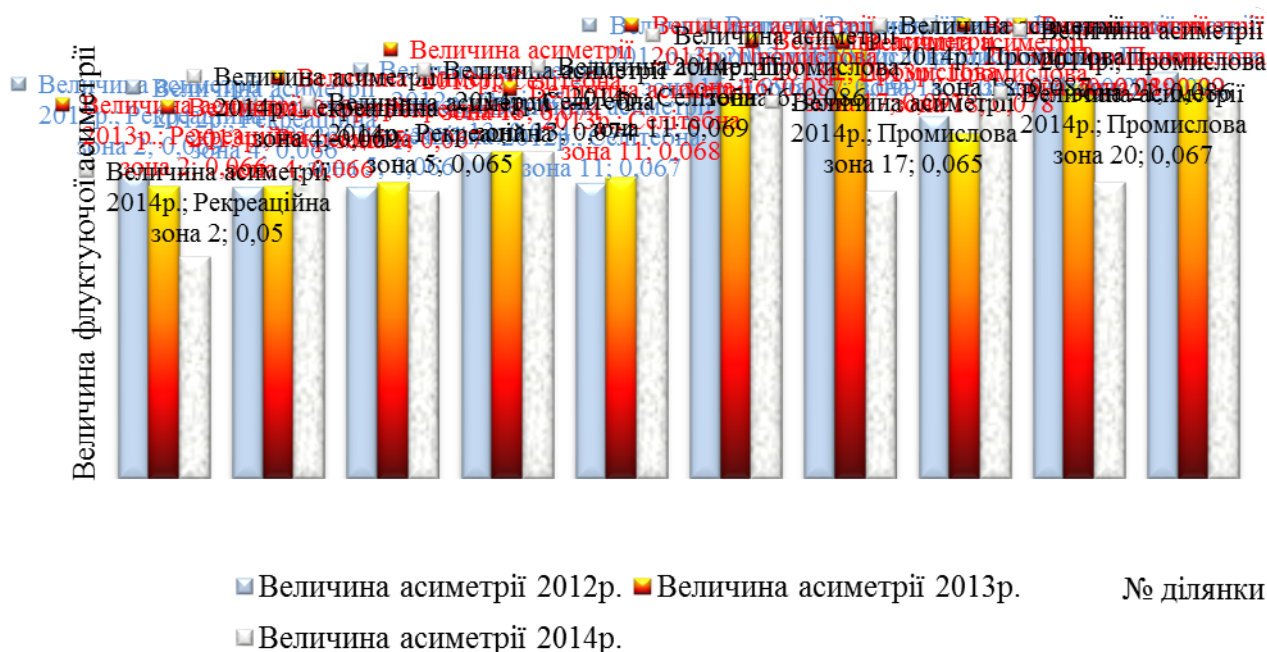


Рис.1. Графік порівняльного аналізу величини флуктуючої асиметрії на території Дніпродзержинська за 2012-2014рр.

Слід зазначити, що показник флуктуючої асиметрії значно відрізняється у відповідних зонах. Так він набуває найбільшого значення у промисловій зоні (середній за три роки 0,086), знижується у селітебній (до рівня 0,071) та в рекреаційній (до рівня 0,064) зонах.

Згідно наведеного на рисунку 1 графіку, проаналізовано коливання середніх величин флуктуючої асиметрії для відповідних зон – в межах рекреаційної (ділянки № 2, 4, 5), селітебної (ділянки №13, 14) та промислової зон (ділянки № 16, 17, 18, 20, 21).

Отже, для промислової зони значення середньої величини флуктуючої асиметрії залишається найвищими протягом трьох років. Отримані результати свідчать про наявність несприятливих антропогенних факторів в межах досліджених ділянок промислової зони: викидів в атмосферу промислових підприємств переважно твердих речовин та оксидів сірки й вуглецю (ділянки № 16, 17, 18, 20); накопичення радіоактивних відходів, які зберігаються без належних санітарно-гігієнічних норм і правил (№21). Всі ці несприятливі фактори позначаються на життєвих формах розвитку рослин, отже пригнічують їх зростання та розвиток.

У промисловій зоні на ділянках № 16, 17, 20 (санітарно-захисна зона багатьох підприємств – переважно заводу залізобетонних виробів, цементного заводу та підприємства з виробництва добрив) середній показник флуктуючої асиметрії зменшився протягом трьох років на 10-35%, що свідчить про зменшення промислового впливу за рахунок скорочення виробництва на даних підприємствах чи удосконалення природоохоронної діяльності (наприклад на ВАТ «Хайдельбергцемент»). В межах дослідної ділянки № 21 спостерігається не суттєве зменшення показника (до 10%), що свідчить про повільне проведення природоохоронної діяльності в межах даної території та адаптаційні властивості рослин. В межах ділянки № 18, що знаходиться в межах санітарно-захисної зони багатьох підприємств, зокрема Дніпродзержинської ТЕЦ, показник флуктуючої асиметрії збільшився майже на 10%, що свідчить про суцільне техногенне навантаження промислових об'єктів на дану ділянку та вичерпності адаптаційних властивостей рослин до постійних вагомих промислових забруднень.

У селітебній зоні показники флуктуючої асиметрії залишаються майже без змін на протязі усього часу досліджень в межах відповідної ділянки, що вказує на антропогенний вплив на дану зону забруднювачами непромислового характеру. Проте якість середовища в межах ділянки № 13 дещо гірша (показники флуктуючої асиметрії більше на 10%), що пояснюється близькістю даної ділянки до промислових об'єктів та їх значного техногенного впливу. Невелике погіршення екологічних умов в межах ділянки № 11 свідчить про зростаючий вплив непромислового характеру (автотранспорт, несанкціоновані звалища побутових відходів, технічні характеристики комунальних мереж тощо), а також занедбаність зелених насаджень загального користування міста.

У рекреаційній зоні міста також спостерігається стабільно незадовільна ситуація протягом трьох років як у лівобережній частині міста (ділянки № 4,

5) значно віддаленій від промислових об'єктів, так і на правобережжі (ділянка №2). Проте в останньому році на ділянці № 2 спостерігається суттєве поліпшення екологічної ситуації та наближення її до умовної норми, що пояснюється гарними умовами для зростання рослин, не дивлячись на забруднення непромислового характеру, як вказувалось вище, та свідчить про потенційну можливість використання даної території за рекреаційним призначенням. З огляду на те, що ділянки № 4, 5 знаходяться в межах водоохоронних зон р. Дніпро і дренажного каналу та постійно відчувають значний вплив рекреантів, екологічні умови в межах зазначених ділянок залишаються вкрай несприятливим, а рослини знаходяться в сильно пригніченому стані, не дивлячись на походження антропогенного впливу. Зазначений факт свідчить про недостатність рекреаційних зон у місті та необхідність їх розширення та удосконалення.

Отже, за бальною системою (див. табл.1) суцільно територія міста Дніпродзержинська характеризується вкрай несприятливими екологічними умовами з оцінкою у V балів, де рослини знаходяться в сильно пригніченому стані.

Проте, з огляду на коливання показників флуктуючої асиметрії в межах відповідних функціональних зон та їх загальне зниження у часі, було проведено просторовий розподіл зазначених показників та проаналізовано їх територіальну динаміку. З цією метою в програмному продукті ArcMap-10.1 розроблено аналітичну карту оцінки якості довкілля м. Дніпродзержинська шляхом нанесення місць розташування дослідних ділянок та зростаючих на них дерев роду *Populus* на існуючу електронну карту міста.

Тобто створено новий шар, який відображає місця розташування дерев, що характеризуються досліджуваними параметрами (показниками флуктуючої асиметрії). Згідно атрибутів (досліджених показників) точкових об'єктів (дерев роду *Populus*) побудована поверхня розподілу, що характеризує якісний стан довкілля у місті не тільки в межах дослідних ділянок, а в цілому на території міста.

Зазвичай для просторового аналізу використовуються ГІС-додатки, що мають спеціалізовані інструменти просторового аналізу для статистичної обробки. Проте у даному випадку використано інструменти *ArcToolbox*, які містять набори інструментів для конвертації, аналізу і керування даними. Зокрема аналіз проведено за допомогою модуля *Spatial Analyst*, який надає широкий набір функцій просторового аналізу і моделювання на основі растрової моделі, включаючи картографічну алгебру, а також інтегрованого вектор-растрового аналізу.

Для розробки аналітичної карти використано функцію *Просторова Інтерполяція* (використання відомих значень тієї чи іншої величини в певних точках для оцінки невідомих значень в невідомих точках) та метод *Природна місцевість* (*NaturalNeighbor*), який знаходить саму близьку підмножину вхідних зразків до запитаної точки і застосовує до них значення, засновані на пропорційних областях, щоб інтерполювати значення. Такий підхід також відомий як *інтерполяція Сібсона* або "захоплюючої області".

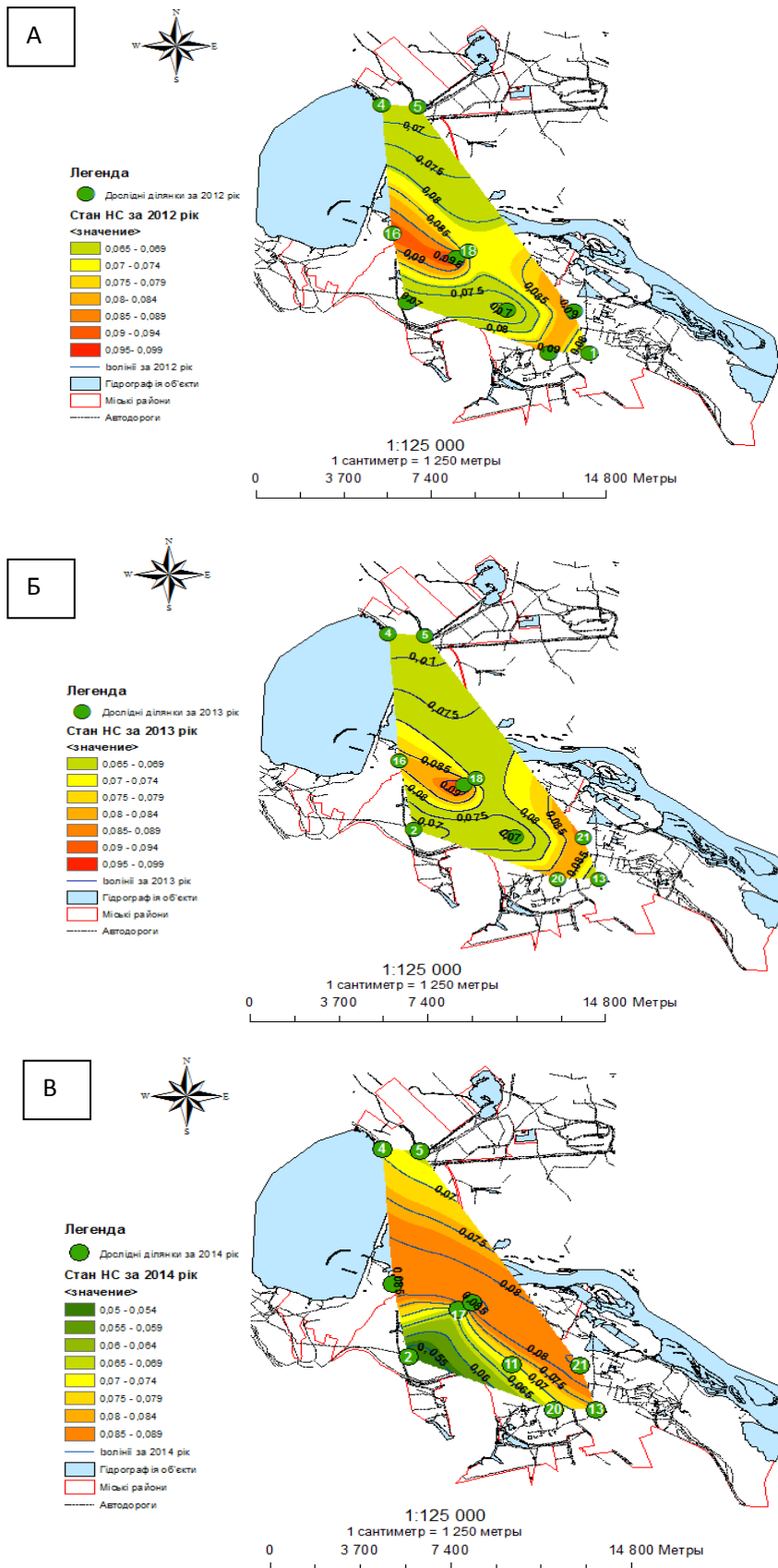
Так, маючи 10 ділянок зі значеннями флюктуючої асиметрії побудовано аналітичні карти оцінки якості стану довкілля у м. Дніпродзержинську для кожного з досліджених років (див. рис. 2).

Виходячи з отриманих карт територіально проаналізовано, що у 2012 р. в межах промислової зони локально спостерігаються зони значного забруднення, а інша територія міста має більш-менш сприятливі екологічні умови з поліпшенням у північному та південному напрямку. Згідно карти 2013 р. зі зниженням забруднення спостерігається суцільне поліпшення екологічного стану у місті, що позначається розширенням більш сприятливих екологічних зон навіть у центральній частині міста. Розглядаючи карту 2014 р. видно, що екологічна ситуація у місті загалом поліпшується, південна його частина характеризується умовною нормою, а в центральній частині міста від однієї промислової зони до іншої з північного заходу до південного сходу спостерігаються несприятливі екологічні умови, хоча і менш агресивні, ніж у попередні роки.

За розробленими аналітичними картами для 2012р. встановлено два основних забруднюючих центри на території міста – центральна частина міста та район Соцміста. За результатами моделювання 2013-2014 рр. при зниженні результатів досліджених параметрів спостерігається згладжування небезпечних забруднюючих центрів на території міста, що характеризує екологічний стан як більш сприятливий, проте недостатньо якісний для зростання рослин, а відповідно і для проживання мешканців на території міста.

**Висновки.** Оцінено показники флюктуючої асиметрії листя дерев роду *Populus*, як індикатора якості довкілля, що зростають у промисловій, селітебній та рекреаційній зоні міста Дніпродзержинська. Для промислової зони значення середньої величини досліджуваного показника є найвищим, що обумовлене значним промисловим впливом; для рекреаційної зони показник знижується у порівнянні з промисловою, але не досягає умовної норми через значне рекреаційне навантаження; а для селітебної зони суттєвих відмінностей від промислової зони не спостерігається через забруднення не промислового характеру (автотранспорт, побутові відходи, санітарно-технічний стан), а також близьке розташована до санітарно-захисних зон підприємств.

Досліджено динаміку ступеня забруднення міського середовища. Визначено незадовільні умови якості довкілля в межах усього міста з тенденцією до його поліпшення протягом дослідженого періоду загалом по місту. Встановлено, що у промисловій зоні поліпшення якості довкілля відбулося за останні три роки на 10-35%, що свідчить про зменшення промислового впливу за рахунок скорочення виробництва на підприємствах міста, удосконалення природоохоронної діяльності; у селітебній зоні якість довкілля залишаються майже без змін на протязі усього часу досліджень, що вказує на антропогенний вплив непромислового характеру та адаптаційні властивості рослин; у рекреаційній зоні міста також спостерігається стабільно незадовільна ситуація протягом трьох років, що вказує на постійний значний вплив рекреантів, що свідчить про недостатність рекреаційних зон у місті та необхідність їх розширення та удосконалення.



А – дослідження 2012р., Б – дослідження 2013р., В - дослідження 2014р.  
 Рис. 2. Електронна карта оцінки якості стану довкілля у м. Дніпродзержинську

Розроблено аналітичну карту оцінки якості довкілля міста Дніпродзержинська, використовуючи програмний продукт ArcMap-10.1 модуль *Spatial Analyst* функцію *Просторова Інтерполяція* метод *Природна місцевість*. Встановлено два основних забруднюючих центри на території міста для 2012р.; для 2013-2014 рр. спостерігається згладжування небезпечних забруднюючих центрів на території міста, що характеризує екологічний стан як більш сприятливий, проте недостатньо якісний для зростання рослин, а відповідно і для проживання мешканців на території міста

#### Список літератури

1. Стольберг Ф.В., Экология города: Учебник. - К.: Либра, 2000. – 520 с.
2. В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецький, Н.Г. Кряжева, Е.К. Чістякова, А.Т. Чубінішвілі. Здоров'я середовища: методика оцінювання. — М.: Центр екологічної політики Росії, 2000. — 68 с.
3. Шкиль Ф.Н., Захаров В.М. Применение методики раннего выявления нарушений состояния зеленых насаждений – М., 2003. – 50–54 с.
4. Сюткин В. М. Экологический мониторинг административного региона (концепция, методы, практика на примере Кировской области). — Киров: ВГПУ, 1999. — 232 с.
5. Кравченко О.І., Негалок А. В., Непошивайленко Н.О., Карпенко О.О. Геоінформаційний моніторинг промислової урбосистеми, заснований на результатах біоіндикації розвитку рослин роду *Populus* // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2014. – Вип. 19. – 53-57.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Зберовським О.В.  
Надійшла до редакції 20.01.15*

УДК 502.175

© А.В. Галата, А.П. Огурцов, В.В. Бринюк

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОБЕЗПЕКИ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ОБ'ЄМНОЇ АКТИВНОСТІ РАДОУ У НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ М. ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКА**

В работе приведены результаты радиоэкологических измерений по которым создана база данных радиационного фона уровня радона в учебных аудиториях вуза.

У роботі наведено результати радіоекологічних вимірювань за якими створена база даних радіаційного фону рівня радону у навчальних аудиторіях ВНЗ.

We present the results of radioecological measurements ktorim a database of background