

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ
FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS OF ECOLOGY

В. П. Шевченко, С. В. Беспалова, В. А. Максимович
ПРОЕКТ НАЦІОНАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ З РОЗРОБКИ БІОЛОГІЧНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46

e-mail: biophys@dongu.donetsk.ua

Шевченко В. П., Беспалова С. В., Максимович В. О. Проект національної програми з розробки біологічних технологій. – У проекті програми розглянуто чотири напрями: медицина, екологія, виробництво продукції, сільське господарство. Запропоновані етапи виконання та практичний вихід по етапам і в цілому по програмі.

Ключові слова: медицина, екологія, сталий розвиток, виробництво продукції, сільське господарство.

Створення Програми "Інноваційні біологічні технології контролю й управління в екології, медицині, сільському господарстві й виробництві продукції для сталого розвитку України" має дві підстави. По-перше, назріла світова суспільна необхідність у її розробці. По-друге, за минулі три роки була проведена перевірка за всіма елементами нашої дієздатності виконувати таку Програму на прикладі одного із самостійних розділів, присвячених біоіндикаційним технологіям.

Першою підставою є суспільна необхідність. Людство пройшло першу критичну точку – точку балансу між виробництвом добробуту й породженням шкідливих для біоти агентів. Асиметрія в цьому дисбалансі збільшується. Відбувається неухильне тяжіння у бік другої критичної точки – до глобального фазового переходу стану навколишнього середовища в безлюдність. Абіотичність наступає у всьому, не тільки в зміні клімату, але й токсичності навколишнього середовища, непридатності його до життя. Вже зараз у всіх виробничо-розвинених країнах смертність населення перевищує народжуваність. Але й це не головне. Відбуваються істотні генетичні зміни. У кожній п'ятій - сьомій людині спостерігається патологічна психіка, більше половини людей перебувають у прикордонному стані (на межі хвороби). Через фізичні та фізіологічні причини близько 90% юнаків нездатні служити в армії.

Таким чином, виникла нагальна необхідність розробити неординарні заходи для запобігання подальшого пагубного розвитку ситуації й поступового повернення стану навколишнього середовища до належного рівня.

Другою підставою є здатність й готовність нашого університету, у першу чергу, біологічного факультету, в співробітництві з іншими установами, виконати вказане цільове завдання.

У 2003 р. бюро Донецького наукового центру НАН України (ДНЦ) схвалило самостійну частину нинішньої Програми під назвою "Розробка комплексу інноваційних біологічних технологій діагностики, профілактики й відновлення екологічного стану Донбасу" [1]. Із самого початку її виконання, малося на увазі, що під час реалізації програми, крім вирішення предметних завдань, будуть відпрацьовуватися, всебічно вивчатися всі складові майбутньої Програми. Це вдалося. У дослідженнях брали участь фахівці всіх кафедр біологічного факультету, проводилися патентно-інформаційні пошуки, з'ясовано важливі наукові закономірності, отримано патенти на діагностичні заходи, створена й перебуває в стадії апробації технологія комплексної біоіндикації навколишнього середовища, включаючи людину й представників усього живого (біотичного) світу. Отже, констатуємо, що ми готові виконати презентовану Програму.

Яка ж склалася ситуація у світі й що вживає світове співтовариство, щоб запобігти зростаючій загрозі існування життя на планеті Земля? Відповідь така. Наукою доведено, що

життєве благополуччя окремої людини й суспільства в цілому залежить від багатьох складових, але серед них є провідні й узагальнюючі, від яких в основному і залежить добробут. Насамперед це сільськогосподарське й промислове виробництво. У той же час, як у кожного явища, у виробництві, окрім бажаної позитивної сторони, є потужна негативна. Вона полягає у створюваному ним небезпечному промисловому та екологічному середовищах, що викликає професійні, промислово й екологічно обумовлені порушення здоров'я, передчасну смерть, дискомфортне існування й таке інше.

У балансі позитивного й негативного ще 30 років тому переважало позитивне. З 1970 р. фахівці встановили (Римський клуб), що баланс став негативним і загрозливим для людства. Перевернені прогнози сценарії подальшої динаміки цього балансу, зроблені за кордоном під керівництвом Д. Медоуза [2-4] та багатьма іншими спеціалістами [5-8], не були втішними.

Проблема загрозливого розбалансування подальшого розвитку людства стосується не окремих країн, а, без перебільшення, всіх країн – членів ООН. Тому, починаючи з 80-х років, ООН почала формувати поняття необхідності й програми конкретних справ щодо втілення так званого "сталого розвитку" суспільства, тобто збалансованого об'єднання виробничої, екологічної й соціальної складових, які органічно співіснують. Але динаміка цього об'єднання повинна перестати бути погрозою існуючому й наступному поколінням [9].

У 1992 р. на основі підсумків Конференції ООН у Ріо-де-Жанейро щодо навколишнього середовища й розвитку рішенням 100 голів держав у ООН створена Комісія зі сталого розвитку. Такі ж об'єднання працюють більше ніж у 140 країнах: у Росії – Комісія Російської Федерації щодо сталого розвитку при федеральних зборах.

В Україні, відповідно до документів ООН, розроблено проект "Концепції переходу України до сталого розвитку" [10]. Такий перехід неможливий без корінної переорієнтації всіх наук з метою розкриття закономірностей, шляхів, способів і технологій переходу у стан сталості, а також визначення місця й ролі кожної науки в ієрархічній структурі створення сталого світу.

Одним із об'єктивних і головних важелів досягнення поставленої мети щодо сталого розвитку є впровадження біологічних й інформаційних технологій, як уже розроблених у світі, так і гіпотетично перспективних для розробки та використання. Біологічні технології для контролю та управління різноманітними процесами можуть бути застосовані майже всюди: в екології, медицині, сільському господарстві, виробництві різної продукції тощо. До того ж лише комплексне застосування таких технологій призведе до досягнення поставленої мети – сталого розвитку.

У запропонованій науковій програмі передбачається з урахуванням світового досвіду розробити й випробувати комплекс технологій на основі контролю й управління біологічними процесами в екології, медицині, сільському господарстві й виробництві продукції з метою досягнення збалансованого й сталого розвитку суспільства.

Тому пропонується Програма "Інноваційні біологічні технології контролю й управління в екології, медицині, сільському господарстві й виробництві продукції для сталого розвитку України", яка схвалена 2 квітня 2007 р. на засіданні ради Донецького наукового центру (Протокол № 2 від 2.04.2007 р.). Було вирішено:

1. Схвалити проект Програми "Інноваційні біологічні технології контролю управління в екології, медицині, сільському господарстві й виробництві продукції для сталого розвитку України" з урахуванням висловлених зауважень.

2. Залучити до співробітництва стосовно розробки та виконання Програми наукові установи НАН України, вищі навчальні заклади, галузеві наукові установи та інші організації.

3. Звернутись до Президії НАН України із проханням, підтримати включення Програми до переліку загальнонаціональних, бо позаяк заплановані в ній інноваційні технології мають загальнодержавну спрямованість.

4. Звернутись до Донецької обласної державної адміністрації з проханням підтримати Програму, тому що запропоновані в ній технології сприятимуть сталому розвитку регіону.

5. Затвердити головним виконавцем Програми Донецький національний університет МОН України.

6. Створити в Донецькому національному університеті на біологічному факультеті координаційний центр із формування й виконання Програми.

Оскільки програма не суто біологічна, а біофізична, то її основні положення обговорювалися на останньому IV з'їзді Українського біофізичного товариства, й одержали повну підтримку, а ініціатору проекту, професору С. В. Беспаловій, доручили очолити робочу групу з розробки комплексної науково-освітньої програми.

Запропоновану Програму спочатку передбачається впровадити в такому потужному й техногенно-трансформованому регіоні, як Донбас, а виправдані більш ефективні результати впроваджувати у країні. Під час попереднього обговорення Програми, зокрема у ДНЦ НАН України, на з'їзді Українського біофізичного товариства та ін., виявили бажання співпрацювати стосовно її розробки понад 100 наукових і прикладних закладів України [11]. Програма розрахована також на співпрацю із закордонними фахівцями й відповідними установами.

Таким чином, очікується, що розробка та впровадження результатів презентованої Програми може дати істотний науковий і соціально-економічний ефект для Донбасу й країни в цілому й слугувати об'єктом запозичення іншими країнами.

Попередньо, до рішення НАН України, відповідно до проекту Програми, рекомендовано наступний керівний склад:

Керівник Програми – Шевченко Володимир Павлович, перший заступник голови Донецького наукового центру НАН і МОН України, академік НАН України, доктор фіз.-мат. наук, професор;

Відповідальний виконавець Програми – Беспалова Світлана Володимирівна, віце-президент Українського біофізичного товариства, доктор фіз.-мат. наук, професор (Донецький національний університет, м. Донецьк);

Керівник медичного напрямку – Казаков Валерій Миколайович, академік НАМН України, доктор мед. наук, професор (Донецький національний медичний університет ім. М. Горького, м. Донецьк);

Відповідальний виконавець – Тарапата Микола Іванович, доктор мед. наук, професор (Донецький національний медичний університет ім. М. Горького, м. Донецьк);

Керівник сільськогосподарського напрямку – Ткаченко Валентина Юріївна, доктор економ. наук, професор (Луганський національний аграрний університет, м. Луганськ);

Відповідальний виконавець – Алексеев Олександр Веніамінович, кандидат техн. наук, доцент (Луганський національний аграрний університет, м. Луганськ);

Керівник виробничого напрямку – Барьяхтар Віктор Григорович, академік НАН України, доктор фіз.-мат. наук, професор (Інститут магнетизму НАН України, Київський політехнічний інститут, м. Київ);

Відповідальний виконавець – Горобець Світлана Василівна, доктор техн. наук, професор (Київський політехнічний інститут, м. Київ);

Керівник екологічного напрямку – Беспалова Світлана Володимирівна, доктор фіз.-мат. наук, професор (Донецький національний університет, м. Донецьк);

Відповідальний виконавець – Максимович Володимир Олександрович, доктор мед. наук, професор (Донецький національний університет, м. Донецьк).

Етапи виконання Програми, з її початком у 2008 р., проектуються у такий спосіб (табл. 1). За окремими напрямками плануються наступні етапи-завдання (табл. 2-5).

Таблиця 1

Етапи виконання програми
"Інноваційні біологічні технології контролю управління в екології, медицині, сільському господарстві й виробництві продукції для сталого розвитку України"

Назва етапу	Очікуваний результат виконання етапу
1. На основі вітчизняного та світового досвіду обґрунтувати біологічні способи контролю за процесами розвитку екології, медицини, сільського господарства, виробництва продукції	Набір біологічних способів контролю
2. Розробити технології на основі біологічних способів контролю за процесами	Біологічні технології контролю
3. Випробувати технології контролю, скоригувати їх і запропонувати для використання	Відкориговані після випробування біологічні технології контролю
4. З використання вітчизняного й світового досвіду обґрунтувати біологічні способи управління процесами в екології, медицині, сільському господарстві, виробництві продукції	Набір біологічних способів управління
5. Розробити технології на основі біологічних способів управління процесами	Біологічні технології управління процесами
6. Випробувати біологічні технології управління процесами, відкоригувати їх і запропонувати для використання	Відкориговані після випробування біологічні технології управління процесами
7. Підготувати нормативне й правове забезпечення розроблених технологій для використання їх на практиці	Пакет документів (інструкції, норми, правові акти), який забезпечує використання технологій

Таблиця 2

Етапи виконання напрямку Програми "Медицина"

Назва етапу	Очікуваний результат виконання етапу
1. На основі вітчизняного та світового досвіду через інформаційно-патентний пошук обґрунтувати способи контролю за нейроендокринною регуляцією та морфо-функціональними процесами виконавчих ланок організму для диференціальної діагностики стану здоров'я людини	Способи контролю за регуляторними та виконавчими процесами
2. Розробити, обґрунтувати й скорегувати технології контролю за здоров'ям людей для впровадження їх у диспансеризацію	Технології контролю за здоров'ям на основі способів із п. 1.
3. Підготувати нормативне й правове забезпечення технологій контролю за здоров'ям людей під час широкого використання	Проект пакета нормативних і правових документів, що супроводжують технології контролю за здоров'ям
4. З урахуванням вітчизняного й світового досвіду через інформаційно-патентний пошук обґрунтувати способи відновлення (лікування, реабілітації) і підтримки (профілактики) нормального стану нейроендокринної регуляції й проявів морфо-функціональних процесів	Способи управління здоров'ям

Назва етапу	Очікуваний результат виконання етапу
5. Розробити, обґрунтувати й відкоригувати технології управління здоров'ям людей для їх впровадження	Технології управління здоров'ям на основі способів із п. 4.
6. Підготувати нормативне та правове забезпечення впровадження технологій управління здоров'ям	Проект пакета нормативних і правових документів, які потрібні для безперешкодного впровадження технологій управління здоров'ям
7. Підготувати аналітичний звіт, який узагальнить досвід (успіхи та недоліки) роботи з напрямку "Медицина" для подальшого вдосконалення наукової та практичної діяльності	Звіт

Таблиця 3

Етапи виконання напрямку Програми "Сільське господарство"

Назва етапу	Очікуваний результат виконання етапу
1. На основі вітчизняного й світового досвіду обґрунтувати біологічні способи контролю за стійкістю (чутливістю) с/г тварин і рослин до фізичних, хімічних і біологічних впливів	Набір біологічних способів контролю стійкості с/г рослин і тварин до шкідливих факторів
2. Розробити біологічні технології контролю за стійкістю с/г рослин і тварин до шкідливих факторів	Біологічні технології контролю стійкості с/г рослин і тварин до шкідливих факторів
3. Випробувати технології із п. 2, відкоригувати їх і запропонувати для використання в с/г практиці	Відкориговані біологічні технології контролю процесами
4. На основі вітчизняного й світового досвіду обґрунтувати біологічні способи управління процесами в сільському господарстві	Набір біологічних способів управління
5. Розробити біологічні технології управління із п. 4	Комплекс біологічних технологій управління
6. Випробувати технології із п. 5	Відкориговані технології
7. Підготувати нормативне і правове забезпечення розроблених технологій для використання їх на практиці	Пакет документів (інструкції, норми, правові акти), які забезпечують використання біологічних технологій

Таблиця 4

Етапи виконання напрямку Програми "Виробництво продукції"

Назва етапу	Очікуваний результат виконання етапу
1. На основі вітчизняного й світового досвіду через інформаційно-патентний пошук обґрунтувати біологічні способи контролю за процесами у виробництві продукції, яку споживає суспільство	Набір біологічних способів контролю
2. Розробити біологічні технології контролю за процесами у виробництві продукції	Технології контролю на основі біологічних способів із п. 1.
3. Випробувати технології із п. 2, відкоригувати їх і запропонувати для використання на практиці	Відкориговані біологічні технології контролю

Назва етапу	Очікуваний результат виконання етапу
4. На основі вітчизняного й світового досвіду обґрунтувати біологічні способи управління процесами у виробництві та реалізації продукції, яку споживає суспільство	Набір біологічних способів управління процесами під час виробництва продукції
5. Розробити технології управління при використанні способів із п. 4	Комплекс біологічних технологій управління при використанні способів із п. 5.
6. Випробувати технології із п. 5, відкоригувати їх і запропонувати для використання	Відкориговані біологічні технології із п. 5.
7. Підготувати нормативне й правове забезпечення щодо впровадження біологічних технологій у практику	Пакет нормативних і правових документів

Таблиця 5

Етапи виконання напряму Програми "Екологія"

Назва етапу	Очікуваний результат виконання етапу
1. На основі вітчизняного й світового досвіду обґрунтувати біоіндикаційні технології контролю за біосферою техногенно-трансформованих регіонів	Технології біоіндикації
2. Розробити біологічні технології відновлення біосфери техногенно-трансформованих регіонів	Біологічні технології відновлення біосфери
3. Розробити біологічні технології профілактики порушень біосфери й подальшої підтримки її на належному рівні	Біологічні технології профілактики біосфери
4. Провести випробування технологій (із п.1-3), скоригувати їх і підготувати до практичного використання	Відкориговані біологічні технології діагностики, відновлення й профілактики біосфери
5. Розробити стандарти біостанцій для застосування комплексу біологічних технологій із п. 4	Проект біостанцій, що здійснюють біологічні технології
6. Розробити інформаційно-програмне забезпечення, нормативні й правові акти, що забезпечують функціонування запропонованих технологій	Пакет документів, який забезпечує використання технологій
7. Підготувати аналітичний і узагальнюючий звіт про виконання програми "Екологія" та вдосконалити її науковий та практичний напрямок	Звіт

Список літератури

1. Беспалова С. В. Биотехнологии для нормализации экологии (программа создания комплекса) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. научн. работ. – Донецк: ДонНУ, 2004. – Вып. 4. – С. 10-21.
2. Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J., Behrens W. W. The Limits to Growth. – New York: Universe Books, 1972.
3. Медоуз Д., Рандерс Й., Медоуз Д. Пределы роста. 30 лет спустя. – М.: Академкнига, 2007. – 342 с.
4. Бут-Свини Л., Медоуз Д. Сборник игр для развития системного мышления / Под ред. Г. Я.Ягодина, Н. П.Тарасовой. – М.: Просвещение, 2007.

5. Беспалова С. В., Максимович В. А. Интегральная экология // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. научн. работ. – Донецк: ДонНУ, 2002. – Вып. 2. – С. 11-15.

6. Беспалова С. В., Максимович В. А. Биологическая экология: Моделирование жизнеспособных биотических организаций // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. научн. работ. – Донецк: ДонНУ, 2003. – Вып. 3. – С. 11-18.

7. Беспалова С. В. Биология для экологии: наука и образование // Все. Обществ. научн.-произв. журн. – Донецк, 2004. – № 1-2 (31-32). – С. 85-86.

8. Беспалова С. В. Первостепеннейшее в экологии – биота: и в науке, и в практике // Энергия инноваций. – Донецк, 2005. – № 4. – С. 51-53.

9. Повестка дня на XXI век // Конф. ООН по окружающей среде и развитию (РиО-92). – (г. Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 г.). – A/CONF.151/26/REV.1(VOL.1).

10. Ландик В. И., Семенец С. В., Яхеева Т. М. Концепція переходу України до сталого розвитку (проект). – Донецьк, 2004. – 64 с.

11. Беспалова С. В., Максимович В. А. Биофизика в новой эпохе // Тези доп. IV з'їзду Укр. біофіз. тов-ва (м. Донецьк, 19-21 грудня 2006 р.). – Донецьк: ДонНУ, 2006. – С. 20-22.

Шевченко В. П., Беспалова С. В., Максимович В. А. Проект национальной программы по разработке биологических технологий. – В проекте программы рассмотрены четыре направления: медицина, экология, производство продукции и сельское хозяйство. Представлены этапы выполнения и практический выход по этапам и в целом по программе.

Ключевые слова: медицина, экология, устойчивое развитие, производство продукции, сельское хозяйство.

Shevchenko V. P., Bepalova S. V., Maksimovich V. A. The project of the national program on working out of biological technologies. – In the program project four directions are considered: medicine, ecology, production and agriculture. Stages of performance and a practical exit on stages and a whole under the program are presented.

Key words: medicine, ecology, sustainable development, production, agriculture.

**С. В. Беспалова, О. С. Горецький, М. В. Говта, Н. М. Лялюк, В. О. Максимович,
О. З. Злотін, Т. Ю. Маркіна, К. М. Маслодудова, А. І. Сафонов, О. В. Федотов**
РОЗРОБКА СПОСОБІВ БІОІНДИКАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОНБАСУ
Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46
e-mail: biophys@dongu.donetsk.ua

Беспалова С. В., Горецький О. С., Говта М. В., Лялюк Н. М., Максимович В. О., Злотін О. З., Маркіна Т. Ю., Маслодудова К. М., Сафонов А. І., Федотов О. В. Розробка способів біоіндикації екологічного стану Донбасу. – Розглянуто результати дослідження біоіндикаційних можливостей різних рослин, тварин, грибів та людини. На підставі цього розроблені охороноспроможні способи біоіндикації екологічного стану Донбасу.

Ключові слова: екологія, способи біоіндикації.

Вступ

Сучасні умови життя населення в більшості країн світу, у тому числі в Україні, особливо в Донбасі, характеризуються прогресуючим погіршенням якості навколишнього середовища. На території Донбасу зосереджена п'ята частина промислового потенціалу України. Концентрація промислового та сільськогосподарського виробництва, транспортної інфраструктури зробила високе навантаження на природне середовище в Донецькій області. Техногенне навантаження з шкідливими та небезпечними факторами в 5-7 разів перевищує середні показники по Україні. Донецька область, наприклад, "загрузла" в токсичних відходах виробництв, лише за 2004-2006 рр. їх утворилося 25,5 млн. т, а знешкоджено або знищено тільки 7% [12].

У структурі промислового потенціалу Донбасу 78% припадає на екологічно небезпечні виробництва: металургії – 42%, видобувної промисловості – 16%, електроенергії – 11%, хімічної й нафтохімічної промисловості – 9%. Підприємства саме цих галузей найбільше впливають на навколишнє природне середовище [1, 29, 300].

Існуюча система надзору за станом навколишнього середовища має ряд суттєвих недоліків: санітарний контроль атмосферного повітря трудоємкий, складний та дорогий, тому проводиться не в усіх населених пунктах і не за всіма необхідними інгредієнтами. Підконтрольні речовини не відображують дійсний стан ступеню забруднення атмосферного повітря міст Донецької області, оскільки як правило не ведеться контроль за вмістом канцерогенів, алергенів, тяжких металів та інших речовин специфічної дії, які можуть бути присутні в атмосферному повітрі. Крім того, більш об'єктивними є не максимально разові, а середньодобові концентрації шкідливих речовин у повітрі. Проте багатьом речовинам властивий ефект сумачії і якщо в атмосферу виділяється досить складна суміш речовин, то їх необхідно визначати на іншому рівні, що є досить складною науковою і технічною проблемою [19].

Враховуючи існуючі системи контролю та моніторингу за станом навколишнього середовища, перспективним представляється оцінювання екологічного стану територій за допомогою біоіндикаторів. Біоіндикація базується на здатності організмів або біологічних систем чутливо реагувати на найменші зміни екологічних факторів (دوزи), або давати адекватну реакцію на дію комплексу факторів, змогу виявити синергізм, інгібування дії факторів, тощо. Вона має певні переваги як метод отримання безпосередньої інформації про зміни стану біоти в конкретних умовах забруднення [15].

Внаслідок промислового забруднення відбувається різке зростання дії шкідливих факторів та патогенних навантажень на людину, що визначає її фізичне та психічне здоров'я. У наслідок цього порушуються біологічні та соціальні ритми, погіршується стан її здоров'я, виникають хвороби цивілізації, крім звичайно спостережуваної патології.

Враховуючи велику небезпечність забруднення довкілля викидами техногенного походження більш ефективним є розробка експрес-методів біоіндикації стану довкілля. Однак такі методи ще недостатньо поширені в практиці біоіндикації і стану забруднення

довкілля і стосуються переважно використання як біоіндикаторів мікроорганізмів, диких тварин, вищих рослин.

Вище зазначене та результати власних досліджень, що були отримані раніше, стали основою щодо формування науково-практичної програми створення комплексу біотехнологій для нормалізації екологічного стану в техногенно трансформованих регіонах, на прикладі Донбасу. Найважливішим доказом її актуальності є те, що захворюваність і смертність населення Донбасу досягли найвищих рівнів в Україні.

Тому, метою дослідження було вивчення залежності структурно-функціонального стану різних представників біоти від рівня екологічної шкідливості довкілля і на цій основі розробити способи біоіндикації екологічного стану Донбасу.

Матеріали та методи дослідження

Оцінку техногенного навантаження на території за показниками вмісту деяких токсичних металів проводили методом картографічної візуалізації за отриманими даними хіміко-аналітичного визначення вмісту металів у ґрунтах та фітооб'єктах. Для оцінки екологічного стану Донецької області була задіяна група експертів-фахівців, які розробили експертну таблицю екологічної шкідливості територій Донбасу за відповідною шкалою [7]. Були проаналізовані морфо-функціональні властивості рослин, проведено альгоіндикацію, яка включала ряд етапів поступового відбору, концентрування, фіксації та камеральної обробки проб водоростей [6, 18, 26]. Проводили виділення чистих культур грибів і визначення вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів [14] та каталазної активності [17, 24] у базидіоміцетів. Визначали тест-види забруднення середовища серед нижчих і вищих рослин, тварин та вивчали у них морфо-функціональні зміни. Реєстрували показники психофізіологічного стану людей [2, 3, 5, 8, 10, 11], які довгий час мешкали на техногенно трансформованих територіях.

Матеріали обробляли за допомогою математико-статистичних методів дослідження, зокрема за допомогою програми Statistica V 5.5.

Результати досліджень

За результатами дослідження було встановлено, що існують певні реакції рослин на забруднення антропогенно трансформованого середовища важкими металами. Більш вдалими, а відтак перспективними при екстраполяції методів фітоіндикації, виявлено *Cichorium intybus* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Plantago major* L. та *Tanacetum vulgare* L. Ці види є індикаторними не завдяки частоті трапляння у природних та трансформованих екотопах, а саме завдяки морфологічній пластичності, що виявляється інформативною в умовах метало пресингу, здебільшого антропогенного походження. Найбільший діапазон акумулювання у коренезаселеному шарі ґрунтів мають Zn та Pb (до 900-1000 мг/кг), найменший – Cd (до 10 мг/кг) та Hg (до 3 мг/кг), що узгоджується із загальними тенденціями біогеохімічного циклу важких металів у ґрунтах індустріального регіону. Визначені взаємодії металів у групах (антагоністичні – Zn-Cd, Zn-Ni, Cd-Ni; синергічні – Pb-Ni, Cu-Zn, Cu-Ni, Zn-Pb, Pb-Cd, Pb-Ni та змішані – Cu-Pb, Cu-Cd) певною мірою корегували остаточні висновки щодо дії того чи іншого металу (або групи металів) на виразність ознак, що перевірялись як можливі індикаторні. Щодо забруднення субстрату металами виявлено найчутливіші тест-об'єкти: Cu – *Tripleurospermum inodorum*, Zn – *Tragopogon major* Jacq., Pb – *Plantago major* та *Reseda lutea* L., Cd – *Cichorium intybus* та Ni – *Reseda lutea*. За транслокаційними коефіцієнтами важких металів у рослинах встановлено можливість проведення моніторингових досліджень та визначення рівнів забруднення техногенного середовища. Прояв індикаторного поліморфізму є видоспецифічним, що встановлено за: будовою листових пластинок *Cichorium intybus* та *Plantago major*; ступенем дефектності пилку *Cichorium intybus*, *Tripleurospermum inodorum*, *Tanacetum vulgare*, *Berteroa incana* (L.) DC. та *Echium vulgare* L.; індексами структурної пластичності плодів *Cichorium intybus*, *Tripleurospermum inodorum*, *Tanacetum vulgare* та ін. До того ж у різних видів рослин

змінюються різні структури (елементи будови пилкових зерен *Cichorium intybus*, *Reseda lutea*, *Plantago major*). Останні ствердження говорять на користь положення про регіональну специфічність не тільки забруднення середовища токсикантами, а й складу тест-об'єктів певної території [4, 9, 25, 311]. На підставі результатів досліджень і їх апробації розроблено спосіб оцінки токсичного навантаження на природні та техногенні системи за допомогою показників структурної фітоіндикації. Спосіб базується на диференціальному та інтегральному підходах аналізу ступеня структурної трансформації рослин-індикаторів, що характеризуються широкою екологічною амплітудою та пластичністю в контрастних геохімічних умовах зростання за умов дії чинників специфічного та неспецифічного стресів. Інформативні фітоіндикаційні індекси відображають специфіку або сумацийний ефект токсичного навантаження на екосистеми. Оцінку токсичного навантаження на системи проводять за 10-бальними індикаційними шкалами на основі паратипової пластичності рослин природної флори південного сходу України.

Із метою розробки біологічного способу визначення стану базидіоміцетів та екологічного стану місця їх зростання визначали рівень каталазної активності (КА) міцелію дикорослих плодових тіл їстівних лікарських базидіоміцетів *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing. і *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. з різних, за екологічними умовами, місць зростання та міцеліальних культур цих грибів при штучному культивуванні в оптимальних умовах і за дії температурного фактору. Результати дослідження КА культур базидіоміцетів показали, що несприятливі екологічні умови зростання ведуть до значного підвищення активності каталази дикорослих плодових тіл та міцелію штамів грибів *Flammulina velutipes* і *Pleurotus ostreatus*. Запропонований спосіб визначення стресового стану базидіоміцетів та екологічного стану місця їх зростання відрізняється новизною, технічно простий та дає можливість отримати достовірні діагностичні дані. Забруднення довкілля призводить до біохімічної адаптації базидіоміцетів щодо екологічних умов зростання і характерного прискорення процесів окислення ліпідів, та як наслідок – накопичення продуктів ПОЛ у міцелії і культуральному фільтраті. Тому в основу іншого способу покладено визначення вмісту продуктів ПОЛ екзо- та ендogenous походження базидіальних макроміцетів із різних місць зростання та умов культивування за індикаторною шкалою. Способом оцінки екологічного стану місця зростання базидіоміцетів за вмістом продуктів перекисного окиснення ліпідів визначають вміст активних продуктів тіобарбітурової кислоти в культурах грибів. Визначення їх вмісту проводять в дикоростучих плодових тілах базидіоміцетів з різних за екологічними умовами місць зростання та міцеліальних культурах цих грибів при штучному культивуванні в оптимальних умовах і за дії температурного фактору [23].

Для оцінки забруднень води використовували систему сапробності води, яка за видами-індикаторами дозволяє оцінювати ступінь її забруднення органічними речовинами та продуктами їх розпаду. В системі виділяють зони та підзони забруднення (сапробності) за наявністю видів-індикаторів, станом органічної речовини, продуктів її розкладу, наявністю метану, сірководню. Види-індикатори звичайно в зонах розвиваються у великій кількості. Для більш детального аналізу пропонується середня сапробність біоценозу [18]. Альгологічний аналіз дозволив встановити наявність водоростей систематичних відділів: Cyanophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chlorophyta. З'ясовано, що 42% водоростей фітопланктону є індикаторами сапробності. З числа показникових видів 18 були індикаторами β-мезосапробності, 6 – α-мезосапробності, 4 – оліго-β-мезосапробності, 3 – олігосапробності, 2 – ксеносапробності; показники β-α-мезосапробності, полі-α-мезосапробності, полі-олігосапробності й оліго-α-мезосапробності – по одному виду кожна група. Так, багаторічний моніторинг здійснювався для фітопланктону р. Сіверський Донець. Зібрано більше 300 проб фітопланктону. Встановлено видовий склад водоростей, систематичну структуру угруповань, домінуючі види, сезонну динаміку розвитку. Результати біоіндикації показали, що в фітопланктоні р. Сіверський Донець біля 50% видового складу водоростей є індикаторними. Розрахований індекс сапробності становив 1,9 (β-мезосапробна зона), відповідно умови існування гідробіонтів – нормальні. Максимально відмічене

погіршення умов – до субнормальних. Розрахована сапробна валентність показала однакову тенденцію змін сапробності як у сторону поліпшення (олігосапробна зона, умови нормальні – сприятливі), так й погіршення (альфа-мезосапробна зона, умови субнормальні – несприятливі). Таким чином, біоіндикаційний аналіз показав нестабільність умов в аналізованому об'єкті (р. Сіверський Донець). Встановлено основні параметри проведення оцінки забруднення водойм за видовим складом водоростей для застосування їх у комплексній біоіндикаційній технології контролю екологічного стану Донбасу.

Сучасні породи шовковичного шовкопряда мають високу чутливість до токсичних сполук. Високопродуктивні білококонні породи шовковичного шовкопряда мають нижчу стійкість до захворювань і несприятливих факторів середовища ніж дикі предки [13, 16]. Шовковичний шовкопряд (*Bombyx mori* L.) відноситься до комах із повним перетворенням, проходить у своєму розвитку стадії яйця, гусені, лялечки та метелика. Враховуючи переваги тест-об'єкту перед іншими видами комах були проведені дослідження, спрямованні на розробку експрес-методів біоіндикації ступеня забруднення довкілля викидами техногенного походження з використанням в якості тест-об'єкта індикації шовковичного шовкопряда. У весняний сезон року вивчали можливість біоіндикації забруднення довкілля за допомогою гусениць-"мурашів". Результати дослідів з розробки експрес-методів біоіндикації забруднення довкілля (повітря та води) проведені навесні не дали позитивних результатів. Загибель гусениць у контролі та варіантах використання листя з дерев шовковиці, що розташовані вздовж траси, а також змочування листя водою з різним ступенем її забруднення при одноразовій годівлі гусениць достовірно не відрізнялась. На нашу думку, це пов'язано з тим, що навесні спостерігається менш інтенсивне забруднення довкілля викидами техногенного походження, ніж улітку та восени, і також з тим, що разова годівля гусениць-"мурашів" недостатня для отримання ефекту отруєння. До того ж, змочування листя водою, яка може містити забруднювачі техногенного походження не ефективно, бо вода, що містить солі важких металів, набуває додаткових властивостей зчочуватися з листя та не надходить з їжею до шлунку гусениць. Тому в літку до методики проведення робіт було внесено відповідні корективи та введено нові варіанти дослідів. В зв'язку з тим, що при оцінці якості води враховується принцип адитивності – однонаправленості дії, коли речовини, що мають один напрямок дії, проявляють сумарну дію, в дослідях були використані проби води з джерел, що містили солі важких металів: кобальт, цинк, кадмій, мідь, а також зразок із вмістом суміші цих солей. У контролі використовували питну воду. Таким чином, запропонований новий спосіб біоіндикації забруднення води солями важких металів, що відрізняється простотою виконання, високою точністю та може використовуватися протягом всього року (існуюча технологія отримання гусениць-"мурашів" розроблена, а пагони з листям шовковиці можна виростити і взимку, використовуючи тепличні рослини, або пагони з плантацій, які "вигоняють" у лабораторії взимку при +20°C, вміщуючи їх у відра з водою). В основу методів активної біоіндикації (експрес-методів) покладена висока чутливість тест-об'єкта до мінімальної дії стрес фактора, яка визначається за виживанням частини, або всієї популяції. Головна перевага активної біоіндикації полягає в можливості визначення забруднення вже на субнормальному рівні. В системі комплексної біоіндикаційної оцінки екологічного стану середовища гусениці-"мураші" шовковичного шовкопряда можуть бути використані як тест-об'єкт (біоіндикатор для визначення солей важких металів та інсектицидів). При чому у випадку самостійного визначення (при підозрі на забруднення солями важких металів та інсектицидів), так і для підтвердження їх присутності у випадку біоіндикації іншими тест-об'єктами для інтегральної оцінки стану забруднення середовища на будь-якій території в період вегетації шовковиці. Оцінку екологічного стану довкілля можна проводити за 5-бальною шкалою: стан, при якому не відбувається загибель гусениць-"мурашів" – сприятливий – 1 бал; стан, при якому спостерігається незначна загибель гусениць (1-5%) – нормальний – 2 бали; стан, при якому загибель гусениць складає 6-20% – субнормальний – 3 бали; стан, при якому загибель гусениць складає 21-80% – несприятливий – 4 бали; стан, при якому загибель гусениць складає 81-100% – край несприятливий – 5

балів.

На підставі результатів проведеного інформаційно-патентного пошуку засобів контролю екологічних умов середовища за функціональним станом організму людини вивчали залежності змін психофізіологічних показників від рівня екологічної шкідливості. Для цього було обстежено 400 студентів, які довгий час проживали на території Донецької області з різним рівнем екологічної шкідливості. При цьому 300 студентів становили дослідну групу, а 100 студентів – контрольну. Дослідну групу було поділено на 2 підгрупи. До першої увійшли 180 студентів, які мешкали більше 10 років на територіях з несприятливими екологічними умовами. В другу підгрупу увійшли 120 студентів, які мешкали на відносно чистих екологічних територіях. Аналіз результатів психофізіологічного дослідження показав, що більшість психофізіологічних показників у обстежених, які мешкали в екологічно забруднених районах Донецької області, достовірно ($p < 0,05$) погіршились. Для ґрунтовнішого аналізу одержаних результатів було проведено формування основних векторів прояву психіки (психофізіологічні функції, властивості та процеси). Справа в тому, що кожний функціональний прояв психіки, наприклад, увага може мати декілька способів виміру, які відрізняються методично та за змістом. Серед них потрібно було залишити лише ті показники, що були б незалежні один від одного й тим самим характеризували б різні грані досліджуваного функціонального процесу. Так, для характеристики функції уваги були відібрані наступні базові компоненти: концентрація, перемикання, розподіл, стійкість. Інші показники, які фігурують у літературі, мають високу кореляцію з одним із наведених вище базових компонентів. Із цих чотирьох базових компонентів було побудовано вектор функції уваги. Аналогічно були підібрані компоненти й побудовані відповідні вектори для різних функціональних проявів психіки. Із застосуванням факторного аналізу (метод головних компонент з ортогональним обертанням за варимакс-критерієм за п'ять ітерацій) були відібрані та згруповані вектори, які віддзеркалювали загальну психофізіологічну діяльність людини, яка мешкала понад 10 років у несприятливих екологічних умовах. У результаті такого аналізу залишилось дев'ять значимих векторів, що були згруповані в три фактори. До першого фактора увійшли вектор психофізіологічної адаптивності та пам'яті. Перший комплексний фактор було позначено як адапто-мнемічний. До другого фактора увійшли вектор уваги, прийняття рішень і вектор безпомилковості відповідей на психічне навантаження. Цей фактор позначено як психодинамічний. До третього фактора увійшли вектори поточної та генеральної домінуючої мотивації. Цей фактор позначено як мотиваційний. Коефіцієнт детермінації (причинності) впливу несприятливих екологічних умов на досліджувані психофізіологічні вектори склав 52% при $p < 0,05$. Отже, решта впливу (48%) екологічних умов проявляється в інших функціональних системах організму людини.

За результатами досліджень розроблено спосіб для оцінки впливу екологічних умов за психофізіологічним станом людини. Цей спосіб включає визначення інтегрального показника стану організму та його оцінку за індикаторною шкалою і відрізняється тим, що на людину діють навантаженням, яке включає подавання у випадковій послідовності 5 світлових сигналів, чисел, слів та геометричних фігур у різних місцях екрана, з тривалістю подавання 15 с, інтервалом між подаваннями 30 с і загальною тривалістю навантаження 135 с, та одночасно визначають психофізіологічні показники, а психофізіологічний стан визначають за формулою

$$P_c = 0,029 \cdot Y_1 + 0,022 \cdot Y_2 + 0,024 \cdot Y_3 + 0,027 \cdot Y_4 + 0,035 \cdot Y_5 - 0,54,$$

де P_c – інтегральний показник психофізіологічного стану організму, ум. од.; Y_1 – обсяг уваги, %; Y_2 – короткочасна пам'ять, %; Y_3 – психофізіологічна адаптивність, ум. од.; Y_4 – вибір з альтернатив, %; Y_5 – безпомилковість відповідей на навантаження, ум. од., при цьому вплив екологічних умов оцінюють за індикаторною шкалою.

Таким чином, на підставі отриманих результатів встановлена залежність між біоіндикаційними показниками, що характеризують функціонально-морфологічні ознаки вищих грибів, вищих і нижчих рослин, комах та психофізіологічні детермінанти людини, і

рівнем екологічної шкідливості середовища. Складено шкалу екологічної шкідливості територій Донецької області за даними провідних експертних організацій. Розроблено способи біоіндикації для контролю екологічного стану техногенно трансформованих територій Донбасу і технологію їх застосування.

Висновки

1. Встановлена залежність від рівня екологічної шкідливості довкілля: а) вмісту продуктів ПОЛ та рівня міцеліальної активності каталази у дикоростучих плодкових тілах базидіоміцетів; б) ступеня сапробності води; в) ступеня структурної трансформації рослин-індикаторів; г) виживання гусені комах при дії забруднювачів; д) величини показників психофізіологічного стану людини.

2. На екологічно забруднених територіях спостерігається значний вміст продуктів ПОЛ та високий рівень активності каталази в плодкових тілах базидіоміцетів; висока ступінь сапробності води; значна структурна варіабельність у вищих рослин-індикаторів; низьке виживання гусені комах при дії забруднювачів; значне зниження величин показників психофізіологічного стану людини.

3. На територіях Донбасу забруднення техногенних ґрунтів токсичними елементами характеризується високим рівнем вмісту Cu, Zn, Pb, Cd, Hg та Ni (перевищує ГДК у 5-40 разів), що є принципово важливим обґрунтуванням для розробки способів біоіндикаційної оцінки стану довкілля.

4. Розроблено шкалу рівня екологічної шкідливості територій Донецької області. Рівень екологічної шкідливості за цією шкалою відповідає рівню захворюваності населення за головними нозологіями.

5. Розроблено способи визначення екологічного стану місця зростання базидіоміцетів за інтенсивністю процесів ПОЛ і активністю міцеліальної каталази, які захищено патентами України.

6. Розроблено й апробовано методику біоіндикації і систему оцінки екологічного стану водних об'єктів Донбасу з використанням водоростей, що дозволяє визначати і прогнозувати погіршення екологічного благополуччя у водоймах на ранніх стадіях їх забруднення.

7. Розроблено спосіб оцінки токсичного навантаження на природні та техногенні системи за показниками структурної фітоіндикації (підготовлено заяву на винахід), за допомогою якого проведено фітоіндикаційний моніторинг забруднення середовища деякими підприємствами Донецької області.

8. Розроблено спосіб біоіндикації забруднення середовища інсектицидами і спосіб біологічної оцінки забруднення води солями важких металів за допомогою гусені-"мурашів" шовковичного шовкопряда, на які подано заяви на винахід.

9. Розроблено спосіб оцінки впливу екологічних умов на людину за психофізіологічним станом організму, який захищено патентом України.

10. Розроблено проект технології комплексної оцінки екологічного стану техногенно трансформованих територій за біоіндикаційними показниками, яку пропонується для подальшого застосування в системі екологічного моніторингу.

Список літератури

1. *Агарков В. И., Грищенко С. В., Грищенко В. П.* Атлас гигиенических характеристик экологической среды Донецкой области. – Донецк: Донеччина, 2001. – 167 с.
2. *Анастаси А.* Психологическое тестирование. Кн. 2: Пер. с англ. / Под ред. К. М. Гуревича, В. И. Лубовского. – М.: Педагогика, 1982. – 234 с.
3. *Блейхер В. М., Крук И. В., Боков С. Н.* Практическая патопсихология: Руководство для врачей и медицинских психологов. – Ростов-н/Д.: Феникс, 1996. – 448 с.
4. *Большаков В. А., Кахнович З. Н., Сорокин С. Е.* Методы анализа растительных проб на содержание тяжёлых металлов // *Агрохимия*. – 1997. – № 9. – С. 78-86.
5. *Бурлюк А. В.* Компьютерный тест "Внимание". – ЗАО "Нейроком", 2000.

6. *Водоросли*. Справочник / Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 608 с.
7. *Говта М.* Вплив екологічно забрудненого довкілля на психічний стан студентів Донбасу // *Донецький вісник Наукового товариства ім. Шевченка*. – Донецьк: Східний видавничий дім. – 2006. – Т. 14. – С. 40-45.
8. *Дюк В. А.* Проблемы применения формальных методов формирования метапонятий при концептуальном анализе знаний // *Методы и системы принятия решений. Системы поддержки процессов проектирования на основе знаний*. – Рига: Изд-во Рижского ун-та, 1991. – С. 90-95.
9. *Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П.* Методы биохимического исследования растений. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 429 с.
10. *Завалишина Д. Н.* Психологический анализ оперативного мышления. – М.: Наука, 1985. – 182 с.
11. *ЗАО "Нейроком"*: Тест интеллекта, 2001.
12. *Земля тривоги нашої*. За матеріалами доповіді про стан навколишнього середовища в Донецькій області у 2000-2005 році / Під ред. С. Куруленка. – Донецьк: "Новый мир", 2005. – 136 с.
13. *Злотин А. З.* Теоретическое обоснование массового разведения насекомых // *Энтомолог. обозр.* – 1981. – 60, № 3. – С. 494-510.
14. *Капич А. Н., Гвоздкова Т. С.* Содержание в грибах продуктов перекисного окисления липидов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой // *Микол. и фитопатол.* – 1998. – Т. 32, вып. 4. – С. 30-36.
15. *Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М.* Моніторинг довкілля. – К.: Академія, 2006. – 359 с.
16. *Ковалев П. А., Шевелева А. А.* Гренаж и селекция тутового шелкопряда. – Ташкент: Учитель, 1966. – 191 с.
17. *Королюк М. А., Иванова Л. И., Майорова И. Г., Токарев В. Е.* Метод определения активности каталазы // *Лаб. дело*. – 1988. – № 1. – С. 16-18.
18. *Макрушин А. В.* Биологический анализ качества вод. – Л.: Изд-во Зоол. ин-та АН СССР, 1974. – 59 с.
19. *Мэннинг У. Дж., Федер У. А.* Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 142 с.
20. *Назаренко Г. С.* Тератоморфи рослин в умовах антропогенно трансформованого середовища на південному сході України: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05 / Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр УААН. – Ялта, 2004. – 20 с.
21. *Огарь Н. П., Рачковская Е. И.* Подходы к созданию экологических карт оценочного и прогнозно-рекомендательного типа // *Геоботаническое картографирование*. – 1999. – № 3. – С. 14-27.
22. *Павловская Н. Е., Гольшикин Л. В., Дегтярева С. И.* Реакция устьичного аппарата листьев гречихи и гороха на загрязнение тяжелыми металлами // *Сельскохозяйств. биол.* – 1997. – № 5. – С. 48-52.
23. *Пат. 26736* України. Спосіб визначення стресового стану базидіоміцетів та екологічного стану місця їх зростання за рівнем активності каталази / Федотов О. В. Заявка № 200703598, від 02.04.2007, МПК (2006), кл. А01Н15/00, Бюл. № 16, від 10.10.2007.
24. *Паушева З. П.* Практикум по цитологии растений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
25. *Работнов Т. А.* К методике составления экологических шкал // *Ботан. журн.* – 1958. – Т. 43, № 4. – С.518-527.
26. *Устойчивость* к тяжелым металлам дикорастущих видов / Под ред. Н. В. Алексеевой-Поповой. – Л., 1991. – 214 с.
27. *Федотов О. В.* Вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів у міцелії грибів родів *Pleurotus* (Fr.) Kumm. та *Lentinus* (Berk.) Sing. / Зб. наук. праць Луганського нац. аграрного

ун-ту. – Луганськ: ЛНАУ, 2003. – № 22 (34). – С. 79-81.

28. *Царенко П. М.* Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. – К.: Наук. думка, 1990. – 208 с.

29. *Шуберт Р.* Возможности применения растительных индикаторов в биолого-технической системе контроля окружающей природной среды // Проблемы фонового мониторинга состояния природной среды. – Л.: ГМИ, 1982. – Вып. 1. – С. 104-111.

30. *Baker E., Young F. W., Takane Y.* Psychometric model. – Dave Hall 13a, University of North Carolina, Chapel Hill, NC 27514, 1988.

31. *Fedotov O. V.* Antioxidizing activity of mycelium of mushroom stocks *Pleurotus* (Fr.) Kumm. and *Flammulina* (Curt.: Fr.) Sing. // IJMM. – 2001. – Vol. 3, N 2-3. – P. 143-144.

Беспалова С. В., Горецкий О. С., Говта Н. В., Лялюк Н. М., Максимович В. А., Злотин А. З., Маркина Т. Ю., Маслодудова Е. Н., Сафонов А. И., Федотов О. В. Разработка способов биоиндикации экологического состояния Донбасса. – Рассматриваются результаты исследований биоиндикационных возможностей различных растений, грибов, животных и человека. На основании этого разработаны охраноспособные способы биоиндикации экологического состояния Донбасса.

Ключевые слова: экология, способы биоиндикации.

Bespalova S. V., Goretsky O. S., Govta N. V., Ljaljuk N. M., Maksimovich V. A., Zlotin A. Z., Markina T. Y., Maslodudova E. N., Safonov A. I., Fedotov O. V. Bioindication of an ecological condition of Donbass. – Results of researches of bioindicator possibilities of various plants, mushrooms, animals and the person are considered. On the basis of it are developed охраноспособные ways of bioindication of an ecological condition of Donbass.

Key words: ecology, ways of bioindication.