ФЛОРА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА
FLORA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE PLANT KINGDOM

УДК 581.52: 53.082.9 (477.60) DOI: 10.5281/zenodo.18063342 EDN: LRBPGX

© **А. З. Глухов[1,2], А. И. Сафонов[1]**

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ БОТАНИКА В РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

[1]ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46
[2]ФГБНУ Донецкий ботанический сад
Россия, 283023, ДНР, г. Донецк, пр. Ильича, 110

Глухов А. З., Сафонов А. И. **Информационно-аналитическая ботаника в решении вопросов экологического мониторинга.** – На основании эмпирических сведений о состоянии растительных организмов в условиях нео-антропогенных трансформаций дано обоснование для выделения функциональной отрасли знания – информационно-аналитической ботаники – в контексте ее реализации для экологического мониторинга промышленного региона. Единицей учета информационного потока является фиксирование специфической или неспецифической реакции чувствительных элементов растения-индикатора на изменения факторов окружающей среды, в том числе и патогенного характера. Совокупность выявленных сенсорных эффектов у растений (160 видов цветковых и 60 видов мохообразных) формирует предпосылки анализа их поведения при общем стремлении к выживанию в неблагоприятных условиях среды. Приведены примеры структурно-функциональных ответов в растительных организмах, имеющих информационную значимость для реализуемого в Донбассе экологического мониторинга.

Ключевые слова: фитоиндикация, Донбасс, экологический мониторинг, тератогенез растений, беллигеративные ландшафты, полемострессс, диагностика экосистем.

Введение

Система способов и методов воздействия человека на окружающую среду разнообразна по характеру и силе их применения, а также возрастает с каждым новым временным этапом развития цивилизации. В условиях чрезвычайного множества возникающих факторов дестабилизации природные системы и жизнь в них сохраняются в том адекватном минимуме выносливости, который является предпосылкой для появления новых приспособлений, но сначала – ответных реакций на такие стрессы.

Познание функциональной активности растений в условиях нео-антропогенных трансформаций реализуется путем эмпирического наблюдения за ними [7, 10, 16], методами дистанционного зондирования [5, 32], моделирования [2, 21, 30] и статистического учета [11, 17, 33]. При этом ученые отмечают информативность таких исследований в понимании поведения [19, 31], интеллекта растений [12, 15, 20], нейробиологии [13, 25] на основании их сенсорных способностей [17, 29] и выявленных закономерностей в ответных реакциях на факторы раздражения [1, 13, 14, 18, 23, 27]. В Донбассе на сегодня реализуется многоплановая система экологического мониторинга природных сред [2, 3, 9, 23, 26, 28, 34], основанная на выявлении информативных характеристик состояния живых объектов в тех или иных диапазонах выносливости.

Цель работы – на конкретных примерах индикаторных параметров растений выделить значимость информационного-аналитических разработок в решении некоторых вопросов экологического мониторинга для техногенно измененного региона с высоким уровнем урбанизации и дополнительных стрессогенных факторов. При этом регистрируемые информационные характеристики рассмотрены не как негативные проявления в системе загрязнения природных сред, а как адаптивные реакции растений на меняющиеся локальные условия их состояния.

Материал и методы исследования

В практике полевой диагностики методы структурной фитоиндикации за последние 10 лет [3, 9] зарекомендовали себя как наиболее доступные для проведения экологического мониторинга в Северном Приазовье. Функционально эти методы разделены по уровням идентификации признаков или этапам их обнаружения: экспресс-метод первичной визуализации, полевая диагностика, регистрация данных в градиенте антропогенной нагрузки или доминирующего фактора трансформации, маршрутизация по ландшафтному профилю, камеральная обработка данных при микроскопировании, расчет параметров вариации для составления экологической шкалы, квантификация результатов по сравниваемым индексам в массивах данных для корреляционного анализа и дальнейшей визуализации.

Проанализирована совокупность результатов о структурно-функциональной разнице растений, проявляющих индикаторные свойства в условиях гетерогенной среды. Все параметры подвержены шкалообразованию в зависимости от их диапазонов вариаций в крайних позициях своей пластичности, отмеченной на региональном уровне. Материал собран за 30 лет наблюдений в условиях 120 стационаров и более 200 единичных учетных площадок, имеющих привязку к геолокалитету на территории Центрального Донбасса при проведении мониторинговых исследований. Информационно-аналитическая программа с использованием фитоиндикаторов обоснована как часть экологического контроля на значительных по площади территориях, повергшихся воздействию антропотехногенеза [3]. Способы получения результатов индикационной значимости описаны ранее [9]. Получены единичные примеры использования растений в целях мониторинга [28, 34], опирающиеся на методы организации экспертных оценочных работ в аспектах социально-географических [4, 6, 32], токсикологических [10, 21, 28], геохимических [8, 16, 34], геофизических [7, 24], почвенных [8, 21, 22], водных [12, 18, 26], климатических [14, 24, 29], электрофизиологических [17, 20, 27, 31, 33] исследований с возможным проведением модельных опытов в лабораторных условиях [15, 27]. В эксперименте проанализированы структуры 160 видов цветковых растений и 60 видов мохообразных.

Из имеющейся совокупности фитоиндикационных данных были выбраны те, которые соответствуют методологической системе «*сенсор – индикатор – индикат – характеристика среды*», при этом преимущество имели те признаки, которые достоверно зарекомендовали себя в диагностических процедурах именно динамического состояния анализируемой ситуации в природно-территориальном комплексе.

Технической проверкой информативности служили несколько подходов ее установления: 1) статистическая достоверность для малых выборок в экотопической разнице метрического показателя (Z-критерий, t-критерий Стьюдента, используя Statistics Open For All в свободном доступе), 2) корреляционный анализ для больших групп выборок, – более 100 значений для разных мониторинговых точек (соответствующие расчеты были выполнены в свободной программной среде для статистической обработки данных R с помощью пакета GGally), 3) метод главных компонент для выделения наиболее значимого фито-параметра в обусловленности системной закономерности (в SPSS Statistics, исходные данные были отмасштабированы таким образом, чтобы стандартные отклонения для каждого элемента были одинаковыми), 4) картографическая визуализация данных с последующим территориальным анализом совместных полей значимости признаков и факторов по 10-балльным шкалам варьирования их диапазонов значения (геоинформационное поле было сформировано на основе пакета авторских разработок ArcView, система координат WGS-1984 Web Mercaror и блоки системы Spatial Analyst, 3-D Analyst являются общедоступным ресурсом для пользования).

Метод на практике было принято считать информативным, если на уровне первичного статистического анализа при объеме выборки не меньше 5 повторностей, проявляется достоверная разница в сравнении значений показателя для отдельных участков в эквиваленте

мониторинговых точек для дальнейшего использования данных в пространственной визуализации всей территории обследования.

Результаты и обсуждение

Полученный материал был функционально разделен по приуроченности к задачам, которые являются компетенцией при проведении экологического мониторинга в первую очередь по фитоиндикационным данным. Из числа многих критериев выбраны, те, достоверность которых имеет наибольшие значения в информационном статусе и лучшую дискретность показателя при техническом воспроизводстве результатов (табл.).

Доказано, что в контексте поставленных задач индикационный параметр (ситуативный сенсор – чувствительная часть анализируемой живой системы при регистрации изменений) должен быть установлен эмпирически. Результатом изучения каждого указанного в таблице признака является определение всего диапазона его варьированная (на региональном уровне проведения эксперимента) с разделением этого диапазона на 10 интервальных значений. Таким образом любая из количественных или качественных характеристик рассматривается как результат процедуры квантификации, – подготовки отдельных статистических массивов для дальнейшего сравнения друг с другом и с индикатами (доступными для оценки параметрами среды) в зависимости от целевого назначения эксперимента.

Таблица

Частные примеры реализации программы информационно-аналитической ботаники при мониторинговых обследованиях в Центральном Донбассе

Индикационный параметр (сенсор)*	Решаемая задача экологического мониторинга	Уровень достоверности, %**	Модельные виды растений при эмпирической апробации показателя
1	*2*	*3*	*4*
трансформация габитуса, побегообразования	пространственное ранжирование общего уровня полиморфизма индикаторных видов	78–82	*Echium vulgare* L., *Cichorium intybus* L., *Reseda lutea* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Berteroa incana* (L.) DC., *Plagiomnium cuspidatum* T. Kop., *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm., *Brachythecium salebrosum* Bruch et al.
способность плотной компактизации экологических ниш		55–80	
показатель жизненности по годовому приросту или полным фенопаузам		85–90	
тератоморфы цветка: дистопия, олигомеризация	оценка токсикогенности среды по фитопатологическим проявлениям	85–91	*Cichorium intybus L.,Plantago major* L., *Homomallium incurvatum* Loeske, *Brachythecium albicans* (Hedw.) Bruch et al., *Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp.
деградация апикальных меристем корня		95–96	
степень дефектности пыльцевых зерен		92–97	
тератоморфы цветка и соцветия: пролификация, полимеризация	идентификация новых геохимических аномалий в результате резкой трансформации (техногенез, военные действия)	88–90	*Nigella arvensis* L., *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph, *Fumaria schleicheri* Soy.-Willem, *Portulaca oleracea* L., *Alsine media* L., *Gipsophila paniculata* L., *Sagina procumbens* L., *Centaurea diffusa* Lam., *Tragopogon major* Jacq.
фасциации побегов и генеративных структур		86–95	
накопление стресс-адаптивных элементов в генеративной части побега (Zn, Cu, Mn, Fe, P)			
морфология листа прикорневой розетки	установление эффективности оптимизационных мероприятий при создания санитарно-защитного барьера для переноса выбрасываемых веществ от предприятия-загрязнителя	90–95	*Dactylis glomerata L., Diplotaxis muralis (L.) DC., Echium vulgare L., Achillea nobilis L., Amblystegium subtile (Hedw.) Schimp., Atriplex mircantha* C.A.Mey. *Tanacetum vulgare* L.
стабильность структуры околоустьичного аппарата		69–75	
репродуктивный успех по качеству семенного материала		92–98	

Продолжение табл.

1	*2*	*3*	*4*
показатель тератообразования генеративных макромаркеров	оценка успешности реализуемых рекультивационных мероприятий и(или) сукцессионных процессов самовосстановления после антропогенной трансформации экотопа	77–80	*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Bryum argenteum* Hedw., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid, *Bryum caespiticium* Hedw., *Leskea polycarpa* Hedw.,*Centaurea diffusa* Lam., *Chenopodium album* L., *C. intybus* L., *Polygonum aviculare* L.
уровень компенсаторного задернения поверхности грунтового горизонта		88–94	
полнота формирования листьев прикорневой розетки		91–95	
полиморфизм устьичного и околоустьичного аппаратов	реализация ретроспективного анализа во временном тренде сохраняющихся образцов	86–91	*Hyoscyamus niger* L., *Melilotus albus* Medik., *Echium vulgare* L., *Gipsophila paniculata* L., *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm., *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey., *Orthotrichum speciosum* Nees*, Papaver rhoeas* L., *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. Kop., *Plantago lanceolata* L.
характер опушения (кроющие трихомы вдоль центральных жилок)			
содержание технофильных элементов в генеративной части побега (Zn, Ni, Co, Cu, Mn, Pb, Cd, Al, Cr)		83–88	

Примечания

* – для каждой задачи указаны по три наиболее информативных параметра, определенные в индивидуальной системе квантификации, основанной на ранжировании всего диапазона вариации признака по 10-балльным аддитивным шкалам:

** – диапазоны варьирования скорректированного коэффициента детерминации; использованы те модели, для которых значение коэффициента максимально.

Установлено, что комбинированное использование показателей по цветковым растениям и мохообразным существенно расширяет спектр возможностей проведения беспрерывного мониторинга в сезонном отношении и территориальном взаимодополнении по тем экотопам, которые наиболее трансформированные и характеризуются контрастом по геофизическим и геохимическим параметрам. Большинство признаков было зафиксировано в результате рекогносцировочного обследования территорий при наличии высокого уровня пластичности и вариабельности структур до возможной регистрации морфологических аномалий: макромаркерам тератологических проявлений сопутствовали микроструктурные признаки, которые детализируются в камеральных условиях при микроскопировании или химическом анализе образцов.

В разработке подходов поиска индикаторных свойств растений, которые в контексте экологического мониторинга рассматриваются как сенсорные системы, – наибольший практический интерес при поиске гетерогенных структур (а значит – чувствительности) привлекают локализации трех категорий:

1) на стыке фазовых переходов между агрегатными состояниями «воздух – поверхностные ткани вегетативных органов», «почвенная среда – корневые апекали», «газовоздушная смесь – поверхность и форма свободно парящего пыльцевого зерна», «верхушечные апекали и воздушная среда»;

2) непосредственно в инициальных точках роста – первичных и вторичных меристемах, в местах перехода тотипотентных клеток в специализированные ткани и органы, – их чувствительность высока к колебаниям нетипичных фактов среды, что является причиной тератообразования и проявления общей патогенности растительных организмов;

3) при тотальном скрининге признаков структурно-функционального статуса растений в местах резкого нео-антропогенного импакта в первые месяцы и 1–2 вегетационных сезона с момента инцидента, что в практическом экомониторинге востребовано, например, в местах обследования последствий беллигеративной активности.

Являются ли полученные результаты проявлением специализированных свойств растений, которые некоторые авроры рассматривают как их сигнальный интеллект [12, 15, 20, 29] или разумность [17, 18, 25, 31], можно доказывать при дальнейшем проведении исследований в более детальном приборном обеспечении научных лабораторий, например, в направлении нейробиологии растительных организмов [13].

Индикаторные свойства растений на сегодня востребованы при проведении экологических экспертиз, например, в условиях интенсивного техногенеза, урбанизации и(или) появлении нео-антропогенных воздействий на природные комплексы, формирующие беллигеративные ландшафты, в условиях резкого или хронического (более 5 лет) полемострессa. В 2025 году признаки полемострессa также вошли в перечень критериев экоцида, формирующих доказательную базу Белой книги для территории Донецкой Народной Республики.

Выводы

1. Неоднородность условий формирования природных систем в результате антропогенной их трансформации сопряжена с характером информационно-индикаторного полиморфизма растений (их признаков), данные по которому в совокупности объединяются в базу сигнальных реакций: как по способу проявления, так и для передачи информации в регистрационное поле анализаторов, далее – в систему мониторингового контроля.

2. При использовании разных целевых программ экологической экспертизы привлечены разные признаки, разные виды и разные аппаратно-инструментальные способы получения информации, что позволяет дифференцировать специфику антропогенной нагрузки и направленно разрабатывать оптимизационные мероприятия в рациональном природопользовании.

3. Система индикационного мониторинга положена в основу научно-прикладного направления информационно-аналитических ботанических исследований в Донбассе, является открытой для расширения спектра диагностируемых параметров и использования принципов идентификации факторов стресса на сопряженных территориях со сходными природно-климатическими характеристиками.

Исследование выполнено в рамках тем «Интродукционное изучение растений мировой флоры и их полифункциональное использование в степной зоне», № НИОКТР 123101300192-1 (А. З. Глухов) и «Диагностика и механизмы адаптации природных и антропогенно-трансформированных экосистем Донбасса», № НИОКТР 124051400023-4 (А. И. Сафонов).

Список литературы

1. *Антропова Л. П., Чуфицкий С. В.* Сравнительный анализ флуоресценции хлорофилла у древесных растений как метод биоиндикации городской среды // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2025. № 2. С. 64–75. DOI: 10.5281/zenodo.15583344. EDN: JEVOWU.

2. *Беспалова С. В., Сафонов А. И.* Математическое моделирование в системе экологического фитомониторинга Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2023. № 1–2. С. 6–12. EDN: KUQQSL.

3. *Глухов А. З., Сафонов А. И.* Экомониторинг в контексте информационно-аналитической ботаники // Донецкие чтения – 2025: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы X Международ. науч. конф. (Донецк, 05–07 ноября 2025 г.). Донецк: ДонГУ, 2025. С. 66–67. EDN: TXNNAC.

4. *Епринцев С. А., Клепиков О. В., Шекоян С. В., Виноградов П. М.* Зелёные насаждения городов Центральной России (на примере Воронежа, Липецка, Тулы) как фактор экологической безопасности // Экологические проблемы использования горных лесов. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2024. С. 98–102. EDN: BNAGJM.

5. *Епринцев С. А., Куролап С. А., Клепиков О. В., Шекоян С. В., Виноградов П. М.* Геоинформационно-аналитическая модель повышения качества окружающей среды городов

Центрального Черноземья // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. 2024. Т. 2, № 9. С. 27–33. DOI: 10.23885/2500-123X-2024-2-9-27-33. EDN: ZGNIID.

6. *Епринцев С. А., Шекоян С. В., Виноградов П. М.* Оценка неблагоприятных факторов окружающей среды урбанизированных территорий Центральной России // Региональные геосистемы. 2025. Т. 49, № 1. С. 157–168. DOI: 10.52575/2712-7443-2025-49-1-157-168. EDN: PZMABQ.

7. *Корниенко В. О., Шкиренко А. О., Реуцкая В. В., Яицкий А. С., Джантимирова А. А.* Анализ уязвимости древесных растений, произрастающих в условиях урбоэкосистем (на примере города Донецка) // Самарский научный вестник. 2025. Т. 14, № 2. С. 19–29. DOI: 10.55355/snv2025142103. EDN: MUFKAZ.

8. *Опекунова М. Г., Опекунов А. Ю., Кукушкин С. Ю., Никулина А. Р., Лисенков С. А.* Химический состав почв и растений урбанизированных территорий Арктики (на примере муниципального образования Новый Уренгой) // Экология и промышленность России. 2025. Т. 29, № 8. С. 58–65. DOI: 10.18412/1816-0395-2025-8-58-65. EDN: ZPAFKH.

9. *Сафонов А. И.* Экологический фитомониторинг антропогенных трансформаций. Донецк: Издательский дом «ЭДИТ», 2024. 289 с. EDN: QVJSQE.

10. *Цаценко Л. В., Мухин А. И.* Феномен фасциации – инновационные решения в селекции растений // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 211. С. 205–217. DOI: 10.21515/1990-4665-211-019. EDN: EQTRIF.

11. *Ahmed Sh. B., Ali S. F., Khan A. Z.* On the Frontiers of Rice Grain Analysis, Classification and Quality Grading: A Review // IEEE Access. 2021. Vol. 9. P. 160779–160796. DOI: 10.1109/access.2021.3130472. EDN: ATIDMK.

12. *Anila M., Daramola O.* Applications, technologies, and evaluation methods in smart aquaponics: a systematic literature review // Artificial Intelligence Review. 2025. Vol. 58, No. 1. P. 25. DOI :10.1007/s10462-024-11003-x. EDN: FJFGOZ.

13. *Calvo P., Raja V., Segundo-Ortin M.* Don’t jump the gun quite yet: aiming for the true target in plant neurobiology research // Protoplasma. 2024. Vol. 262. P. 247–254. DOI: 10.1007/s00709-024-01993-4. EDN: CPLBWL.

14. *Chen X., Wang J., Pan F., Huang B., Bi P., Huang Na., Gao R., Men J., Zhang F., Huang Zh., Long B., Liang Ju., Pan Zh.* Summer atmospheric drying could contribute more to soil moisture change than spring vegetation greening // NPJ Climate and Atmospheric Science. 2024. Vol. 7, No. 1. P. 296. DOI: 10.1038/s41612-024-00844-6. EDN: HHEKTJ.

15. *Dos Santos L. S., Dos Santos V. H. S., Scarano F. R.* Plant intelligence: history and current trends // Theoretical and Experimental Plant Physiology. 2024. Vol. 36. P. 411–421. DOI: 10.1007/s40626-023-00306-z. EDN: BTXAYB.

16. *Ermakov V. V., Tyutikov S. F., Degtyaryov A. P., Gulyaeva U. A., Danilova V. N.* Characteristics of the accumulation of metals by plants and the activity of soil enzymes in metallogenic territories of the Northern Caucasus // Geochemistry International. 2022. Vol. 60, No 8. P. 772–778. DOI: 10.1134/s0016702922070023. EDN: HCOKUZ.

17. Gerber S., Hiernaux Q. Plants as machines: history, philosophy and practical consequences of an idea // Journal of Agricultural and Environmental Ethics. 2022. Vol. 35, No 1. P. 4. DOI: 10.1007/s10806-021-09877-w. EDN: AZMGSK.

18. *Hansen M. J.* A critical review of plant sentience: moving beyond traditional approaches // Biology and Philosophy. 2024. Vol. 39, No 4. P. 13. DOI: 10.1007/s10539-024-09953-1. EDN: ECFCCC.

19. *Kawa N. C.* Five key concepts for human inquiry into plant lifeworlds // Journal of Ethnobiology. 2024. Vol. 44, No 4. P. 426–429. DOI: 10.1177/02780771241277615. EDN: WUJYLZ.

20. *Khattar J., Calvo P., Vandebroek I., Pandolfi C., Dahdouh-Guebas F.* Understanding interdisciplinary perspectives of plant intelligence: Is it a matter of science, language, or

subjectivity? // Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. 2022. Vol. 18, No 1. P. 1–17. DOI: 10.1186/s13002-022-00539-3. EDN: FXJUDZ.

21. *Kolesnikov S. I., Zubkov D. A., Zharkova M. G., Kazeev K. Sh., Akimenko Yu. V.* Influence of oil and lead contamination of ordinary chernozem on growth and development of spring barley // Russian Agricultural Sciences. 2019. Vol. 45, No 1. P. 57–60. DOI: 10.3103/S1068367419010075. EDN: USDWAE.

22. *Kolesnikov S., Nevedomaya E., Kuzina A., Gaivoronskiy V., Minnikova T., Kazeev K., Minkina T., Ranjan A., Sushkova S., Shuvaev E., Antonenko E., Nemtseva A., Popov V., Rajput V.* Limits of resistance of chernozems to petrol pollution: Comparative assessment of different subtypes // Applied Soil Ecology. 2024. Vol. 203. P. 105670. DOI: 10.1016/j.apsoil.2024.105670. EDN: BFGUZP.

23. *Kornienko V., Pirko I., Meskhi B., Olshevskaya A., Shevchenko V., Odabashyan M., Teplyakova S., Vershinina A., Eroshenko A.* Evaluating the vitality of introduced woody plant species in the Donetsk–Makeyevka urban agglomeration // Plants. 2025. Vol. 14, No 20. DOI: 10.3390/plants14203160. EDN: KGNKAD.

24. *Korniyenko V. O., Kalaev V. N.* Impact of natural climate factors on mechanical stability and failure rate in silver birch trees in the City of Donetsk // Contemporary Problems of Ecology. 2022. Vol. 15, No. 7. P. 806–816. DOI: 10.1134/s1995425522070150. EDN: EUVZMY.

25. *Leonetti G.* Ambiguity in Plant Cognition // Biosemiotics. 2025. Vol. 18, No 1. P. 79–95. DOI: 10.1007/s12304-025-09599-w. EDN: KTLPIR.

26. *Mirnenko E. I.* Content composition and dynamics of photosynthetic pigments in the reservoirs of the Kalmius River of the Donetsk People's Republic // Moscow University Biological Sciences Bulletin. 2024. Vol. 79, No 4. P. 267–273. DOI: 10.3103/S009639252560022X. EDN: WWYSHX.

27. *Parise A. G., Gagliano M., Souza G. M.* Extended cognition in plants: is it possible? // Plant Signaling and Behavior. 2020. Vol. 15, No 2. P. 1710661. DOI: 10.1080/15592324.2019.1710661. EDN: WDKDNC.

28. *Safonov A. I., Alemasova A. S., Zinicovscaia I. I., Vergel K. N., Yushin N. S., Kravtsova A. V., Chaligava O.* Morphogenetic abnormalities of bryobionts in geochemically contrasting conditions of Donbass // Geochemistry International. 2023. Vol. 61, No 10. P. 1036–1047. DOI: 10.1134/s0016702923100117. EDN: FICFYS.

29. *Shepard G. H., Daly L.* Sensory ecologies, plant-persons, and multinatural landscapes in Amazonia // Botany. 2022. Vol. 100, No 2. P. 83–96. DOI: 10.1139/cjb-2021-0107. EDN: WUWDYL.

30. *Tannier E.* A hapless mathematical contribution to biology // History and Philosophy of the Life Sciences. 2022. Vol. 44, No 3. P. 1–22. DOI: 10.1007/s40656-022-00514-x. EDN: GNIWTA.

31. *Van Volkenburgh E., Brenner Ed.* Novel perspectives on plant behavior // Plant Signaling and Behavior. 2024. Vol. 19, No 1. DOI: 10.1080/15592324.2024.2419673. EDN: JYYPFG.

32. *Yeprintsev S. A.* Geoinformation technologies as a mechanism for assessing environmental risks to public health in the conditions of technogenic air pollution in cities // Ecology Economy Informatics. Geoinformation technologies and space monitoring. 2020. Vol. 2, No 5. P. 9–13. DOI: 10.23885/2500-123x-2020-2-5-9-15. EDN: XIYQIQ.

33. *Yilmaz Ö.* Environmental complexity, cognition, and plant stress physiology // Adaptive Behavior. 2024. Vol. 33, No 3. P. 183–188. DOI: 10.1177/10597123241278799. EDN: QJWKQE.

34. *Zinicovscaia I. I., Safonov A. I., Yushin N. S., Nespirnyi V. N., Germonova E. A.* Phytomonitoring in Donbass for identifying new geochemical anomalies // Russian Journal of General Chemistry. 2024. Vol. 94, No 13. P. 3472–3482. DOI: 10.1134/S1070363224130048. EDN: QXJUMP.

Поступила в редакцию 16.11.2025 г.

Glukhov A. Z., Safonov A. I. **Information and analytical botany in solving environmental monitoring issues.** – Based on empirical data on the state of plant organisms under neo-anthropogenic transformations, a rationale is provided for identifying a functional branch of knowledge – information-analytical botany – in the context of its implementation for environmental monitoring of an industrial region. The unit of accounting for the information flow is the recording of the specific or non-specific response of the sensory elements of an indicator plant to changes in environmental factors, including pathogenic ones. The set of identified sensory effects in plants (160 species of angiosperms and 60 species of bryophytes) forms the basis for analyzing their behavior in the general desire to survive in unfavorable environmental conditions. Examples of structural and functional responses in plant organisms that have informational significance for environmental monitoring implemented in the Donbass are provided.

Keywords: phytoindication, Donbass, environmental monitoring, plant teratogenesis, belligerative landscapes, polemic stress, ecosystem diagnostics.

Глухов Александр Захарович
[1]доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники и экологии ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»,
г. Донецк, ДНР, РФ
[2]главный научный сотрудник лаборатории культурных растений ФГБНУ Донецкий ботанический сад
г. Донецк, ДНР, РФ.
E-mail: *glukhov.az@mail.ru*
ORCID: 0000-0001-9675-7611
Author ID: 1034119

Сафонов Андрей Иванович
кандидат биологических наук, доцент;
заведующий кафедрой ботаники и экологии,
старший научный сотрудник НИЧ ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», г. Донецк, ДНР, РФ
E-mail: *andrey_safonov@mail.ru*
ORCID: 0000-0002-9701-8711
AuthorID: 957581

Glukhov Alexander Zakharovich
[1]Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Botany and Ecology, Donetsk State University, Donetsk, DPR, Russian Federation,

[2]Chief Researcher laboratories of cultivated plants Donetsk Botanical Garden
Donetsk, DPR, Russian Federation.

Safonov Andrei Ivanovich
Candidate of Biological Sciences, Docent,
Head of the Department of Botany and Ecology,
Senior Research Officer, Research Department
Donetsk State University,
Donetsk, DPR, Russian Federation.