

представления отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля». 2022.

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 06.06.2013 № 477 «Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды». 2013.

6. Особенности залежей углеводородов как природно-техногенных систем / К. Л. Чертес, Е. Н. Петренко, В. Н. Пыстин, Д. Н. Шерстобитов, О. В. Тупицына // Рациональное использование природных ресурсов и переработка техногенного сырья: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, химия и биотехнология : материалы международного науч. конф. Белгород : БГТУ имени В. Г. Шухова, 2022. С. 369–373.

7. Чертес К. Л., Тупицына О. В., Петренко Е. Н. Система оценки и охраны компонентов геосреды от техногенных воздействий залежей углеводородов // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2023. № 1. С. 87–94.

ГИС-ФИТОИНДИКАЦИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ ФАКТОРОВ ВОЙНЫ: ПОЛЕМОСТРЕСС В ДОНБАССЕ

Е. А. Гермонова¹, А. И. Сафонов²

¹ *Донецкий национальный технический университет, germonova@mail.ru*

² *Донецкий государственный университет, andrey_safonov@mail.ru*

На основании данных фитоиндикационного значения в Донбассе (2017–2022 гг.) были построены картографические модели, позволяющие выделить специфику трансформации природно-территориальных комплексов в условиях активных боевых действий и сопряженных территориях. Для территориального сравнения фактора неблагоприятного воздействия в результате милитаризации региона на всей территории Центрального Донбасса были проведены мониторинговые исследования.

Ключевые слова: ГИС, картографические методы, фитоиндикация, Донбасс, экологический мониторинг, биодиагностика.

Все формы мониторинга открытых ландшафтных систем обязательным образом имеют продуктом своего целевого назначения картографический или визуально-графический материал, позволяющий ранжировать большие территории на области благоприятного или неблагоприятного существования [1]. Усиленная форма ведения активных военных действий на территории Центрального Донбасса с 2022 г. дала новый толчок в трансформации экосистем, что в определенной степени отразилось на показателях фитоиндикационного значения [2–4].

Цель работы – на основании геоинформационного анализа фитоиндикационных данных для территории Донбасса выделить определяющее значение фактора полемостресса (военных действий) по наиболее зависимым в токсикологическом отношении показателям структурной ботаники в регионе.

За годы военного конфликта на Донбассе была отработана авторская методика визуализации данных для экологического мониторинга по фитоин-

дикационным параметрам [5, 6], построены отдельные ГИС-модели для характеристики природных и антропогенно трансформированных природных сред [7, 8], собран первичный материал для обоснования фактора полемостресса [9] в перспективе на сопряжение данных по результатам космического мониторинга [10].

При анализе растительного материала, собранного по линиям градиента промышленного загрязнения и (или) антропогенной трансформации, выделены группы систематизации данных по следующим критериям: 1) геохимический контраст, физическая трансформация поверхностного почвенного горизонта, фитоценотические показатели устойчивости систем по сомкнутости и полнотеленности микросообществ фитогенного поля; 2) зонирование территории по неблагоприятным факторам, причинам угнетения жизненных процессов растений; 3) подбор способов и методических приемов для картографической визуализации тех процессов, которые нуждаются в демонстрационном опыте для принятия решений по оптимизации, устранению неблагоприятных воздействий, последствий на региональном уровне в системе муниципальных служб. Отдельный блок экспериментов касался наблюдений за сукцессионными процессами в местах механических нарушений (рис. 1) и отбора почвенных образцов для лабораторных экспертиз по фитотестированию – установления фитотоксичности по разнице реакции тест-культур на начальных стадиях проращивания материалов, что также использовано для расчета индекса ТТ (общей фитотератогенности территории) (рис. 2, 3).

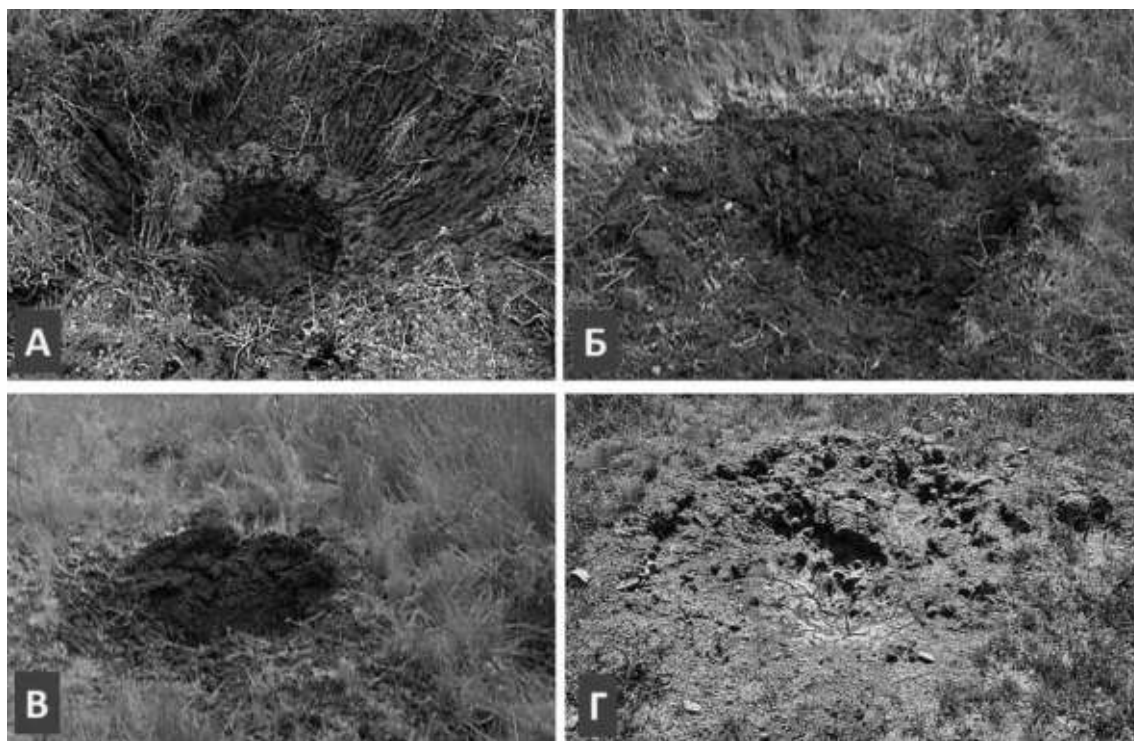


Рис. 1. Места отбора проб и формирования учетных площадок при глубинных разрывах (А, Б) и поверхностных взрывах (В, Г)

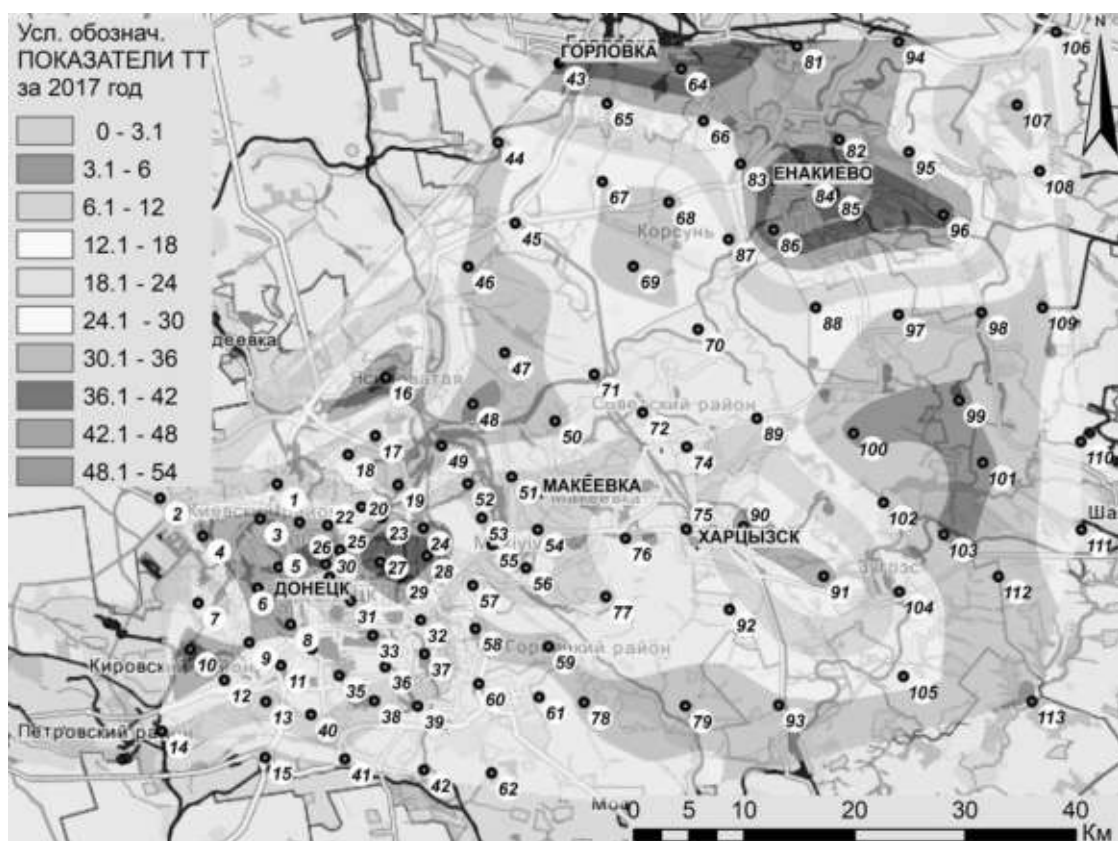


Рис. 2. Распределение показателя территориальной фитотератогенности (ТТ) в Центральном Донбассе, 2017 г.

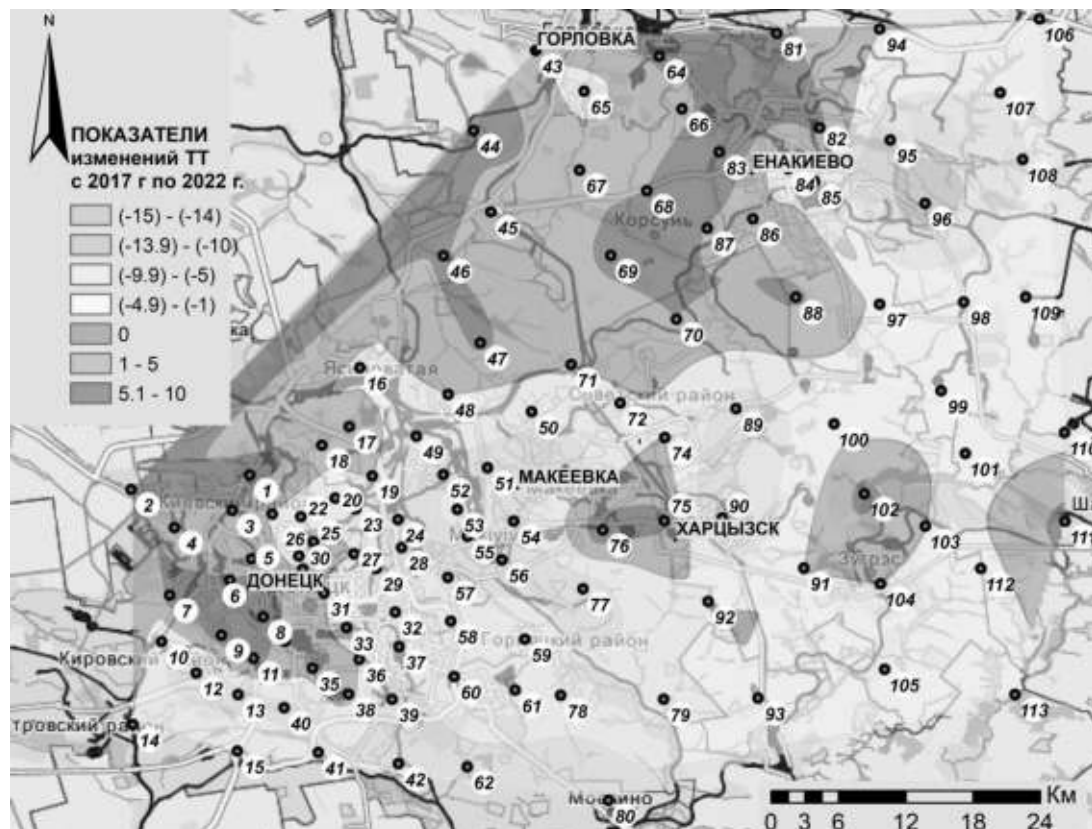


Рис. 3. Динамика распределения показателя территориальной фитотератогенности в Центральном Донбассе, 2017–2022 гг.

В геоинформационном блоке построения модели был предложен пакет авторских разработок ArcView 10.4, который консолидирует данные по 113 точкам мониторинга в центральном Донбассе таким образом, что ГИС-поле представлено в итоге арифметическими средними между учетными площадками в количестве более 3 млн значений, что позволяет ранжировать природно-территориальные комплексы с точностью до 1–5 м геолокалитета. Базовая конструкция моделируемого территориального каркаса по механизму соответствия данным топографических карт с масштабами 1:10000 и 1:100000 описана в предыдущих публикациях [2, 3, 6]. Это принципиально важно для точного изображения в картографических данных. Система координат WGS 84 Web Mercator и блоки системы Spatial Analyst, 3-D Analyst являются общедоступным ресурсом для пользования. Картографический материал по растениям-индикаторам был подготовлен в соответствии с требованиями доступности визуализации, в том числе по факторам риска, неблагоприятных ситуаций, вопросов чрезмерного или запределного воздействия на растительные системы. Пороговые значения техногенной трансформации установлены эмпирически, что укладывается в диапазоны варьирования определенных значений всего спектра фактора полемостресса.

Пространственно-территориальное концентрирование высоких показателей общей тератогенности растений в конкретных учетных площадках (рис. 2) сопряжено с местами прямого импакта промышленных объектов, передвижных систем загрязнения, которые существенно увеличиваются при механохимическом воздействии процесса ведения боевых действий в регионе. Результаты варьирования общего показателя атипичности в строении растительных объектов для картографической модели представлены в 10-интервальном значении всего диапазона варьирования суммационного критерия неблагоприятных условий для индикаторных видов.

Полученный геофиксированный продукт при сравнении 5- и 10-летних сукцессий меняется, как правило, в 90% и более точках всего информационного поля. В 50% и более случаев измененные значения характеризуются переходом в соседний интервал, в остальных примерах (до 30% точек всей территории) – более чем одно интервальное значение, что зафиксировано в 5-летней разнице показателей динамического ряда.

Таким образом, фиксируемые в период до начала специальной военной операции структурно-функциональные нормы растений-индикаторов в природных средах по отдельным значимым признакам существенно отличаются от показателей в условиях активных боевых действий. Тератоморфы в своем количественном учете достоверно повышают уровень общей гетерогенности в строении растительного материала при условии неблагоприятных факторов воздействия. Такие статистические данные использованы в фитоквантификационном и мониторинговом эксперименте.

Проведенные исследования доказывают наличие в Донбассе двух разнонаправленных тенденций частно-локальной антропогенной нагрузки: 1) негативный процесс по увеличению тератогенного полиморфизма растений

по трансекте военной конфронтации; 2) эффект возвратной оптимизации индикаторных признаков структурно-функционального содержания в условиях временной заморозки или стагнации работы промышленных предприятий.

На основании большего трансформирующего эффекта в отдельных признаках генеративных структур сделано предположение о возможности формирования условий индуцирования генных модификаций, ускоряемых за счет неблагоприятных воздействий среды, факторов полевостресса. Эти закономерности позволяют констатировать интенсификацию нормальной скорости эволюционного процесса аборигенных видов в критических для выживания условиях. Выделены некоторые признаки в строении растений-индикаторов, сопряженные с неблагоприятной тенденцией милитаризации региона Донбасса, тератоморфы растений являются критерием антропоустойчивости, идентифицированы как варианты адаптационного генеза некоторых видов к факторам полевостресса.

Работа выполнена без финансовой поддержки от сторонних организаций.

Библиографический список

1. Епринцев С. А., Клепиков О. В. Исследование экологической безопасности городской среды по данным дистанционного мониторинга // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2022. № 4. С. 102–110. doi: 10.17308/geo/1609-0683/2022/4/102-110
2. Гермонова Е. А., Сафонов А. И. Геоинформационная визуализация данных по атипичному морфогенезу растений экотопов Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2023. № 1–2. С. 13–22.
3. Сафонов А. И., Гермонова Е. А. Оценка геосистем Донбасса: фитоиндикация тератогенности и картографический анализ // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2023. № 1. С. 98–104.
4. Safonov A. Indicator plants of anthropogenic disturbances: Scientific approach, educational technologies // E3S Web Conf. 2023. 431. 01031. doi: 10.1051/e3sconf/202343101031
5. Калинина А. В., Гермонова Е. А. Геостратегическая визуализация фитоценозов породных отвалов угольных шахт г. Макеевки в условиях самозарастания и рекультивации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2018. № 3–4. С. 28–34.
6. Гермонова Е. А., Сафонов А. И. Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. Донецк : ДонНУ, 2019. С. 202–204.
7. Сафонов А. И., Гермонова Е. А. Комплексный показатель нарушенности экотопов по фитоиндикационному критерию в г. Донецке // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2019. № 3–4. С. 171–175.
8. Сафонов А. И., Глухов А. З. Экологический фитомониторинг в Донбассе с использованием геостратегического картографирования // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов. Кемерово: ФИЦ УУ СОРАН, 2021. С. 77–79. doi: 10.53650/9785902305606_77
9. Safonov A. I. Plants under industrial and military stress (polemostress) // Practice Oriented Science: UAE - RUSSIA - INDIA: Proceedings of the International University Scientific Forum, UAE. 2023. P. 64–72. doi: 10.34660/INF.2023.25.85.227

10. Шестафин Н. С. Перспективы использования данных космического мониторинга для оценки экологических последствий военных действий и чрезвычайных ситуаций на территориях Донбасса и сопредельных регионов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М. : ИКИ РАН, 2022. С. 122.

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВОЛГО-МЕШИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ НА ОСНОВЕ РЕТРОСПЕКТИВНОГО КАРТОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

А. В. Кузнецова¹, И. И. Зиганшин^{1, 2}

¹ *Казанский (Приволжский) федеральный университет,
kuznetsovanastya01@mail.ru,*

² *Институт проблем экологии и недропользования Академии наук
Республики Татарстан, irek_ziganshin@mail.ru*

В статье представлены результаты исследования антропогенного преобразования территории Волго-Мешинского возвышенного ландшафтного района (Республика Татарстан) на основе ретроспективного картографического анализа. Показано значительное увеличение площади селитебных территорий и густоты дорожной сети на территории всех сельских поселений района.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, селитебные территории, природные комплексы, Волго-Мешинское междуречье, Республика Татарстан.

Волго-Мешинский возвышенный ландшафтный район находится на востоке Восточно-Европейской равнины, на территории Республики Татарстан (рис. 1). Согласно физико-географическому районированию республики, район относится к Западному Предкамью [1, 2]. Площадь ландшафтного района – 835 км². Протяженность с севера на юг – 56 км, с востока на запад – 30 км. Район тянется вдоль левого берега реки Волги от г. Казани на севере, до с. Атабаево на юге до места слияния двух крупных рек Европейской части России – Камы и Волги. На западе границей служит берег Волги, на востоке – долина р. Меши [3]. Административно рассматриваемый ландшафтный район включает в себя 16 сельских поселений в пределах Лаишевского и Пестречинского муниципального районов Республики Татарстан.

Антропогенное воздействие на природные системы обеспечивается, в первую очередь, со стороны селитьбы и сельскохозяйственной деятельности. Главным фактором антропогенной нагрузки на озера изучаемого района является активная застройка территории. В пригородных по отношению к г. Казань Лаишевском и Пестречинском муниципальных районах хорошо развита инфраструктура, строится большое количество многоквартирного и частного жилья. Почти 20% территории района занято землями населенных пунктов, площадь которых изменяется от 8,4% на юге до 35% на севере. Сильные селитебные нагрузки связаны также с расположенными на севере