

Геоинформационный мониторинг формирования очагов экологически-обусловленной заболеваемости населения крупных городов при воздействии факторов окружающей среды

С. А. Епринцев¹✉, О. В. Клепиков^{1,2}, Н. А. Дьякова¹, П. М. Виноградов¹, С. В. Шекоян¹

¹Воронежский государственный университет, Российская Федерация
(394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1)

²Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Российская Федерация
(394036, г. Воронеж, пр. Революции, 19)

Аннотация. Целью исследования являлась разработка аналитической модели оценки вероятности возникновения экологически-обусловленных заболеваний у населения крупных урбанизированных территорий при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды.

Материалы и методы. В качестве площадок апробации методических подходов выбраны урбоэкосистемы городов Воронеж, Липецк и Тула. Разработана структура геоинформационной системы (ГИС) и созданы цифровые карты состояния окружающей среды для выявления факторов, влияющих на здоровье населения в регионах. Аналитические показатели по эколого-функциональной дифференциации приведены по данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с помощью NDVI-анализа. Источник – космические снимки со спутника Landsat-8, а для анализа динамических характеристик использовались изображения со спутника Landsat-7.

Результаты. Созданы карты, визуализирующие социально-экологическую ситуацию в городах Воронеж, Липецк и Тула. Отмечены участки размещения техногенных объектов, представляющих угрозу окружающей среде, а также участки деградации и нарушения ландшафтов. Информация, представленная в ГИС, разделена на несколько категорий, что позволяет оценить вклад различных факторов в формирование уровня экологической безопасности селитебных ландшафтов.

Выводы. Разработаны принципы системы мониторинга и оптимизации городской среды помощью ГИС-технологий. Неблагоприятное влияние техногенного загрязнения на население косвенно подтверждается более высокой заболеваемостью городского населения в сравнении со среднеобластными показателями. Главным условием, формирующим экологическую безопасность, является загрязнение атмосферы техногенно-антропогенными загрязнителями (формальдегид, оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота, пыль).

Ключевые слова: урбанизированные территории, экологически обусловленные заболевания, экологический риск, геоинформационные технологии.

Источник финансирования: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-27-00272, <https://rscf.ru/project/24-27-00272/>.

Для цитирования: Епринцев С. А., Клепиков О. В., Дьякова Н. А., Виноградов П. М., Шекоян С. В. Геоинформационный мониторинг формирования очагов экологически-обусловленной заболеваемости населения крупных городов при воздействии факторов окружающей среды // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2024, № 3, с. 135-141. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/3/135-141>

ВВЕДЕНИЕ

Функционирование современных городов, влечёт их постоянный рост, а также коренное преобразование урбосистем с постепенным формированием новой среды, где приоритетное влияние оказывает техногенная среда. Рост автотранспорта, а также промышленный потенциал приводят к увеличению антропогенного загрязнения природных сред – атмосферы (с которой человек находится в непосредственном контакте), а также почвы (как индикатора многолетнего антропогенного воздействия). Рост уровня загрязнения приводит

к дестабилизации природной среды и существенному негативному влиянию на здоровье человека [1, 4, 5, 8].

Значительное обострение этой проблемы в Российской Федерации и других развитых странах мира наблюдается со второй половины двадцатого века на фоне активизации развития промышленности [2, 3, 6, 7, 9]. В начале XXI века наиболее существенный вклад в эколого-геохимическое загрязнение окружающей среды городов вносят выбросы автотранспорта, компоненты которого (окислы углерода, азота, формальдегид и другие) также влекут появление ряда экологически-обусловлен-



ных заболеваний. Кроме того, в формирование очагов заболеваний населения в городах вносят существенный вклад социально-экономические условия и природные факторы [2, 6, 7, 9, 10, 11]. Отдельно следует отметить высокую опасность канцерогенов в окружающей среде, обусловленную тем, что их воздействие не имеет безопасного порога [6]. Данные загрязнители действуют по принципу «чем выше доза, тем сильнее эффект воздействия». Канцерогены часто выступают фактором риска преждевременной смертности населения [6].

Целью исследования являлась разработка аналитической модели оценки вероятности возникновения экологически-обусловленных заболеваний у населения крупных урбанизированных территорий при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен пространственный анализ факторов, прямо или косвенно определяющих условия формиро-

вания экологически-обусловленных заболеваний населения крупных городов.

Для исследования были изучены техногенные районы городов – Воронежа, Липецка и Тулы. Эти города имеют сложную эколого-функциональную структуру, высокий уровень транспортного прессинга и развитый промышленный потенциал, что способствует возникновению техногенного загрязнения городской среды [2, 5, 6, 7, 11].

Изучение факторов, влияющих на экологическую заболеваемость населения, требует обработки и анализа крупных массивов данных, что обуславливает необходимость использования геоинформационных технологий.

Собственные исследования включали отбор проб и анализ результатов уровня загрязнения атмосферного воздуха в 21 контрольной точке городов по 5 компонентам: оксид углерода, формальдегид, диоксид серы, диоксид азота (использован универсальный газоанализатор ГАНК-4(А), МВИ 4215-002-56591409-2009) и



Рис. 1. Схема ГИС «Экологическая безопасность городов Центральной России»
[Fig. 1. GIS scheme «Environmental safety of cities in Central Russia»]

взвешенных веществ (использован электроаспиратор ПУ-5, гравиметрический метод по РД 52.04.893-2020) в 2024 году.

Результаты авторских эколого-геохимических наблюдений исследуемых городов, а также данные природоохранных служб интегрированы в ГИС «Экологическая безопасность городов Центральной России», на основе которой созданы цифровые карты состояния окружающей среды и выявлены некоторые факторы, негативно влияющие на состояние здоровья населения. С помощью ГИС также можно осуществлять про-

странственный анализ, создавать «графические» отчеты, прогнозировать динамику ситуаций.

Структура разработанной ГИС «Экологическая безопасность городов Центральной России» представлена на рисунке 1.

Анализ природного потенциала местности проводился с использованием данных ДЗЗ по космическим снимкам со спутника Landsat-8, а для изучения динамических свойств проанализированы архивные космические снимки со спутника Landsat-7. Анализ выполняется с помощью NDVI-анализа.



Рис. 2. Модель дистанционного зондирования Земли на территории городов Воронежа, Липецка, Тулы [Fig. 2. Earth remote sensing model on the territory of the cities of Voronezh, Lipetsk, Tula]

Источником данных ДЗЗ является портал GeoMixet компании ИТЦ СКАНЭКС. На основании данных указанного портала получена информация о социально-экономических и экологических условиях городов – Воронеж, Липецк и Тула. Схема исследований представлена на рисунке 2. В качестве инструмента обработки космических снимков был использован программный пакет Scanex Image Processor.

Для анализа социально-экономических условий использованы статистические данные природоохранных ведомств Воронежской, Липецкой, и Тульской областей, полученных в рамках межведомственного сотрудничества [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Информация, представленная в ГИС, разделена на несколько разделов, что позволяет из каждого темати-

ческого блока данных выделить значимые показатели для оценки уровня экологической безопасности городских территорий.

Авторские-эколого-геохимические исследования включали отбор и анализ проб по оценке уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах Воронеж (4 точки), Липецк (7 точек), Тула (8 точек), которые показали, что наиболее загрязненным является левобережная часть города Липецка, где нами зарегистрированы превышения максимально разовых ПДК концентраций химических веществ в атмосферном воздухе населенных мест (контрольная точка №1 – ул. Краснозаводская, д.1 – напротив Липецкого тракторного завода; контрольная точка №2 – ул. Металлургов, д. 22 – напротив коксохимического цеха Новолипецкого металлургического комбината) по содержанию взвешенных веществ (до 1,22 ПДК) и диоксиду азота (до 1,31 ПДК). Результаты отражены на рисунке 3.

Полученные нами данные согласуются с материалами систематического государственного мониторинга атмосферного воздуха, который ведется в городах на стационарных постах (гидрометеослужба) и маршрутных точках (Центры гигиены и эпидемиологии в субъ-

ектах в рамках функционирования региональных систем социально-гигиенического мониторинга) за 2023 год. Так, в городе Воронеж имели факты превышения ПДК по содержанию взвешенных веществ до 2-х раз (0,8% проб), в городе Липецк – по диоксиду азота (0,05% проб), а в городе Тула наблюдается отсутствие превышений нормативов загрязнения.

Предварительно оценивая уровень заболеваемости населения в городах Воронеж, Липецк и Тула по данным обращаемости за медицинской помощью, следует отметить, что общая заболеваемость как детского населения (от 0 до 14 лет), так и взрослого (от 18 лет и старше) в 1,2-1,4 раза выше соответствующих среднеобластных показателей, что косвенно свидетельствует о неблагоприятном влиянии городской техногенной нагрузки на население. Средний многолетний уровень заболеваемости детей до 14 лет за последние 5 лет в Воронеже – 1277,4±57,1, Липецке – 1346,1±67,3, Туле – 1765,3±88,2 случаев на 1000 детей. Общим для городов является лидерование в структуре заболеваемости детей болезней органов дыхания – от 65,5 до 75,1%, травм и отравлений – от 3,5 до 6,7%. Далее в Воронеже и Туле следуют болезни органов пищеварения, в Липецке – ин-



Рис. 3. Точки контроля и результаты оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха города Липецк с выделением основных промышленных зон
 [Fig. 3. Control points and results of the assessment of the atmospheric air pollution level in the city of Lipetsk with identification of the main industrial zones]

фекционные и паразитарные заболевания. Показатели заболеваемости взрослого населения в городах варьируют от 578,3±28,9 (Тула) до 604,1±30,2 (Липецк) случаев на 1000 взрослого населения. В структуре заболеваемости взрослого населения лидируют болезни органов дыхания – от 31,8 до 38,1%, травмы и отравления – от 8,7 до 14,2%, далее, как правило, следуют болезни системы кровообращения и болезни мочеполовой системы.

Однако с учетом пространственного зонирования городов по уровню антропогенных изменений, необходимо детализировать сведения о заболеваемости населения на территориях риска методом выборочных исследований, что является перспективной задачей для верификации устанавливаемой на основе методов ДЗЗ вероятности возникновения экологически-обусловленных заболеваний.

В исследуемых нами городах главным условием, формирующим экологическую безопасность, является загрязнение атмосферы техногенно-антропогенными загрязнителями, приоритетными из которых являются формальдегид, оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота, пыль. Эти поллютанты часто являются причиной формирования зон экологического риска.

Зеленые зоны, составляющие природный каркас территории в урбанизированном районе, должны составлять в процентном отношении не менее 40% от общей площади, а в жилых массивах – минимум 25%, включая локальные зеленые зоны. Главным принципом организации зеленых зон заключается в сохранении природной растительности и использовании газо-пылеустойчивых древесно-кустарниковых растений. На урбанизированных территориях городов Воронежа, Липецка, Тулы наблюдается существенная дифференциация данного показателя (по данным NDVI). Наиболее удачно зелёные зоны расположены по внешнему периметру, а также внутри городской территории города Тулы. Наименее удачно – на территории городского округа города Воронежа.

Социально-экономические условия городов Воронежа, Липецка, Тулы взаимосвязаны и имеют значительное влияние на экологическую обстановку. Для достижения устойчивого развития и обеспечения благоприятного экологического состояния урбэкоисстем, необходимо сбалансировать эти условия.

Модель «Экологическая безопасность населения», созданная нами с помощью ГИС, основана на информации, содержащейся в вышеуказанных разделах. В него включен интегральный показатель, отражающий экологический комфорт для жителей Воронежа, Липецка и Тулы. Этот показатель представляет собой основу для последующей аргументации конкретных природоохранных мероприятий в составе региональной экологической политики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований, нами разработана специальная система мониторинга и оптимизации социально-экологических условий. Установлено неблагоприятное влияние техногенного загрязнения городской среды на население, что косвенно подтверждается более высокой заболеваемостью городского насе-

ления в сравнении со среднеобластными показателями. Полученные результаты показали, что главным условием, формирующим экологическую безопасность, является загрязнение атмосферы техногенно-антропогенными загрязнителями, приоритетными из которых являются формальдегид, оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота, пыль. Созданная с помощью ГИС модель «Экологическая безопасность населения» предоставляет доступ к точным и актуальным данным о состоянии среды обитания и помогает принимать обоснованные решения для ее сохранения и улучшения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобылев С. Н. *Индикаторы экологически-устойчивого развития для регионов России: коллективная монография* / С. Н. Бобылев, О. В. Кудрявцева, С. В. Соловьева и др. Москва: Издательство «ИНФРА-М», 2015. 194 с.
2. 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.
3. Ковшов А. А., Чащин В. П. Оценка риска здоровью коренных жителей Чукотского автономного округа в условиях воздействия стойких загрязняющих веществ // *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО*, 2019, № 12 (321), с. 4-10.
4. Морфогенетические аномалии бриобионтов в условиях геохимически контрастной среды Донбасса / А. И. Сафонов, А. С. Алемасова, И. И. Зиньковская и др. // *Геохимия*, 2023, т. 68, № 10, с. 1032-1044.
5. Онищенко Г. Г. *Санитарная охрана территории Российской Федерации в современных условиях* / Г. Г. Онищенко, В. Ю. Смоленский, Е. Б. Ежлова и др. Москва: Издательство ООО «Буква», 2014. 460 с.
6. Особенности онкологической заболеваемости и смертности трудоспособного населения Москвы / Б. А. Ревич, М. А. Подольная, Е. А. Аксель и др. // *Профилактическая медицина*, 2014, т. 17, № 5, с. 28-33.
7. Риск-ориентированный подход к сохранению профессионального здоровья работников на предприятиях цветной металлургии в Арктической зоне Российской Федерации / А. Н. Никанов, В. П. Чащин, И. Дардынская и др. // *Экология человека*, 2019, № 2, с. 12-20.
8. Сафонов А. И., Германова Е. А. Оценка геосистем Донбасса: фитоиндикация тератогенности и картографический анализ // *Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки*, 2023, № 1, с. 98-104.
9. Седых В. А. Содержание тяжелых металлов в почвенном покрове города Липецка // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2022, № 4, с. 126-130.
10. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю. А. Рахманин, С. М. Новиков, С. Л. Авалини и др. // *Анализ риска здоровью*, 2015, № 2, с. 4-11.
11. Тикунов В. С., Черешня О. Ю. Напряженность экологической ситуации в регионах России: методика расчёта и визуализации // *География и природные ресурсы*, 2016, № 2, с. 166-174.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 15.05.2024

Принята к публикации: 30.08.2024

Geoinformation Monitoring of the Formation of Foci of Environmentally Related Morbidity of the Large Cities' Population under the Influence of Environmental Factors

S.A. Yeprintsev[✉], O.V. Klepikov^{1,2}, N.A. Dyakova¹, P.M. Vinogradov¹, S.V. Shekoyan¹

¹Voronezh State University, Russian Federation
(1, Universitetskaya Sq., Voronezh, 394018)

²Voronezh State University of Engineering Technologies, Russian Federation
(19, Revolyutsii Ave., Voronezh, 394036)

Abstract. The purpose of the study was to develop an analytical model for assessing the probability of environmentally related diseases in the population of large urbanised areas under the influence of adverse environmental factors.

Materials and methods. The urban ecosystems of the cities of Voronezh, Lipetsk and Tula were selected as sites for testing the methodological approaches. The structure of the geographic information system (GIS) was developed and digital maps of the state of the environment were created to identify factors affecting the health of the population in the regions. Analytical indicators on ecological-functional differentiation are given based on Earth remote sensing (ERS) data using NDVI-analysis. The source - space images from Landsat-8 satellite, and Landsat-7 satellite images were used to analyse dynamic characteristics.

Results and discussions. Maps visualising the socio-environmental situation in the cities of Voronezh, Lipetsk and Tula were created. The areas where technogenic objects that pose a threat to the environment are located, as well as areas of landscape degradation and disturbance are marked. The information presented in the GIS is divided into several categories, which makes it possible to assess the contribution of various factors to the formation of the level of environmental safety of residential landscapes.

Conclusions. The principles of the system of monitoring and optimisation of urban environment by means of GIS-technologies have been developed. The unfavourable impact of anthropogenic pollution on the population is indirectly confirmed by higher morbidity of the urban population in comparison with the average regional indicators. The main condition forming the environmental safety is the pollution of the atmosphere by man-made anthropogenic pollutants (formaldehyde, carbon oxide, sulphur dioxide, nitrogen dioxide, dust).

Key words: urbanized areas, environmentally related diseases, environmental risk, geoinformation technologies.

Funding: The study was supported by the grant of the Russian Science Foundation No. 24-27-00272, <https://rscf.ru/project/24-27-00272/>.

For citation: Yeprintsev S.A., Klepikov O.V., Dyakova N.A., Vinogradov P.M., Shekoyan S.V. Geoinformation Monitoring of the Formation of Foci of Environmentally Related Morbidity of the Large Cities' Population under the Influence of Environmental Factors. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografija. Geoekologija*, 2024, no. 3, p. 135-141 (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/3/135-141>

REFERENCES

1. Bobylev S.N. *Indikatory jekologicheski-ustojchivogo razvitiya dlja regionov Rossii: kollektivnaja monografija* [Indicators of environmentally sustainable development for Russian regions: collective monograph] / S.N. Bobylev, O.V. Kudrjavceva, S.V. Solov'eva i dr. Moscow: Izdatel'stvo «INFRA-M», 2015. 194 p. (In Russ.)
2. Eprincev S.A., Klepikov O.V. Issledovanie jekologicheskoj bezopasnosti gorodskoj sredy po dannym distancionnogo monitoringa [Study of the environmental safety of the urban environment based on remote monitoring data]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografija. Geoekologija*, 2022, no. 4, pp. 102-110. (In Russ.)
3. Kovshov A.A. Chashhin V.P. Ocenka riska zdorov'ju korennyh zhitelej Chukotskogo avtonomnogo okruga v uslovijah vozdejstvija stojkih zagrnajazhushhih veshhestv [Health risk assessment for indigenous residents of the Chukotka Autonomous Okrug under exposure to persistent pollutants]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija – ZNiSO*, 2019, no. 12 (321), pp. 4-10. (In Russ.)
4. Morfogeneticheskie anomalii briobiontov v uslovijah geohimicheski kontrastnoj sredy Donbassa [Morphogenetic anomalies of bryobionts in the geochemically contrasting environment of Donbass] / A.I. Safonov, A.S. Alemasova, I.I. Zin'kovskaja i dr. *Geohimija*, 2023, vol. 68, no. 10, pp. 1032-1044. (In Russ.)
5. Onishhenko G.G. *Sanitarnaja ohrana territorii Rossijskoj Federacii v sovremennyh uslovijah* [Sanitary protection of the territory of the Russian Federation in modern conditions] / G.G. Onishhenko, V. Ju. Smolenskij, E. B. Ezhlova i dr. Moscow: Izdatel'stvo OOO «Bukva», 2014. 460 p. (In Russ.)
6. Osobennosti onkologicheskoj zabolevaemosti i smertnosti trudospobnogo naselenija Moskvyy [Features of cancer morbidity and mortality of the working population of Moscow] / B.A. Revich, M.A. Podol'naja, E.A. Aksel' i dr. *Profilakticheskaja medicina*, 2014, vol. 17, no. 5, pp. 28-33. (In Russ.)

© Yeprintsev S.A., Klepikov O.V., Dyakova N.A., Vinogradov P.M., Shekoyan S.V., 2024

✉ Sergey A. Yeprintsev, e-mail: esa81@mail.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

7. Risk-orientirovannyj podhod k sohraneniu professional'nogo zdorov'ja rabotnikov na predpriyatijah cvetnoj metallurgii v Arkticheskoj zone Rossijskoj Federacii [Risk-based approach to preserving the professional health of workers at non-ferrous metallurgy enterprises in the Arctic zone of the Russian Federation] / A. N. Nikanov, V. P. Chashhin, I. Dardynskaja i dr. *Jekologija cheloveka*, 2019, no. 2, pp. 12-20. (In Russ.)

8. Safonov A. I., Germanova E. A. Ocenka geosistem Donbassa: fitoindikacija teratogenosti i kartograficheskij analiz [Assessment of geosystems of Donbass: phytoindication of teratogenicity and cartographic analysis]. *Vestnik Doneckogo nacional'nogo universiteta. Serija A: Estestvennye nauki*, 2023, no. 1, pp. 98-104. (In Russ.)

9. Sedyh V. A. Soderzhanie tjazhelyh metallov v pochvennom pokrove goroda Lipecka [Content of heavy metals in the soil cover of the city of Lipetsk]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografija. Geojekologija*, 2022, no. 4, pp. 126-130. (In Russ.)

10. Sovremennye problemy ocenki riska vozdeystvija faktorov okruzhajushhej sredy na zdorov'e naselenija i puti ee sovshtshenstvovaniya [Modern problems of assessing the risk of the impact of environmental factors on public health and ways to improve it] / Ju. A. Rahmanin, S. M. Novikov, S. L. Avaliani i dr. *Analiz riska zdorov'ju*, 2015, no. 2, pp. 4-11. (In Russ.)

11. Tikunov V. S., Cheresnja O. Ju. Naprjazhennost' jekologicheskoy situacii v regionah Rossii: metodika raschjota i vizualizacii [The tension of the environmental situation in the regions of Russia: methods of calculation and visualization]. *Geografija i prirodnye resursy*, 2016, no. 2, pp. 166-174. (In Russ.)

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 15.05.2024

Accepted: 30.08.2024

Епринцев Сергей Александрович

кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-5266-9238, e-mail: esa81@mail.ru

Клепиков Олег Владимирович

доктор биологических наук, профессор кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды, факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-9228-620X, e-mail: klepa1967@rambler.ru

Дьякова Нина Алексеевна

доктор фармацевтических наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-0766-3881, e-mail: ninochka_v89@mail.ru

Виноградов Павел Михайлович

кандидат географических наук, старший преподаватель кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-6978-8463, e-mail: vinpaul89@gmail.com

Шекоян Сюзанна Вазгеновна

кандидат технических наук, научный сотрудник кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-8178-0066, e-mail: shekoyan.syuzanna@mail.ru

Sergey A. Yepintsev

Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof. at the Department of Geoecology and Environmental Monitoring of the Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-5266-9238, e-mail: esa81@mail.ru

Oleg V. Klepikov

Dr. Sci. (Biol.), Professor at the Department of Geoecology and Environmental Monitoring of the Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 0000-0001-9228-620X, e-mail: klepa1967@rambler.ru

Nina A. Dyakova

Dr. Sci. (Pharmac.), Assoc. Prof. at the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology of the Faculty of Pharmaceutics, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-0766-3881, e-mail: ninochka_v89@mail.ru

Pavel M. Vinogradov

Cand. Sci. (Geogr.), Senior Lecturer at the Department of Geoecology and Environmental Monitoring of the Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 0000-0001-6978-8463, e-mail: vinpaul89@gmail.com

Syuzanna V. Shekoyan

Cand. Sci. (Tech.), Researcher at the Department of Geoecology and Environmental Monitoring of the Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-8178-0066, e-mail: shekoyan.syuzanna@mail.ru