

УДК: 502.22:574.614.1

DOI: 10.35595/2414-9179-2020-3-26-105-123

О.Е. Архипова<sup>1</sup>, Е.А. Черногубова<sup>1</sup>, Т.Т. Тарасова<sup>1</sup>

## АНАЛИЗ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ АЗОВСКОГО МОРЯ

### АННОТАЦИЯ

Прибрежные зоны являются целостной природной и социально-экономической территориально-акваториальной системой, объединённой сложной структурой взаимодействий. Прибрежные геосистемы отличаются уникальностью, богатством природных ресурсов, что определяет их привлекательность для производственных и селитебных, рекреационных, транспортных и других видов деятельности, но и делает экологически уязвимыми.

Область интересов исследования — прибрежная зона Азовского моря (Ростовская область). Предмет исследования — состояние медико-экологической безопасности территорий. Цель исследования — анализ медико-экологических и социально-демографических факторов как основы устойчивого развития прибрежной зоны Азовского моря.

Реализован системный подход к оценке устойчивого развития прибрежной зоны и разработке методов анализа и интеграции разнородных данных. Изменения прибрежной зоны оценивали на основе сравнительного анализа многозональных космических съёмок в сочетании с наземными исследованиями, данными тематических карт. Для анализа медико-экологической безопасности использована авторская методика, сочетающая традиционные методы и геоинформационные технологии на базе ArcGis Desktop\*. Показатель качества среды рассматривался с точки зрения влияния на здоровье человека. Оценка демографической безопасности проводилась на основе коэффициента демографического благополучия/неблагополучия территории. Уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями рассматривался как высокоинформативный и социально значимый показатель состояния здоровья популяции в целом. Для анализа использованы базы данных ЮНЦ РАН за 2006–2016 гг.

Комплексный анализ факторов развития прибрежной зоны Азовского моря показал наличие существенных проблем в исследуемом регионе. Наиболее привлекательные с точки зрения развития инфраструктуры районы береговой зоны Азовского моря подвержены изменениям вследствие действия опасных природных явлений. Анализ демографических показателей подтвердил наличие неблагоприятных демографических процессов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** прибрежная зона Азовского моря, пространственно-временной анализ, медико-экологические факторы устойчивого развития, социально-демографические факторы

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук, Просп. Чехова, д. 41, 344006, Ростов-на-Дону, Россия;  
e-mail: [arkhipova@ssc-ras.ru](mailto:arkhipova@ssc-ras.ru), [eachernogubova@mail.ru](mailto:eachernogubova@mail.ru), [tarasova\\_tt@mail.ru](mailto:tarasova_tt@mail.ru)

**Olga E. Arkhipova<sup>1</sup>, Elena A. Chernogubova<sup>1</sup>, Tamara T. Tarasova<sup>1</sup>**

**ANALYSIS OF MEDICAL-ECOLOGICAL  
AND SOCIO-DEMOGRAPHIC FACTORS OF DEVELOPMENT  
OF THE COASTAL ZONE OF THE SEA OF AZOV**

**ABSTRACT**

Coastal zones are integral natural and socio-economic territorial-water system, combined by a complex structure of interactions. Coastal geosystems are unique, rich in natural resources, which determines their attractiveness for industrial and residential, recreational, transport and other activities, but also makes them environmentally vulnerable. Sustainable development of the coastal zone is determined by the economic, social, and environmental components.

The research area of interest is the coastal zone of the Sea of Azov (Rostov Region). The subject of the study is the state of medical and environmental safety of the territories. The purpose of the study is the analysis of medical-ecological and socio-demographic factors as the basis for sustainable development of the coastal zone of the Sea of Azov.

A systematic approach has been implemented to assess the sustainable development of the coastal zone and to develop methods for analyzing and integrating heterogeneous data. Changes in the coastal zone were evaluated based on a comparative analysis of multizone satellite imagery with ground-based studies, data from thematic maps. For the analysis of medical and environmental safety, an author's technique was used, combining traditional methods and geoinformation technologies based on ArcGis Desktop\*. The environmental quality indicator was considered in terms of the impact on human health. Assessment of demographic security was carried out based on the coefficient of demographic well-being / prosperity of the territory. The incidence rate of malignant neoplasms was considered as a highly informative and socially significant indicator of the health status of the population. For analysis, we used the SSC RAS database for 2006–2016.

A comprehensive analysis of the development factors of the coastal zone of the Sea of Azov showed significant problems in the studied region. The most attractive areas of the coastal zone of the Sea of Azov from the point of view of infrastructure development are at the same time subject to changes due to dangerous natural phenomena. Analysis of demographic indicators confirmed the presence of adverse demographic processes.

**KEYWORDS:** coastal zone of the Sea of Azov, spatial-temporal analysis, medical and environmental factors of sustainable development, socio-demographic factors

**ВВЕДЕНИЕ**

Прибрежная зона представляет собой целостную природную и социально-экономическую территориально-акваториальную систему, объединённую сложной структурой взаимодействий. Изучению прибрежных зон придаётся особое значение, поскольку они в силу своего благоприятного для социально-экономического развития расположения характеризуются интенсивной хозяйственной деятельностью и, соответственно, подвержены значительной антропогенной нагрузке. И, хотя эти территории играют важную роль в мировой экономике, именно они сталкиваются с высокими рисками и уязвимостью к стихийным бедствиям из-за своего особого расположения и высокой плотности населения.

---

<sup>1</sup> Federal Research Centre The Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Chekhov Ave, 41, 344006, Rostov-on-Don, Russia;  
e-mail: [arkhipova@ssc-ras.ru](mailto:arkhipova@ssc-ras.ru), [eachernogubova@mail.ru](mailto:eachernogubova@mail.ru), [tarasova\\_tt@mail.ru](mailto:tarasova_tt@mail.ru)

Прибрежная зона Таганрогского залива обладает богатыми природными ресурсами, является объектом культурно-исторического наследия и частью рекреационной зоны «Европейский Юг России», специализирующейся на лечебно-оздоровительной рекреации и познавательном туризме. Большому рекреационно-туристическому потенциалу способствует благоприятный климат и удобное географическое положение. Азовское море, в том числе Таганрогский залив, является самым доступным по стоимости местом отдыха для многих граждан России. В то же время, берега Таганрогского залива подвержены абразивным и оползневым процессам, достаточно часты опасные гидрометеорологические явления. В «Стратегии сохранения окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области на период до 2020 года» отмечается, что разрушение берегов, вызванное природными явлениями и усилениями антропогенной нагрузки на водоёмы, является одной из важнейших проблем для Ростовской области, в частности, для Таганрогского залива.

Устойчивое развитие региона необходимо рассматривать как динамический процесс последовательных положительных изменений, обеспечивающих сбалансированность экономических, социальных и экологических факторов, обладающий конкурентоспособностью и отвечающий потребностям общества в настоящем и в будущем [Цыдыпова, 2016].

В цивилизованном обществе здоровье человека — это определяющий, системообразующий фактор государственной экономической и социальной политики. Именно категория здоровья рассматривается в настоящее время как индикатор соответствия экологических характеристик и научно-технического прогресса. Здоровье населения в пределах биологической нормы является функцией экономических, социальных и экологических условий, может рассматриваться как основной биоиндикатор экологического риска и важная составляющая экологического мониторинга. Формированию такого научно-методического подхода способствует как развитие фундаментальных медико-географических исследований, экологии человека [Агаджанян, 2008; Howe, 1976], так и накопление разнообразных сведений об экологической обусловленности многих заболеваний [Гичев, 2003; Мирзонов, Журихина, 2008; Бобров, 2010; Макаров и др., 2000].

Ранее нами было показано, что для объективной оценки уровня медико-экологической безопасности территорий необходимо использование комплексных показателей, для этого разработаны научно-методические основы анализа медико-экологической безопасности территорий на основе оценки встречаемости онкологических заболеваний как индикатора воздействия на население природных, социально-экономических и техногенных изменений окружающей среды [Архипова и др., 2014 (б)]. На основе методологии системного подхода были определены причинно-следственные связи в системе «среда обитания — онкологические заболевания» при мультифакторном воздействии среды.

Установлено, что, несмотря на сложный, опосредованный и инерционный характер воздействия экологических факторов на показатели здоровья, внутри региональная дифференциация уровня первичной выявляемости онкологических заболеваний в значительной степени соответствует пространственному распределению показателей фонового загрязнения [там же]. К числу факторов, оказывающих прямое или опосредованное влияние на динамику и структуру заболеваемости злокачественными новообразованиями, следует отнести как факторы окружающей среды, в числе которых можно выделить природные, антропогенные, так и социально-экономические и демографические факторы [Гичев, 2003; Ревич и др., 2004].

Этапом формирования стратегии устойчивого развития территорий является также оценка состояния и доминирующих тенденций демографического, экологического и социального развития в целом. Анализ отечественной научной литературы показал, что

использование демографического и социологического подходов для социально-экономической оценки устойчивого развития территорий, применяется довольно редко. В современных социологических исследованиях, проведённых в ряде российских регионов, акцент делается либо на социальный (рассматривается социальная стратификация региона, города), либо на социально-экономический аспект (уделяется внимание развитию бизнес-деятельности), тогда как социально-демографический аспект региональных проблем часто выпадает [Антонова, 2013].

В связи с этим приоритетное значение для прибрежной зоны Азовского моря приобретает анализ медико-экологических и социально-демографических факторов.

Предмет исследования — состояние здоровья населения и среды обитания, их анализ и оценка. Область интересов охватывает территорию прибрежной зоны Азовского моря (Таганрогский залив), к которой относятся Неклиновский, Матвеево-Курганский, Азовский, Кагальницкий районы Ростовской области.

Основная цель исследования — анализ медико-экологических и социально-демографических факторов развития как основы устойчивого развития прибрежной зоны Азовского моря.

Объективные данные о зависимости заболеваемости населения от условий окружающей среды в настоящее время позволяют получить, прежде всего, количественные подходы, опирающиеся на современные информационные технологии. Все шире внедряются методы моделирования и многомерной статистики в медико-географические исследования. Они позволяют оценить вклад отдельных факторов в заболеваемости населения при комплексном воздействии, провести математико-картографическую дифференциацию территории по благоприятности медико-географической обстановки [Беннет, 1981; Славин, 1989; Куролан, 2006].

К настоящему времени уже накоплен большой массив общих и тематических данных. В то же время для последующих принятых решений территориальными органами управления здравоохранением все более необходимыми и актуальными этапами становятся всесторонняя обработка этих данных в цифровом виде и оперативное представление результатов их анализа, моделирования и прогноза не только в виде традиционных таблиц, графиков и диаграмм, но и в картографическом виде — с привязкой к пространственным (географическим) координатам и шкале времени. Предлагаемые ГИС — мощные средства интеграции разнородных данных, их пространственного анализа, моделирования и наглядной визуализации — помогают обеспечить комплексную поддержку решаемых задач, расширить круг выполняемых исследований и обследований, представить их результаты в удобном для дальнейшей работы и понимания картографическом виде. Таким образом, одним из перспективных направлений здесь является применение геоинформационных систем (ГИС) и развитых средств работы с пространственно-распределёнными данными.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В основу методологических подходов и прикладных методов оценки устойчивого развития территории и картографирования применительно к условиям Азовского побережья положена авторская методика, опирающаяся на методы системного анализа, математического моделирования, ГИС-технологий [Архитова и др., 2014 (а)]. Одной из главных задач являлась проверка гипотезы о пространственной зависимости уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями от природных и антропогенных факторов. Согласно принятой классификации экологически значимых заболеваний, наиболее высокую степень зависимости состояния здоровья от загрязнения окружающей среды имеет индикаторная экологическая патология [Здоровье..., 2010]. Злокачественные новообразования являются индикаторной экологической патологией с высокой степенью зависимости от качества среды обитания, именно поэтому уровень онкологической

заболеваемости рассматривается как чувствительный маркёр экологического риска и экологического неблагополучия территорий [Мусина и др., 2012]. Такой подход позволяет получать максимум экологически значимой информации при минимуме оцениваемых показателей. Уровень онкологических заболеваний рассматривается как индикатор воздействия на население природных, социально-экономических и техногенных изменений окружающей среды, и, как следствие, является информативным индикатором устойчивого развития прибрежных территорий.

Анализ «медико-экологической обстановки» связан, прежде всего, с техногенными факторами риска, а «эколого-гигиеническая ситуация» рассматривается в связи с воздействием на состояние здоровья населения факторов загрязнения среды (воздушной, водной, почвенной) с учётом гигиенических нормативов (рис. 1).



*Рис.1. Факторы, влияющие на здоровье населения*  
*Fig. 1. Factors affecting public health*

Усовершенствованный метод оценки и прогнозирования медико-экологической обстановки базируется на сочетании традиционных методов исследования онкологической заболеваемости и использовании геоинформационных технологий на базе современного программного обеспечения ArcGis Desktop\* [Архипова и др., 2014 (а)]. Систематизация основных показателей проводится по принципу административно-территориального деления: субъекты Российской Федерации — районы — урбанизированные (городские) территории. Принцип территориально-административного деления использован в связи с общепринятым видом статистической отчётности и агрегированием информации в рамках административно-территориальных единиц. Согласно принятому подходу, используется также единая картографическая основа для Российской Федерации, что позволяет провести сравнение полученных аналитических и

синтетических карт. Математико-картографическая модель оценки и прогнозирования медико-экологической обстановки региона представляет собой интерактивную среду, состоящую из геоинформационной системы, реализованной в виде проекта ArcGis Desktop и модельного блока, встроенного в проект, разработанного с использованием модуля визуального программирования Model Builder и языка Python. Основное назначение геоинформационной модели — построение аналитических и синтетических карт оценки уровня медико-экологической безопасности региона. Первый этап выполнения модели — стандартизация данных, полученных в результате обследования онкологических больных. Второй этап выполнения модели — анализ распространения известных или предполагаемых экологических факторов риска либо их комплексов. Для построения карт оценки экологических рисков используются показатели комплексной антропогенной нагрузки. Третий этап — анализ демографических процессов в прибрежной зоне, а также выявленных различий в пространственном распределении высоких и низких уровней заболеваемости раком.

### **Экологические показатели**

В качестве ключевых экологических индикаторов выбраны: качество окружающей среды, ландшафтное разнообразие, опасность возникновения природных явлений [Бобылёв, 2007].

*Состояние природной среды территорий* рассматривается с точки зрения возможности обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, исключения угрозы возникновения зон экологического бедствия и чрезвычайных ситуаций в соответствии с действующими гигиеническими нормативно-методическими документами Российской Федерации. Прогнозирование влияния комплекса факторов окружающей среды на здоровье населения проводится на основе анализа качества атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды<sup>1</sup>. Комплексный показатель качества окружающей среды рассчитывается как среднее от суммы всех факторов. В качестве исходных данных использованы данные Федеральной службы государственной статистики и Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ростовской области (Роспотребнадзор РО), приведённые в сборниках Государственных докладов о санитарно-эпидемиологической обстановке<sup>2</sup> и взятые из открытых Интернет-источников.

В качестве комплексного показателя используется стандартный показатель — степень напряжения санитарно-гигиенической ситуации:

$$K_H = \frac{K_{\text{вода}} + K_{\text{воздух}} + K_{\text{почва}} + K_{\text{шум}}}{4},$$

где в числителе — агрегированные показатели качества среды.

Согласно методике, используемой в Роспотребнадзоре, была выбрана шкала оценки по одной из 5-ти категорий:

- удовлетворительная категория — определяет полную и неограниченную пригодность использования среды обитания, её экологическую безопасность использования и безвредность для здоровья населения. Соответственно, при этом не наблюдается экологически обусловленных изменений показателей здоровья по сравнению с «фоновым» для данной территории или «региональным» уровнем;

<sup>1</sup> Методические рекомендации по проведению социально-гигиенического мониторинга №2001/83.

Электронный ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/901921859>

<sup>2</sup> Государственный доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в Ростовской области в 2016 году и мерах по её стабилизации. Электронный ресурс: <http://www.61.rospotrebnadzor.ru>  
State report on the sanitary and epidemiological situation in the Rostov region in 2016 and measures to stabilize it.  
Web resource: <http://www.61.rospotrebnadzor.ru> (in Russian)

- относительно напряжённая ситуация — свидетельствует о некоторой (наименьшей, но регистрируемой) степени опасности для населения оцениваемых вредных факторов среды обитания. При этом могут развиваться начальные изменения в состоянии здоровья (преимущественно в виде роста числа функциональных нарушений и предпатологии) наиболее восприимчивой части населения (новорождённых, детей раннего возраста, беременных женщин и др. групп);
- существенно напряжённая ситуация — характеризуется значительными уровнями загрязнения среды обитания, ростом заболеваемости и др. патологии у наиболее восприимчивой части населения, а также достоверным ростом предположительно эколого-зависимых «индикаторных» болезней среди детей и взрослых, некоторым увеличением детской и общей заболеваемости;
- критическая или чрезвычайная медико-экологическая ситуация — соответствует «высокой» степени загрязнения среды обитания, представляющей безусловную опасность использования населением тех или иных её объектов. О реализации потенциальной опасности вредных факторов для населения свидетельствует доказанное экологически обусловленное развитие генетических и иммунологических нарушений среди популяции, значительно растущая общая и детская заболеваемость, появление у населения симптомов хронической интоксикации, обусловленных воздействием токсикантов, загрязняющих отдельные звенья экосистем, появление «специфических», экологически обусловленных заболеваний, существенное повышение перинатальной, младенческой, детской и общей смертности;
- катастрофическая медико-экологическая ситуация характеризуется ещё большими (в сравнении с «критической» ситуацией) количественными показателями загрязнения среды обитания и экологически обусловленными изменениями состояния здоровья населения.

**Методика выявления и мониторинга существующих тенденций и оценки изменения прибрежной зоны** опирается на серию космических снимков с необходимыми временными и техническими характеристиками и последующее дешифрирование снимков с целью выделения изменённых участков береговой зоны с последующим отображением полученных результатов в ГИС.

При выполнении работ, исходя из требований к точности получаемых картографических данных и точности определения наземных объектов, выбираются наборы данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), отвечающие следующим критериям:

- пространственное разрешение;
- зона покрытия исследуемой территории;
- периодичность получения новых данных;
- наличие архивной информации.

Для установления фактов сокращения или увеличения площади ранее выявленных изменений эффективно применение разновременных изображений. На таких результирующих изображениях очень контрастно выделяются именно изменившиеся объекты. Сопоставление снимков одной и той же территории требует относительной схожести природных и технических условий съёмки: погодных, сезонных и, в идеале, суточных. Для определения многолетней изменчивости применяются снимки сопоставимого пространственного разрешения (от 0,6 до 2 м), во временном отношении близкие к одной фенологической фазе (разброс 1–2 декады). Для оценки многолетней изменчивости существующих объектов можно воспользоваться открытым web-приложением Google Earth. Функционал приложения Google Earth позволяет просматривать изображения того или иного объекта во времени. Оно может быть использовано для визуального дешифрирования, т.к. для большинства территорий

содержит «мозаику» на основе снимков высокого разрешения. Чтобы оценить, насколько прибрежная полоса подвержена разрушению, рассматриваются исторические снимки высокого разрешения с источника Google Earth исследуемой прибрежной территории абразивных и оползневых участков за 2006 и 2016 год. Снимки предварительно географически привязываются, параметры системы координат: WGS84, UTM, Zone 61N и далее проводится визуальное дешифрирование участков береговой зоны.

Для выбора таких участков были изучены новостные статьи в сети Интернет, в которых описывалась катастрофическая ситуация в нескольких посёлках на побережье Неклиновского и Азовского районов, а также для выявления существующих тенденций и оценки изменения прибрежной зоны использованы архивные материалы базы данных ЮНЦ РАН за период 2006–2016 гг. Использование мультиспектральных, мультивременных космических снимков в сочетании с полевыми исследованиями ЮНЦ РАН позволяют получить наиболее объективную информацию о современном состоянии местности и произошедших изменениях.

### **Демографические факторы**

К рассматриваемым социальным факторам относятся медико-демографические и социально-демографические показатели, в т.ч. динамика смертности, рождаемости, продолжительности жизни, естественного и миграционного прироста, демографическое благополучие/неблагополучие территории, оценка демографической безопасности, уровни заболеваемости и смертности [Тарасова, 2018]. В исследовании были использованы демографические данные по муниципальным образованиям Азовского, Неклиновского, Матвеево-Курганского, Кагальницкого районов за период с 2007 по 2016 гг.

Оценка демографической безопасности проводится на основе расчёта коэффициента демографического благополучия/неблагополучия территории и половозрастной структуры населения. В индексе демографического неблагополучия учитывается влияние основных количественных компонент (рождаемости, смертности и миграции) на характер демографической ситуации. Индекс ( $K_d$ ) (модифицированный индекс жизненности) представляет собой отношение общего коэффициента рождаемости ( $n$ ) к общему коэффициенту смертности ( $m$ ), скорректированное на поправочный коэффициент миграционного прироста ( $K_m$ ) [Рыбаковский, 2008].

$$K_d = \frac{n}{m} K_m$$

Необходимо отметить, что индексы демографического неблагополучия той или иной территории дают лишь интегральное представление о характере демографических и миграционных процессов, причём лишь на фоне общей совокупности регионов [Рыбаковский, 2008].

Для оценки возрастной структуры населения рассчитывается отношение численности населения группы старше трудоспособного возраста ( $P_{ств}$ ) к общей численности населения ( $P_0$ ):

$$D_{ств} = \frac{P_{ств}}{P_0}$$

### **Показатели заболеваемости**

Данные по онкологической заболеваемости по основным локациям рака исследовались за период с 2006 по 2016 гг. В качестве индикаторов рассматривались показатели пространственного распределения частоты заболеваемости раком молочной железы, раком лёгких, раком ободочной кишки и предстательной железы на основе статистических данных по онкологической заболеваемости населения, полученных на основе Формы № 35, представляемой организационно-методическими отделами



онкологических институтов и диспансеров, а также нормативной базы данных, построенной на основе статистической отчётности по уровню онкологической заболеваемости в муниципальных образованиях Ростовской области.

В исследовании использован углублённый анализ пространственно-временных закономерностей ArcGis Desktop, который опирается на статистические инструменты для анализа распределения данных и выявления закономерностей в контексте пространства-времени. Углублённый анализ включает в себя две основные процедуры — «Построение куба «пространство-время»» и «Анализ горячих точек». Задачей анализа повторяемости является проведение анализа исторического ряда наблюдений (в нашем случае за период с 2006 по 2016 гг.) за переменными (уровень заболеваемости различными локациями рака) для оценивания вероятности повторения тех или иных значений выбранных переменных. Основные требования к данным:

- используемые при анализе данные необходимо оценивать с точки зрения исходных задач, продолжительности и полноты рядов имеющихся наблюдений;
- они должны удовлетворять таким статистическим критериям, как случайность, независимость, однородность и стационарность.

Анализ повторяемости выполняется с использованием картографических данных: точечных, региональных или обоих видов данных. Источниками неопределённости анализа повторяемости могут являться репрезентативность аналитического подхода, выбор вероятностного распределения и метод оценивания параметров.

Одним из факторов, ограничивающих применение критериев, основанных на предположении нормальности, является объём выборки. Однако, если выборка мала, эти критерии следует использовать только при наличии уверенности, что переменная действительно имеет нормальное распределение. Использование критериев, основанных на предположении нормальности, кроме того, ограничено шкалой измерений. Тест Манна-Кендалла — это основанная на ранжировании непараметрическая проверка оценивания значимости тренда. Статистика Манна-Кендалла ( $S$ ) подразумевает ранговый корреляционный анализ количества точек или значений и их временных периодов. Анализ тренда по алгоритму Манна-Кендалла выполняется для каждого местоположения с данными как независимый анализ бинов временного ряда. Значение бина первого интервала сравнивается со значением бина в следующем. Если первое значение было меньше второго — результат равен +1. Если первое значение было больше второго — результат равен -1. Если два значения совпадают — результат равен 0. Результаты каждой пары временных периодов сравниваются и суммируются. Ожидаемое значение суммы равно 0 и свидетельствует об отсутствии тренда в значениях во времени. Нулевая гипотеза  $H_0$  заключается в том, что выборка хронологически упорядочена, независима и однозначно распределена. Статистика  $S$  имеет следующий вид [Mann, 1945; Kendall, 1990; Hamed, 2009]:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i),$$

где

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x > 0 \\ 0, & \text{если } x = 0 \\ -1, & \text{если } x < 0 \end{cases}$$

Структуру анализируемых данных можно представить в виде трёхмерного куба, который состоит из пространственно-временных бинов, где  $x$ ,  $y$ -измерения представляют пространство, а  $t$ -измерение представляет время. Строки и столбцы определяют пространственный экстенд куба (в нашем случае пространственное распределение по

районам), а временные шаги определяют временной экстенд (рассматриваемый период 2006–2016). При помощи моделей ArcGis построена трёхмерная кубическая структура (в формате netCDF) для последующего анализа. Пространственно-временной куб объединяет точечные объекты в группы пространства–времени.

Анализ возникновения горячих точек использует этот куб в качестве входных данных и на основе него выявляет статистически значимые тренды горячих и холодных точек во времени. Для значений бинов выполняется подсчёт количества точек, вычисляется статистика и определяется наличие трендов во времени в каждом местоположении с использованием статистики Манна-Кенделла. Анализ возникающих горячих точек выявляет тренды в исследуемых данных. Он определяет, в частности, новые, возрастающие, убывающие и спорадические горячие точки. После завершения анализа горячих точек каждому бину во входном кубе NetCDF присваивается связанная с ним оценка  $z$ , значение  $p$  и классификационная категория горячей точки. Далее тренды горячих и холодных точек также оцениваются с использованием статистики Манна-Кендалла.

Результатом классификации муниципальных образований по уровню заболеваемости является ранжирование исследуемых территорий на три основных кластера:

- холодная точка — районы и муниципальные образования, в которых уровень заболеваемости ниже среднего уровня по области;
- горячая точка — районы и муниципальные образования, в которых уровень заболеваемости выше среднего уровня по области;
- группа «нейтральная» — не отличающиеся от средних по области (статистически не значимо).

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

### **Экологические показатели**

Исследование мультиспектральных космических снимков Landsat-8 прибрежной зоны Азовского моря (Очаковской косы, Чумбурской косы, Порты Катона, Керченского пролива, Таманского п-ова) выявило, что в береговой зоне шириной 10 км наблюдается процесс развития рекреационной и транспортной инфраструктуры, пляжи подвержены значительной абразии под влиянием природных факторов и хозяйственной деятельности человека. На рис. 2 отчётливо видны последствия абразии берега возле с. Вознесенского. На снимке 2016 г. (Источник Google Earth) красной линией отмечено положение границы берега в июле 2006 г.

В результате анализа было выявлено, что побережье в высокой степени подвержено эрозии, вызванной природными и антропогенными факторами, такими как ведение сельского хозяйства, выпас скота, распашка полей, которые запрещены в водоохранных зонах морей. В целом, отрицательные последствия техногенного воздействия на окружающую среду в Приазовье Ростовской области проявляются в истощении природных ресурсов, загрязнении природной среды газообразными, жидкими и твёрдыми отходами производства и жизнедеятельности, нарушении естественного состояния экосистем и природных процессов [Сухинин, 2016].

Для оценки санитарно-гигиенических показателей, характеризующих качество среды, в пространственную базу геоданных были загружены сведения об административном делении региона, данные Центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора по Ростовской области и ранжированы согласно табл. 1.

На рис. 3 показано, что в большинстве прибрежных регионов Азовского моря отмечена неудовлетворительная санитарно-гигиеническая ситуация. Исключение составили Матвеево-Курганский район Ростовской области, где отмечена относительно

удовлетворительная экологическая ситуация. Напряженная санитарно-гигиеническая ситуация отмечена в городах Таганроге и Азове.



Рис. 2. Абразивные процессы на побережье Таганрогского залива (сравнение снимков 2006 и 2016 гг.).

Красная линия — состояние берега по данным 2006 г.

Fig 2. Abrasive processes on the coast of the Gulf of Taganrog (comparing images of 2006 and 2016).

The red line is the state of the coast according in 2006 year

Табл. 1 Степень напряжения санитарно-гигиенической ситуации<sup>1</sup>

Table 1. The degree of stress of the sanitary situation<sup>1</sup>

Города Ростовской области	К вода	К воздух	К почва	К шум	К сумм	КН	ранг	Степень напряжения санитарно-гигиенической ситуации
Азов	2,71	2,10	2,46	5,15	12,42	3,1	4	напряжённая
Аксай	6,6	0,58	0,59	11,04	18,81	4,71	1	напряжённая
Батайск	3,25	2,36	2,34	2,44	10,34	2,6	6	напряжённая
Донецк	2,58	0,42	1,028	0,97	4,0	1,2	17	неудовлетворительная
Ростов-на-Дону	1,1	5,13	2,2	4,85	13,28	3,32	2	напряжённая
Сальск	3,65	1,35	0,55	2,32	7,87	1,97	14	неудовлетворительная
Таганрог	6,1	0,6	4,3	1,8	12,8	3,21	3	напряжённая
Шахты	2,02	0,12	0,53	0,13	2,8	0,7	18	относительно удовлетворительная

**Примечание:** Ранг определяет степень напряжения санитарно-гигиенической ситуации.

Агрегированные показатели предоставляются в Роспотребнадзор РО муниципальными образованиями

<sup>1</sup> Государственный доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в Ростовской области в 2016 году и мерах по её стабилизации. Электронный ресурс: <http://www.61.rospotrebnadzor.ru>

<sup>1</sup> State report on the sanitary and epidemiological situation in the Rostov region in 2016 and measures to stabilize it. Web resource: <http://www.61.rospotrebnadzor.ru> (in Russian)



*Рис. 3. Степень напряжения санитарно-гигиенической ситуации в прибрежных районах Ростовской области*  
*Fig. 3. The degree of environmental stress in the coastal areas of the Rostov Region*

### **Демографические факторы**

Оценка современного уровня демографической безопасности муниципальных образований Ростовской области проведена на основе сравнения основных показателей демографической безопасности с фоновым показателем по Ростовской области (среднеобластным) (табл. 2). Для этого использовали следующую систему показателей: общий коэффициент рождаемости ( $m$ ), общий коэффициент смертности ( $n$ ), общий коэффициент миграционного прироста (убыли) ( $K_M$ ), индекс демографического благополучия/неблагополучия ( $K_D$ ), долю лиц старше трудоспособного возраста (% в общей численности населения) ( $D_{ств}$ ).

Результаты анализа демографического благополучия/неблагополучия территорий в прибрежных районах Азовского моря показали, что благополучные в демографическом отношении регионы локализуются на южном побережье Азовского моря (Азовский р-н Ростовской обл.) (рис. 4Б). Наиболее неблагополучные в демографическом отношении районы Ростовской области локализуются на северном побережье Азовского моря, где отмечена естественная и миграционная убыль населения.

Табл. 2. Оценка уровня демографической безопасности муниципальных образований Ростовской области (2016 г.)  
 Table 2. Assessment of the level of demographic security of municipalities in the Rostov region (2016)

	<b>n</b>	<b>m</b>	<b>K<sub>m</sub></b>	<b>K<sub>d</sub></b>	<b>Д<sub>ств</sub></b>
<b>Фоновый показатель по региону</b>	<b>11,6</b>	<b>13,9</b>	<b>1,2</b>	<b>0,83</b>	<b>26,7</b>
<b>Городские округа</b>					
Ростов-на-Дону	12,5	11,8 (0,94)	4,1	1,06	25,0
Азов	12,5	14,7 (1,18)	-4,2	0,85	28,4
Таганрог	12,8	16,6 (1,3)	0,7	0,77	29,8
<b>Муниципальные районы</b>					
Азовский	11,7	13,6	4,1	0,86	25,4
Матвеево-Курганский	11,4	16,6	-2,5	0,69	27,6
Мясниковский	13,3	11,6	21,1	1,15	23,8
Неклиновский	9,8	15,4	2,3	0,64	29,6
Родионово-Несветайский	11,6	14,5	-9,8	0,80	27,6
Куйбышевский	9,2	15,2	3,1	0,60	28,8
Октябрьский	9,7	12,5	-7,7	0,78	23,9
Аксайский	12,7	11,1	23,6	1,1	23,7
Багаевский	14,4	13,8	1,7	1,04	25,7
Зерноградский	13,3	15,8	1,5	0,84	26,8
Кагальницкий	13,1	17,0	-13,0	0,77	25,9
Егорлыкский	11,5	14,0	-6,8	0,82	26,0

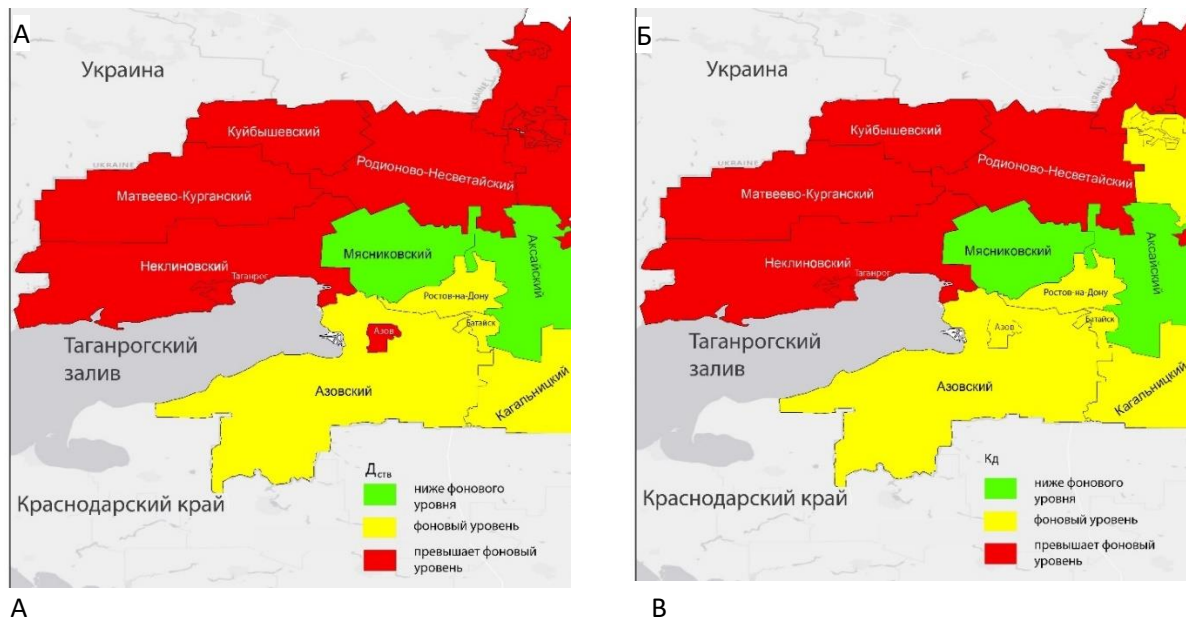


Рис. 4. Анализ демографической ситуации территорий в прибрежных районах Азовского моря: А — доля населения старше трудоспособного возраста ( $D_{ств}$ );  
 Б — коэффициент демографического благополучия/неблагополучия ( $K_d$ )  
 Fig. 4. The analysis of the demographic situation in the coastal areas of the territories of the Azov Sea: А — percentage of the population older than working age ( $D_{ств}$ );  
 Б — coefficient of demographic distress ( $K_d$ )

### **Пространственно-временной анализ заболеваемости злокачественными новообразованиями**

Пространственно-временной анализ данных за период с 2006 по 2016 гг. выявил основные закономерности в уровне заболеваемости наиболее часто встречающимися в России и мире формами злокачественных новообразований: рак лёгких (РЛ), рак молочной железы (РМЖ), рак предстательной железы (РПЖ) и рак ободочной кишки (РОК) (рис. 5). В прибрежной зоне Азовского моря локализуются преимущественно «холодные точки» — пространственные кластеры низкой заболеваемости раком лёгких, молочной железы, раком предстательной железы. Исключение составили Аксайский район, где отмечена «горячая точка» заболеваемости раком молочной железы, Азовский и Кагальницкий районы, где отмечен высокий риск развития рака ободочной кишки.

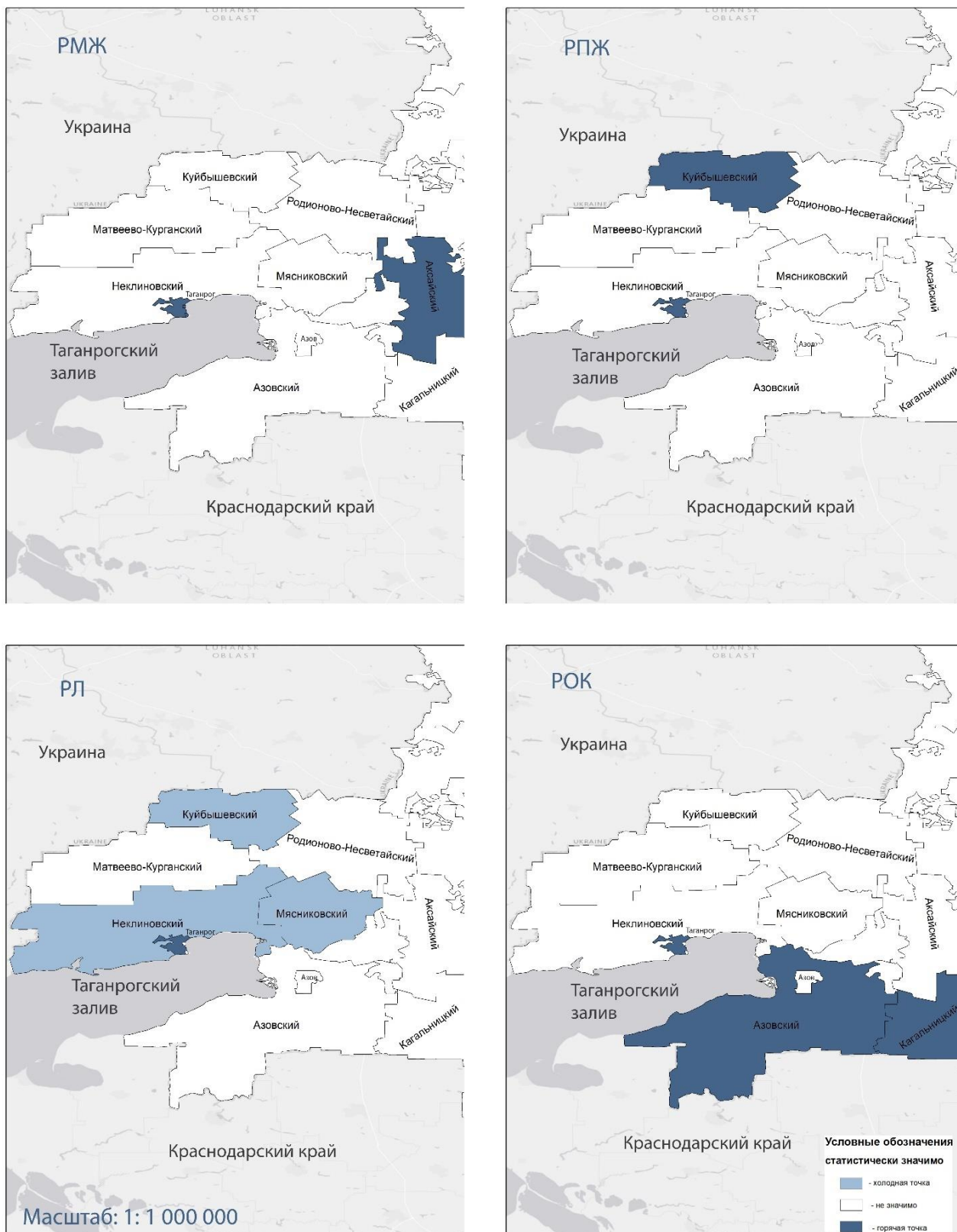
Крайне неблагоприятная онкоэпидемиологическая обстановка сложилась в Таганроге, где отмечены «горячие точки» по заболеваемости всеми анализируемыми формами рака. Необходимо отметить, что и по уровню смертности от онкологических заболеваний Таганрог занимает 2-е место в Ростовской области на протяжении последних лет. Первые два ранговых места по значениям факторных нагрузок в Таганроге занимают: проживание на селитебных территориях с относительно высокими уровнями антропогенной нагрузки на атмосферный воздух за счёт выбросов автомобильного транспорта (0,777), проживание в зоне интенсивного воздействия выбросов от стационарных источников промышленных предприятий (0,647). Третий потенциальный фактор риска — специфическая профессиональная вредность (0,531) [Айдинов и др., 2017 (б)]. Установлена высокая степень загрязнения почв города Таганрога 3,4-бенз(а)пиреном. Данный поллютант обладает высокой стабильностью, способностью к аккумуляции в природных экологических системах и включению в трофические цепи. Доказано его канцерогенное, мутагенное и тератогенное воздействие на человека [Айдинов и др., 2017 (а)].

Прирост заболеваемости злокачественными новообразованиями в Ростовской области в значительной мере определён неблагоприятным направлением демографических процессов, обусловившим «постарение» населения. Надо отметить, что рассматриваемые районы не являются исключением. На начало 2017 г. все муниципальные образования Ростовской области имели регрессивную возрастную структуру населения, когда доля лиц старше трудоспособного возраста в общей численности населения превышает долю лиц моложе трудоспособного возраста<sup>1</sup>. Главная угроза демографической безопасности Ростовской области — депопуляция населения, проявляющаяся в разной степени в подавляющем большинстве городских округов и муниципальных районов донского региона (рис. 4А, табл. 2) [Тарасова, 2018].

Уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями, по-видимому, является следствием аддитивного действия комплекса экологических и медико-социальных факторов на данной территории в течение длительного периода времени.

<sup>1</sup> Аналитическая записка о возрастном и половом составе населения Ростовской области на 01.01.2017. Электронный ресурс: [www.donland.ru/Data/Sites/1/media/file/2018/2018\\_0221\\_vozrost-pol.pdf](http://www.donland.ru/Data/Sites/1/media/file/2018/2018_0221_vozrost-pol.pdf) (дата доступа 12.12.2018)

Analytical note on the age and sex composition of the population of the Rostov Region as of 01.01.2017. Web resource: [www.donland.ru/Data/Sites/1/media/file/2018/2018\\_0221\\_vozrost-pol.pdf](http://www.donland.ru/Data/Sites/1/media/file/2018/2018_0221_vozrost-pol.pdf) (accessed December 12, 2018 (in Russian))



*Рис. 5. Пространственно-временные кластеры заболеваемости раком молочной железы (PMЖ), раком предстательной железы (PPЖ), раком лёгких (PL) и раком ободочной кишки (POK) в прибрежных районах Азовского моря с 2006 по 2016 гг.*  
*Fig. 5. Spatio-temporal clusters of the incidence of lung cancer (RL), breast cancer (BC), colon cancer (RC) and prostate cancer (PC) in the coastal areas of the Sea of Azov from 2006 to 2016*

## ВЫВОДЫ

Использование ГИС-технологий позволило провести пространственно-временной анализ имеющихся и постоянно обновляющихся данных, напрямую или опосредованно связанных с областью исследования.

В результате исследований был проведён анализ факторов устойчивого развития прибрежной зоны, в основу которого положены пространственные модели распределения экологической, медико-социальной обстановки. Анализ показал наличие существенных проблем в исследуемом регионе, связанных как с экологическими, так и медико-демографическими факторами несмотря на то, что исследуемый регион является частью рекреационной зоны. При благоприятных природных условиях берега Таганрогского залива подвержены абразивным и оползневым процессам, что затрудняет развитие рекреационных комплексов.

Уровень загрязнения окружающей среды остаётся напряженным за счёт выбросов автомобильного транспорта, наличия зон интенсивного воздействия выбросов от стационарных источников промышленных предприятий. Существенной проблемой является качество питьевой воды.

Главная угроза демографической безопасности Ростовской области — депопуляция населения — также присуща приморским регионам, что также оказывает влияние на уровень заболеваемости.

Анализ медико-экологических и социально-демографических факторов развития прибрежной зоны Азовского моря подтвердил результаты наших многолетних исследований на примере других территориальных образований. Показано, что уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями, по-видимому, является следствием аддитивного действия комплекса экологических и медико-социальных факторов на данной территории в течение длительного периода времени и может рассматриваться как информативный индикатор устойчивого развития прибрежных территорий Азовского моря, а его оценка может стать основой для принятия аргументированных управленческих решений на любом уровне.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН; гр. проект № 01201363188.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This publication was prepared as part of the GZ SSC RAS; grant project No 01201363188.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агаджанян Н.А.* Экология человека в изменяющемся мире. 2-е изд., доп. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 569 с.
2. *Айдинов Г.Т., Марченко Б.И., Дерябкина Л.А., Синельникова Ю.А.* Химическое загрязнение почв города Таганрога как фактор риска для здоровья населения. Анализ риска здоровью, 2017 (а). № 1, С. 13–20. DOI: 10.21668/health.risk/2017.1.02.
3. *Айдинов Г.Т., Марченко Б.И., Синельникова Ю.А.* Многомерный анализ структуры и долевого вклада потенциальных факторов риска при злокачественных новообразованиях трахеи, бронхов и лёгкого. Анализ риска здоровью, 2017 (б). № 1. С. 47–55. DOI: 10.21668/health.risk/2017.1.06.
4. *Антонова М.А.* Теоретико-методологические основы изучения устойчивого развития регионов. Региональная экономика и управление: электронный научный журнал, 2013. № 4 (36). Электронный ресурс: <http://eee-region.ru/article/3604/> (дата обращения 10.09.2018).



5. *Архипова О.Е., Черногубова Е.А., Лихтанская Н.В.* Пространственно-временной анализ встречаемости онкологических заболеваний как индикатора медико-экологической безопасности. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного научного центра РАН, 2014 (а). 224 с.
6. *Архипова О.Е., Черногубова Е.А., Лихтанская Н.В., Тарасов В.А., Матишов Д.Г.* География и динамика онкологических заболеваний в аграрных регионах Южного федерального округа. Вестник Южного научного центра РАН, 2014 (б). Т. 10. № 4. С. 96–103.
7. *Беннет А.Е.* Медицина окружающей среды. М.: Медицина, 1981. 150 с.
8. *Бобров А.А.* Влияние факторов окружающей среды на заболеваемость злокачественными опухолями населения Ярославской области. Экологозависимые заболевания: Материалы Второй науч.-практич. конф. «Влияние антропогенного загрязнения окружающей природной среды на здоровье населения». Ярославль: ВВО РЭА, 2010. С. 25–27.
9. *Бобылёв С.Н.* Индикаторы устойчивого развития: региональное измерение. Пособие по региональной экологической политике. М.: Акрополь, ЦЭПР, 2007. 60 с.
10. *Гичев Ю.П.* Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека: Аналит. обзор. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2003. Вып. 68. 138 с.
11. *Здоровье населения региона и приоритеты здравоохранения* М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 384 с.
12. *Куролан С.А.* Окружающая среда и здоровье. Земля Воронежская. Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2006. С. 369–406.
13. *Макаров В.З., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н.* Эколого-географическое картографирование городов. М.: Научный мир, 2000. 176 с.
14. *Мирзонов В.А., Журихина И.А.* Изучение влияния техногенного загрязнения и социальных условий среды обитания на здоровье населения. Здравоохранение Рос. Федерации, 2008. № 5. С. 47–49.
15. *Мусина А.А., Сулейменова Р. К., Баймолдинов Е.С., Тогузбаева К.К., Ниязбекова Л.С.* Зависимость регрессионной модели от факторов окружающей среды и состояния здоровья взрослого контингента урбанизированных территорий. Гигиена, эпидемиология и иммунобиология, 2012. № 4 (54). С. 26–28.
16. *Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И.* Экологическая эпидемиология. М.: «Академия», 2004. 384 с.
17. *Рыбаковский Л.Л.* Сравнительная оценка демографического неблагополучия регионов России. Социологические исследования, 2008. № 10. С. 81–87.
18. *Славин М.Б.* Методы системного анализа в медицинских исследованиях. М.: Медицина, 1989. 304 с.
19. *Сухинин С. А.* Особенности экологической ситуации и проблемы природопользования в пригранично-периферийных районах Ростовской области. Записки Забайкальского отделения русского географического общества, 2016. С. 76–82.
20. *Тарасова Т. Т.* Особенности демографической ситуации... муниципальных образований Ростовской области. Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем, 2018. Т. 1. № 3. С. 323–328.
21. *Цыдыпова Э.С.* Критерии устойчивого развития региона. Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. XXXI междунар. науч.-практ. конф. № 2 (24). Ч. II. Новосибирск: СибАК, 2016.
22. *Hamed K.H.* Exact distribution of the Mann-Kendall trend test statistic for persistent data in Journal of Hydrology, 2009. P. 86–94.
23. *Howe J.A., Loraine L.* Environmental medicine Heinemann, 1976. 271 p.
24. *Jemal A., Bray F., Center M.M., Ferlay J., Ward E., Forman D.* Global cancer statistics. Cancer Journal for Clinicians, 2011. V. 1. No 2. P. 69–90.
25. *Kendall M. G., Gibbons J. D.* Rank correlation methods. 5<sup>th</sup> ed. London: Griffin, 1990.

26. *Mann H.B.* Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, 1945. V. 13. P. 245–259.
27. *Muir C.S.* Etiology of cancer. Accomplishments in cancer research. Philadelphia, 2006. V. 11. P. 108–121.

## REFERENCES

1. *Agadzhanyan N.A.* Human ecology in a changing world. Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2008. 569 p. (in Russian).
2. *Aidinov G.T., Marchenko B.I., Deryabkina L.A., Sinelnikova Yu.A.* Chemical pollution of soils of the city of Taganrog as a risk factor for public health. *Health Risk Analysis*, 2017. No 1. P. 13–20. DOI: 10.21668 / health.risk / 2017.1.02 (in Russian).
3. *Aidinov G.T., Marchenko B.I., Sinelnikova Yu.A.* Multivariate analysis of the structure and contribution of potential risk factors for malignant neoplasms of the trachea, bronchi, and lung. *Health Risk Analysis*, 2017. No 1. P. 47–55. DOI: 10.21668 / health.risk / 2017.1.06 (in Russian).
4. *Antonova M.A.* Theoretical and methodological foundations of the study of sustainable development of regions. *Regional Economics and Management: An Electronic Scientific Journal*, 2013. No 4 (36). Web resource: <http://eee-region.ru/article/3604/> (accessed September 10, 2018) (in Russian).
5. *Arkipova O.E., Chernogubova E.A., Likhtanskaya N.V.* Spatiotemporal analysis of the occurrence of oncologic diseases as of the indicator of the medical & environmental safety. Rostov-on-Don: UNTS RAN, 2014. 224 p. (in Russian).
6. *Arkipova O.E., Chernogubova EA, Likhtanskaya N.V., Tarasov V.A., Matishov D.G.* The geography and dynamics of oncological diseases in the agricultural regions of the Southern Federal District. *Bulletin of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2014. V. 10. No 4. P. 96–103 (in Russian).
7. *Bennet A.E.* Environmental medicine. Moscow: Medicine, 1981. 150 p. (in Russian).
8. *Bobrov A.A.* The influence of environmental factors on the incidence of malignant tumors in the population of the Yaroslavl region. *Environmental-dependent diseases: Proceedings of Second scientific-practical. conf. "The impact of anthropogenic pollution of the environment on the health of the population"*. Yaroslavl: BBO REA, 2010. P. 25–27 (in Russian).
9. *Bobylev S.N.* Sustainable development indicators: A regional dimension. Manual on regional environmental policy. Moscow: Acropolis, CEPR, 2007. 60 p. (in Russian).
10. *Gichev Yu.P.* Environmental pollution and ecological conditionality of human pathology: Analit. overview. Novosibirsk: SPSL SB RAS, 2003. Iss. 68. 138 p. (in Russian).
11. *Hamed K.H.* Exact distribution of the Mann-Kendall trend test statistic for persistent data in *Journal of Hydrology*, 2009. P. 86–94.
12. *Howe J.A., Loraine L.* Environmental medicine Heinemann. 1976. 271 p.
13. *Jemal A., Bray F., Center M.M., Ferlay J., Ward E., Forman D.* Global cancer statistics. *Cancer Journal for Clinicians*, 2011. V. 1. No 2. P. 69–90.
14. *Kendall M.G., Gibbons J.D.* Rank correlation methods. 5<sup>th</sup> ed. London: Griffin, 1990.
15. *Kurolap S.A.* Environment and health. Land Voronezh. Voronezh: Voronezh State University, 2006. P. 369–406 (in Russian).
16. *Makarov V.Z., Novakovsky B.A., Chumachenko A.N.* Ecological and geographical mapping of cities. Moscow: Scientific World, 2000. 176 p. (in Russian).
17. *Mann H.B.* Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, 1945. V. 13. P. 245–259.
18. *Mirzonov V.A., Zhurikhina I.A.* Studying the effect of industrial pollution and social environmental conditions on public health. Health Russian Federation, 2008. No 5. P. 47–49 (in Russian).
19. *Muir C.S.* Etiology of cancer. Accomplishments in cancer research. Philadelphia, 2006. V. 11. P. 108–121.

20. *Musina A.A., Suleimenova R.K., Baimoldinov E.S., K.K. Toguzbaeva, Niyazbekova L.S.* Dependence of the regression model on environmental factors and the health status of the adult population of urbanized territories. *Hygiene, epidemiology and immunobiology*, 2012. No 4 (54). P. 26–28 (in Russian).
  21. *Revich B.A., Avaliani S.L., Tikhonova G.I.* *Environmental epidemiology*. Moscow: Academy, 2004. 384 p. (in Russian).
  22. *Rybakovsky L.L.* Comparative assessment of the demographic distress of the regions of Russia. *Sociological Studies*, 2008. No 10. P. 81–87 (in Russian).
  23. *Slavin M.B.* *System analysis methods in medical research*. Moscow: Medicine, 1989. 304 p. (in Russian).
  24. *Sukhinin S.A.* The peculiarities of the environmental situation and environmental problems in the border-peripheral regions of the Rostov region. *Notes of the Trans-Baikal Branch of the Russian Geographical Society*, 2016. P. 76–82 (in Russian).
  25. *Tarasova T.T.* The peculiarities of the demographic situation of municipalities of the Rostov region. *Ecology. Economy. Informatics. System analysis and mathematical modeling of ecological and economic systems*. Rostov on Don, 2018. V. 1. No 3. P. 96–103. DOI:10.23885/2500-395x-2018-1-3-323-328 (in Russian).
  26. *The health of the population of the region and the priorities of healthcare*. GEOTAR-Media, 2010. 384 p. (in Russian).
  27. *Tsydyanova E.S.* Criteria for sustainable development of the region Science yesterday, today, tomorrow. *Proceedings of XXXI Int. scientific-practical conf. No 2 (24). Part II*. Novosibirsk: SibAK, 2016 (in Russian).
-