

УДК 504.75.05

## **ИНДЕКС АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ ТЕРРИТОРИИ**

© 2013 Р.С. Кузнецова, М.А. Костина

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Поступила 27.10.2013

С помощью алгоритма нормирования произведен расчет индекса антропогенного загрязнения на душу населения и на единицу площади по муниципальным районам Самарской области. Рассчитан коэффициент смертности. С использованием геоинформационной системы по полученным результатам построены карты и проведен их сравнительный анализ.

**Ключевые слова:** индекс антропогенного загрязнения, коэффициент смертности, Самарская область.

### **ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Ключевым моментом в вопросах исследования экологического состояния отдельных регионов является определение их комплексной оценки, а состояние здоровья населения может рассматриваться как его индикатор. Например, это может быть расчет индекса комплексного показателя, отражающего экологическое состояние территории. В данной работе предлагается расчет индекса антропогенного загрязнения по муниципальным районам территории Самарской области.

Самарская область принадлежит к одному из ведущих промышленно развитых регионов России. Занимаемая площадь составляет 53,6 км<sup>2</sup>, на которой проживает более 3213 тыс. человек. В структуре населения области преобладает городское, и более половины от всего населения проживает в двух крупных городах – Самаре (36,4%) и Тольятти (22,4%). Территория области включает в себя 27 муниципальных районов, самые крупные по площади – Ставропольский, Волжский, Большечерниговский, Сергиевский, а по численности населения – Волжский, Красноярский, Кинель-Черкасский и Сергиевский.

В структуре промышленности наиболее развито машиностроение, металлообработка, топливная промышленность, энергетика, цветная металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность. В области развито сельское хозяйство, в котором преобладает в основном растениеводство.

По данным Государственной статистики за 2012 г. Самарская область по большинству макроэкономических показателей показывает положительную динамику. Объем валового регионального продукта в сопоставимых ценах на 5% превысил уровень 2011 г. По некоторым отраслям

индекс промышленного производства превысил 10%. В область активно привлекаются инвестиции, открываются новые производства, идет планомерное развитие региона, которое предусматривает повышенную ответственность за состояние окружающей среды.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Для расчета индекса антропогенного загрязнения была использована экспертная информационная система REGION, основные принципы и концепция построения которой изложены ранее [1, 4-6, 8]. В базу данных экспертной системы введены показатели по выбросам в атмосферу, сбросам сточных вод, объему захоронения отходов и количеству автотранспорта по данным, представленным в Государственном докладе о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2012 г. [2].

Расчет индекса производился с использованием алгоритма нормирования, который заключался в следующем. Каждый из вышеперечисленных показателей был поделен на значение площади территории муниципального района или численности населения, после чего полученные значения были пронормированы, т.е. переведены в значения из отрезка [0,1]. После этого для каждого района была найдена сумма пронормированных показателей антропогенной нагрузки. Полученный показатель впоследствии был также пронормирован. Таким образом, используя введенную шкалу, были получены необходимые индексы антропогенного загрязнения.

Для визуализации полученных результатов использовалась программа ArcGIS, которая обладает широкими возможностями представления информации. Преимущество геоинформационных систем состоит в том, что информация в них имеет четкую географическую привязку, а также возможность отображать ее в виде карт. Это позволяет наглядно сопоставлять и анализировать различные данные и прослеживать связи между явлениями. В данной работе для представления по-

---

*Кузнецова Разина Саитнасимовна*, кандидат биологических наук, научный сотрудник, [gazina-2202@gambler.ru](mailto:gazina-2202@gambler.ru);  
*Костина Маргарита Алексеевна*, научный сотрудник, [margokostina@yandex.ru](mailto:margokostina@yandex.ru)

лученных результатов предварительно была подготовлена основа карты на территорию Самарской области. В отдельном составном слое содержится информация с границами административного деления 27 муниципальных районов области и пунктами расположения их муниципальных центров. Другой составной слой включает гидрографическую сеть. Атрибутивная информация содержится в виде таблиц с четкой привязкой к каждому муниципальному району.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Используя алгоритм нормирования показателей по выбросам в атмосферу, сбросам сточных вод, объему захоронения отходов и количеству автотранспорта рассчитан индекс антропогенного загрязнения по муниципальным районам территории Самарской области. Индекс антропогенного загрязнения, представленный на рис. 1, рассчитан на единицу площади, а на рис. 2 – на душу населения. В обоих случаях все расчеты производились с учетом площади городских территорий и городского населения.

На рис. 1 видно, что индекс антропогенного загрязнения очень высокий в Волжском районе, высокий – в Ставропольском и Кинельском районах. Здесь расположены два самых крупных города и сосредоточены основные промышленные объекты. На долю Волжского района приходится самый высокий индекс загрязнения, так как здесь самые высокие величины показателей, по которым и рассчитывался этот индекс. Помимо областного центра свою лепту в загрязнение окружающей среды района вносят промышленные предприятия городов Новокуйбышевск и Чапаевск.

Высокий индекс загрязнения приходится на единицу площади в Ставропольском и Кинельском районах. Ставропольский район – самый крупный по занимаемой площади. Основные промышленные объекты здесь в основном сосредоточены в г. Тольятти. В области по уровню показателей количества выбросов в атмосферу, объема сточных вод и количества единиц автотранспорта этот район находится на втором месте. В Кинельском районе высокий индекс загрязнения определяется за счет больших объемов захоронения отходов.

В категорию со средним уровнем загрязнения попали Сызранский, Красноярский и Богатовский районы. Сызранский район по уровню показателей сброса сточных вод, выбросов в атмосферу и количества автотранспорта занимает третье место в области, Красноярский по объему захоронения отходов – четвертое, Богатовский находится на пятом месте по величине выбросов в атмосферу (самый маленький по величине площади район). В ряде других районов, таких как Сергиевский, Кинель-Черкасский, Похвистневский и Нефтегор-

ский, прилегающих к промышленному центру области, индекс загрязнения повышенный. Районы, где превалирует аграрный сектор экономики, отнесены к категории с низким индексом антропогенного загрязнения.

Совсем иначе выглядит карта, отражающая индекс антропогенного загрязнения, рассчитанный на душу населения (рис. 2). Очень высокий индекс приходится на Красноярский, Богатовский и Елховский районы. Высокий индекс загрязнения, приходящийся на одного жителя, получается в Большечерниговском, Кинельском, Сергиевском и Камышлинском районах, самый низкий – в Приволжском и Исакилинском районах, в остальных районах он либо средний, либо повышенный. Сравнивая рис. 1 и 2, можно увидеть, что в Кинельском районе оба варианта расчета показывают высокий индекс антропогенного загрязнения. Стабильно низкий уровень загрязнения в Исакилинском и Приволжском районах.

Необходимо еще раз отметить, что все расчеты производились с учетом показателей площади городских территорий, а расчет индекса на душу населения производился с учетом всего населения района. Именно поэтому при втором варианте расчета в Ставропольском и Волжском районах получилось среднее значение индекса, так как в городах Самара и Тольятти сосредоточено больше половины жителей области в целом, что в расчете на каждого жителя несколько занизило значение индекса. Отсюда напрашивается вывод, что при расчете индекса антропогенного загрязнения, если учитывать городское население в общей численности района, получается некорректный результат. По факту городское население сосредоточено на компактной территории, и, по всей видимости, расчет индекса правильней производить по городским округам отдельно.

Уровень антропогенного загрязнения оказывает непосредственное влияние на состояние здоровья населения, одним из косвенных показателей которого является коэффициент смертности. Стоит сразу указать, что в работе были использованы только доступные открытые источники данных, которых, к сожалению, не так много. Конечно же, для более детального и глубокого анализа ситуации необходимо значительно большее количество данных.

Итак, коэффициент смертности рассчитан на 100 тыс. населения по данным, представленным на сайте Росстат [7] на конец 2012 года. На их основе построена карта, которая представлена на рис. 3. Из нее следует, что высокий коэффициент смертности в основном фиксируется не в промышленном центре с высоким индексом загрязнения, а в аграрных районах, сосредоточенных на периферии области.



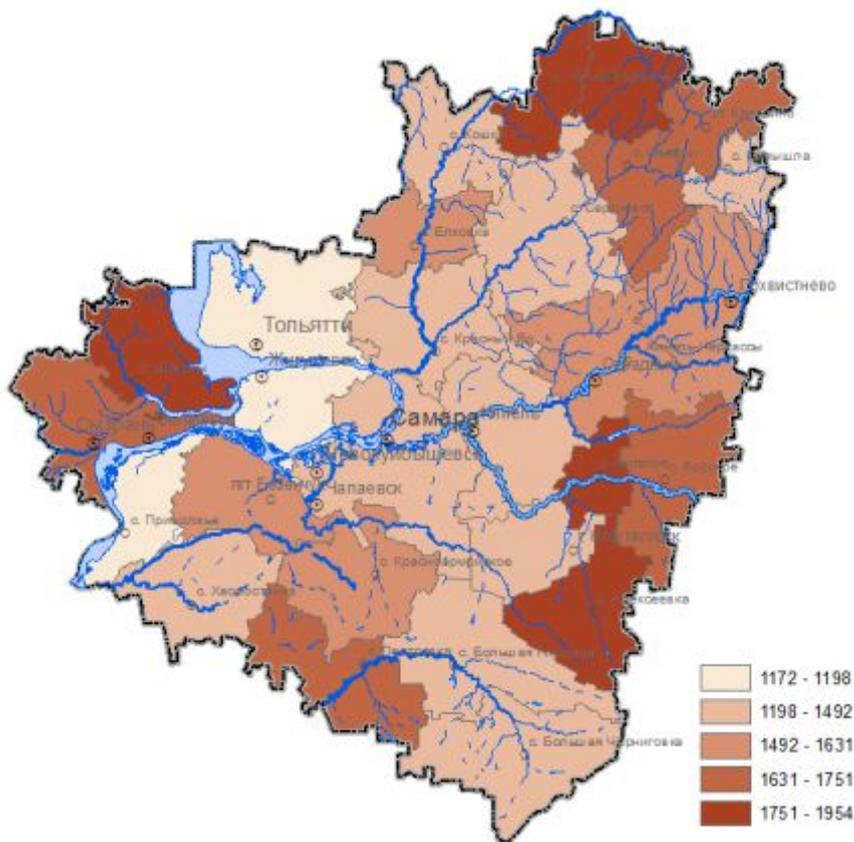


Рис. 3. Коэффициент смертности на 100 тыс. населения.

Можно было бы предположить, что такая картина наблюдается из-за возрастной специфики сельского населения. Кроме того, существенную роль играют социальный и экономический факторы: отсутствие в сельских районах высококвалифицированного медицинского персонала и значительная удаленность этих районов от медицинских центров. Отметим только, что в Богатовском районе высокий индекс загрязнения совпадает с высоким уровнем смертности.

По данным Государственного доклада Роспотребнадзора «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Самарской области в 2012 году» [3, с. 35], в структуре смертности населения по основным классам причин смерти за 2007-2011 гг. основная доля приходится на болезни системы кровообращения (более 50%), вторая по значимости причина – злокачественные новообразования (15%). Причем оба показателя за последний год выросли.

В том же докладе приведена таблица [3, с. 39] ранжирования территории Самарской области по показателю заболеваемости населения злокачественными новообразованиями за 5 лет, где города Самара, Новокуйбышевск и Отрадный ежегодно показывают высокий уровень заболеваемости. За последние три года вырос уровень в г. Чапаевске.

В 2010-2011 гг. в этом списке появились Богатовский и Иса克林ский районы, в 2011 г. – Похвистневский, Алексеевский, Елховский, Безенчукский районы, города Сызрань и Похвистнево.

Прежде чем делать какие-либо выводы об экологическом неблагополучии региона, все вышеизложенное требует глубокого изучения и анализа. Кроме сведений по загрязнению окружающей среды и демографических данных необходимы показатели по заболеваемости населения не за один год, а многолетняя статистика, и, в зависимости от постановки задачи, либо в целом по области, либо по отдельному району, городу и сельскому поселению. Незаменимыми инструментами для этого могут послужить упомянутые выше геоинформационная и экспертная системы. Постоянное пополнение баз данных экономического, социального и природного блока и последующее сопоставление их с данными по состоянию здоровья населения позволит изучать, анализировать, давать оценку экологической ситуации в регионе, а при необходимости ее прогнозировать. Использование GIS-технологий дает такие преимущества, как возможность точной географической привязки данных не только в пределах области, но и района, города, если необходимо, квартала и отдельного взятого дома.

Работа выполнена в рамках Программы грантов Президента РФ для господдержки ведущих научных школ РФ (НШ-3018.2012.4) и гранта РФФИ № 13-04-97004-р\_поволжье\_a.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. База эколого-экономических данных крупного региона (Методическое пособие). Тольятти: ИЭВБ РАН, 1991. 62 с.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2012 год / Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области. Вып. 23. Самара, 2013. 397 с.
3. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Самарской области в 2012 году / Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Самарской области. Самара, 2013. 221 с.
4. *Костина Н.В., Кузнецова Р.С.* Некоторые подходы к оценке экологического состояния территории // Изв. Самар. НЦ РАН. Спец. вып. "ELPIT-2005". Т. 2. 2005. С. 265-268.
5. *Костина Н.В., Розенберг Г.С., Шитиков В.К.* Экспертная система экологического состояния бассейна крупной реки // Изв. Самар. НЦ РАН. 2003. Т. 5, № 2. С. 287-294.
6. *Розенберг Г.С.* Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. Тольятти: Кассандра, 2009. 478 с.
7. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Самарской области. <http://samarastat.gks.ru>.
8. *Шитиков В.К., Костина Н.В., Кузнецова Р.С.* Методы построения синтетических показателей для экологического картографирования территории // Изв. Самар. НЦ РАН. Спец. вып. "Актуальные проблемы экологии". 2005. Вып. 4. С. 74-83.

### INDEX OF ANTHROPOGENOUS POLLUTION AS INDICATOR OF ECOLOGICAL WELL-BEING OF TERRITORY

© 2013 R.S. Kuznetsova, M.A. Kostina

Institute of Ecology of the Volga River Basin of Russian Academy of Sciences, Togliatti

By means of rationing calculation algorithm index of anthropogenous pollution per capita and area unit for municipal areas of the Samara region is calculated. Mortality rate coefficient is calculated. With use of geoinformation system by the received results cards are constructed and their comparative analysis is carried out.

**Key words:** index of anthropogenous pollution, mortality rate coefficient, the Samara region.