УДК 502.2:504.3

ОЦЕНКА УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ МЕТОДОМ ПРОСТОГО РАНЖИРОВАНИЯ

[1]Малышкин Н.Г., [2]Петров Г.Л., [2]Петрова Е.Ю.

[1]ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, e-mail: malyshkin81@rambler.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень

Для оценки состояния среды обитания человека можно использовать разнообразные геоэкологические и статистические методы анализа, одним из наиболее доступных является метод простого ранжирования. В статье представлены результаты анализа факторов негативного воздействия на атмосферный воздух сельскохозяйственных районов юга Тюменской области. Основой для анализа послужили данные статистической отчетности, размещенные в базе данных на сайте Росстат. Проведена оценка уровня антропогенной нагрузки на атмосферный воздух по валовым выбросам загрязняющих веществ в атмосферу, степени очистки выбросов и количеству источников загрязнения с помощью метода простого ранжирования показателей. По результатам проводимых расчетов районы области ранжировали в порядке возрастания или убывания показателей. Из применяемого перечня выявлены наиболее эффективные из анализируемых показателей. На основании объемов валовых выбросов районы распределили по трем группам: высоким, средним и низким уровнем нагрузки на атмосферу. Результаты ранжирования послужили основой для построения карт. В составе валовых выбросов загрязняющих веществ превалировали летучие органические соединения, составляющие до 95% в структуре выброса. Картографирование и анализ мероприятий по снижению выбросов показали, что более чем на 50% территории степень улавливания примеси очень низкая. Состояние компонентов природной среды находится в тесной зависимости с уровнем здоровья населения на обследуемой территории. Для определения последствий воздействия был проведен корреляционный анализ между уровнем антропогенной нагрузки на атмосферу и заболеваемостью населения. Определена прямая зависимость средней степени между объемом выбросов загрязняющих веществ и развитием заболеваний органов дыхания.

Ключевые слова: валовые выбросы загрязняющих веществ, ранжирование, уровень воздействия, степень улавливания и обезвреживания выбросов, здоровье населения

ASSESSMENT OF LEVEL OF IMPACT OF ECONOMIC ACTIVITY ON ATMOSPHERIC AIR BY METHOD OF SIMPLE RANGING

[1]Malyshkin N.G., [2]Petrov G.L., [2]Petrova E.Yu.

[1]State Agricultural University of the Northern Trans-Ural, Tyumen, e-mail: malyshkin81@rambler.ru;

[2]Tyumen Industrial University, Tyumen

For assessment of a condition of the habitat of the person it is possible to use various geoecological and statistical methods of the analysis, one of the most available is the method of simple ranging.. Results of the analysis of factors of negative impact on an atmospheric air of agricultural regions of the South of the Tyumen region are presented in article. Formed a basis for the analysis given to statistical reporting, posted in the database on the website Rosstat. The assessment of level of anthropogenic load of an atmospheric air on gross emissions of pollutants in the atmosphere, extents of cleaning of emissions and quantity of sources of pollution by means of a method of simple ranging of indicators is carried out. By results of the carried-out calculations districts of the area ranged in ascending order or decrease of indicators. From applied with the most effective of the analyzed indicators are revealed. On the basis of volumes of gross emissions areas distributed on three groups: high, average and low level of load of the atmosphere Results of ranging formed a basis for creation of cards. As a part of gross emissions of pollutants the volatile organic compounds making up to 95% in structure of emission prevailed. Mapping and the analysis of actions for decrease in emissions showed that more than for 50% of the territory extent of catching of impurity very low. The status of components of the environment is in close dependence with the level of health of the population in the inspected territory. For definition of effects of influence correlation analysis between the level of anthropogenic load of the atmosphere and incidence of the population was carried out. The direct dependence of average degree between the volume of emissions of pollutants and development of diseases of respiratory organs is defined.

Keywords: gross emissions of pollutants, ranging, influence level, extent of catching and neutralization of emissions, health of the population

Важным направлением комплексного эколого-экономического анализа формирования региональных производственных систем является прогнозирование влияния последствий реализации хозяйственных решений на уровень загрязнения воздушной среды. В структуре многосредового воздействия на человека особое значение в нарушении здоровья имеют загрязнения атмосферного воздуха [1, с. 25]. На уровне с токсичными для человека химическими соединениями в атмосферу поступают и компоненты оказывающие влияние на глобальные процессы биосферы. Так, на-

пример, углекислый газ, поглощение которого в последние годы снижается из-за частых теплых лет [2, с. 2161].

В основе проведения оценки лежит, прежде всего, эмпирическое обобщение данных о влиянии тех или иных объектов или факторов на компоненты окружающей среды. Поэтому используется вся совокупность частных и общих методов географических, геологических и экологических исследований, которые сопровождаются математико-картографическими моделями [3, с. 28]. Поэтому использование математических методов, позволяющих охватить несколько компонентов природной среды для целого ряда пространственно распределенных объектов, и сравнение их между собой представляет практический интерес для выявления наиболее проблемных с экологической точки зрения территорий. Подобный анализ позволяет не только выявлять территории, требующие особого внимания в плане охраны, но и выделять критерии, которые в дальнейшем можно включать в методику оценки.

Целью данного исследования является сравнительный анализ степени воздействия хозяйственной деятельности на атмосферный воздух районов юга Тюменской области.

Материалы и методы исследования

Материалом для проведения исследования послужили результаты экологической отчетности, размещенные в БД «Показатели муниципальных образований» на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики. Выборка сформирована по состоянию на 2017 г. При проведении исследований использовали метод простого ранжирования, заключающийся в расположении объектов ранжирования в порядке убывания (возрастания) суммы значений нормированных признаков. Ранги обозначали цифрами от 1 до *n* и присваивали каждому значению. Результаты ранжирования визуализировали с помощью картограмм, созданных в программе QGis 2.10.1. Для оценки влияния загрязнения атмосферы на здоровье населения районов проведен корреляционный анализ в MS Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Эксплуатация объектов хозяйственной деятельности связана с непосредственным воздействием на компоненты окружающей природной среды. При этом, существенная нагрузка приходится на атмосферный воздух. Даже в районах, преимущественно эксплуатирующих агроландшафты, совокупный уровень воздействия на атмосферу остается существенным [4, с. 177].

При оценке эффективности выполнения мероприятий по охране атмосферы недостаточно иметь только сведения о сокращении выбросов. Требуется надежная информация за длительный период о содержании примесей в атмосфере и климатических условиях их распространения [5, с. 10]. Оценить и спрогнозировать степень антропогенного воздействия на атмосферный воздух региона возможно на основании анализа источников и факторов негативного воздействия. Данные о типах источников, их характеристике и метеорологических особенностях территории позволяют определить поля концентрации примесей, «прорисовать» зону возможного загрязнения и разработать прогноз развития ситуации.

Методы ранжирования отдельных групп показателей по мере увеличения (уменьшения) значения позволяют получить ряд данных и объединить показатели в классы, необходимое количество которых устанавливает исследователь.

Важным этапом экологического анализа является выбор наиболее эффективных критериев, которые являются показательными, а иногда и индивидуальными для конкретной местности. Для анализа уровня антропогенной нагрузки на атмосферный воздух использовали следующие показатели: количество стационарных источников выброса загрязняющих веществ в атмосферу (ед.); валовый объем выброса загрязняющих веществ (т/год); выбросы по отдельным видам загрязняющих веществ (т/год); эффективность улавливания и обезвреживания выбросов (%), заболеваемость населения (число случаев на 1000 населения). Это стандартный перечень показателей воздействия на атмосферный воздух, положенный в основу статистической отчетности, ежегодно предоставляемой предприятиями и организациями. Для каждого района был проведен расчет значимости фактора по каждому из выбранных критериев. Обобщение полученных показателей позволило провести ранжирование рассматриваемых факторов по степени важности. Ранжирование факторов по степени важности осуществляется на основе суммы баллов либо по величине коэффициента значимости. Чем меньше сумма баллов (больше коэффициент значимости), тем важнее фактор.

Валовый объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по муниципальным районам определяется уровнем развития производства, а также объемом затрат на природоохранную деятельность. При этом количество источников загрязнения атмосферы не является определяющим показателем в оценке степени нагрузки и не коррелирует с валовыми поступлениями загрязняющих веществ. Из основополагающих показателей, при оценке воздействия, выделяется мощность источников, сосредоточенных на анализируемой территории. Приведенные объемы выбросов были распределены по трем категориям – высокий, средний и низкий уровни воздействия. Оценка проводилась раздельно по городам и муниципальным районам (рис. 1).

Предварительная оценка показала высокий уровень антропогенной нагрузки на атмосферный воздух в Уватском районе (75,7 тыс. т в год), что обусловлено развитием добывающей промышленности, совокупные выбросы которой существенно превышают таковые по остальным районам области. По значению коэффициента значимости, район был отнесен к первому рангу. Для остальных районов получены связанные ранги, по которым был проведен пересчет коэффициента значимости с целью сопоставимости оценок. Учитывая сельскохозяйственную ориентированность производства в остальных районах юга области, наблюдается преимущественно низкий уровень воздействия на атмосферу. По городам и городским округам ситуация выглядит следующим образом: высокий уровень нагрузки на атмосферу характерен для Тюмени, средний – для Тобольска, низкий – Ишима, Заводоуковска и Ялуторовска. Такая особенность обусловлена уровнем развития инфраструктуры города, мощностью производства и численностью населения.

В составе выбросов, поступающих от совокупности источников, преобладают твердые вещества, окислы азота, углерода и серы, летучие органические соединения (ЛОС). Из окислов по объему преобладает диоксид углерода. Раздельное ранжирование районов по этим показателям нецелесообразно, так как полученный результат аналогичен рангам, сформированным по валовым выбросам в атмосферу.

Доля выбросов, поступивших на пыле- и газоуловители (ЛГУ), максимальна в Омутинском (98,8 % от отходящих), Абатском (88,2 %), Вагайском (86,1 %), Юргинском (84,4 %), Сорокинском (82,9 %) районах и в городах Тюмень (84,7 %) и Ялуторовск (79,6 %). Улавливание и обезвреживание загрязняющих веществ по районам ранжировали по убыванию показателя на 4 группы от высокой степени очистки до очень низкой. Более чем на 50 % территории юга Тюменской области выбросы в атмосферу осуществляются без очистки или с очисткой на уровне менее 10 % (рис. 2).

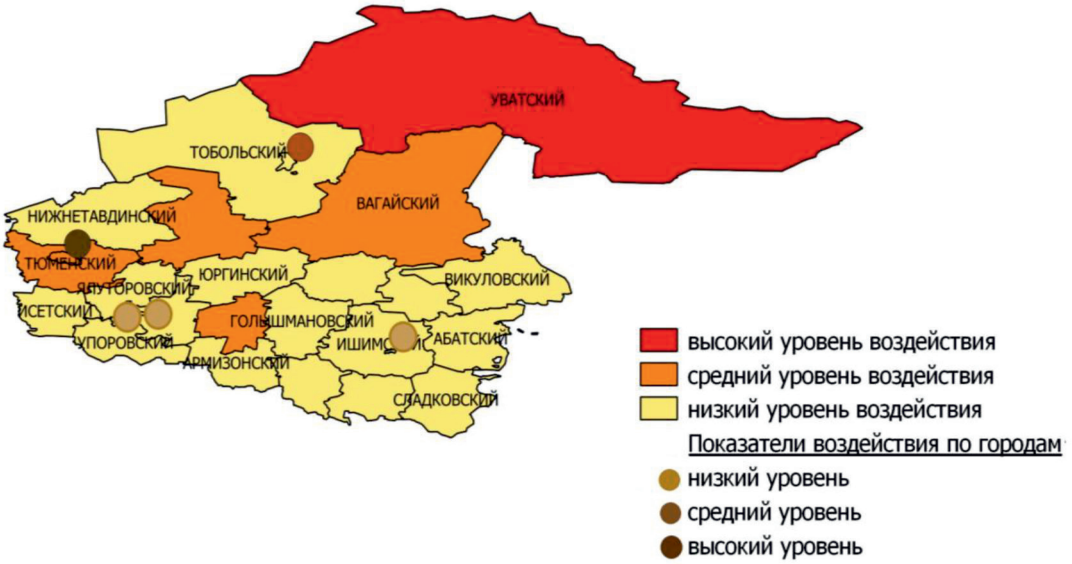


Рис. 1. Уровень воздействия на атмосферный воздух по городам и муниципальным районам Тюменской области

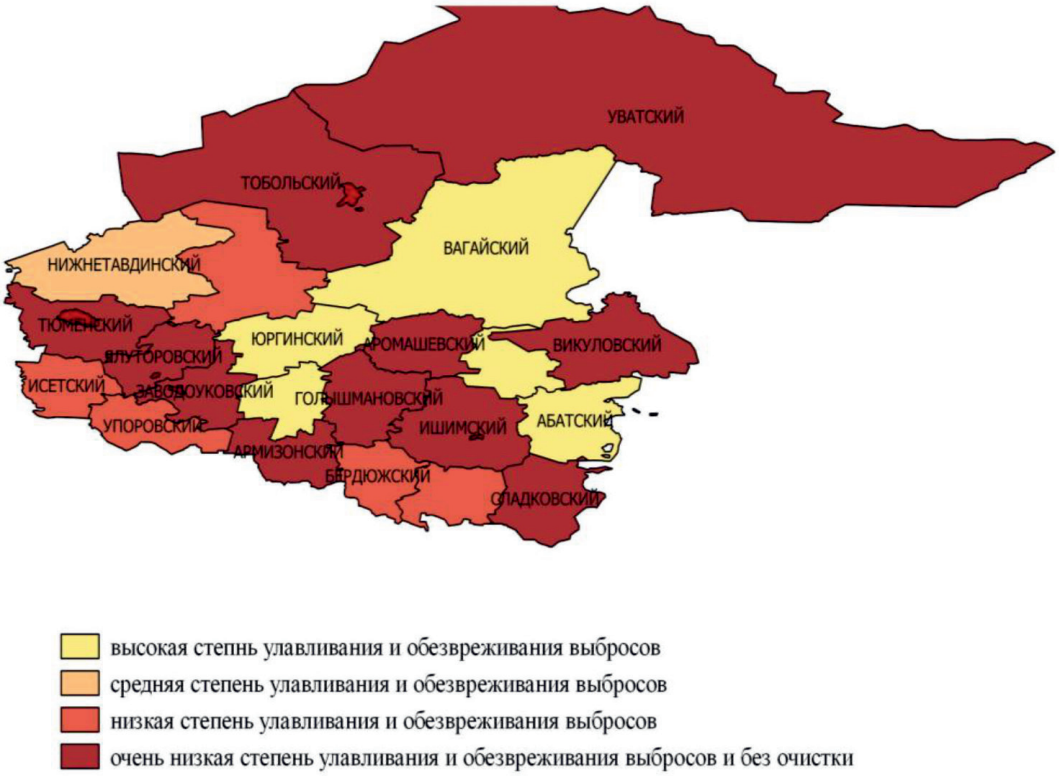
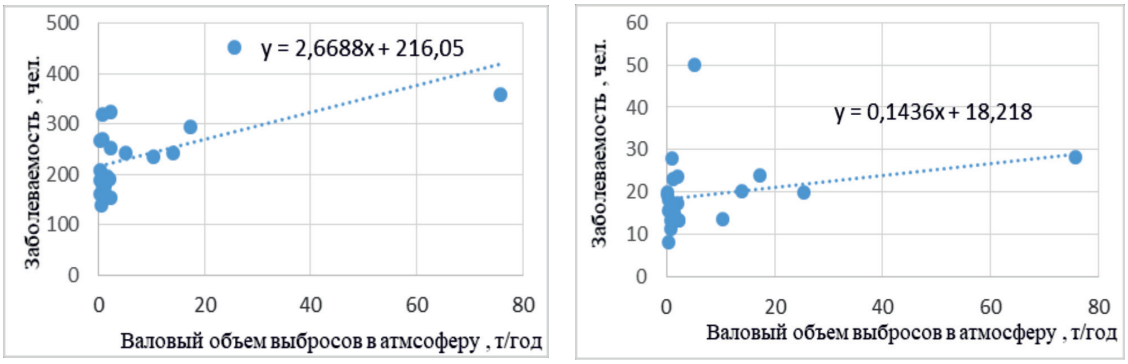


Рис. 2. Предварительное ранжирование районов Тюменской области по увеличению экологической безопасности (от большего показателя к меньшему)

Перечень заболеваний населения Тюменской области, связанных с загрязнением атмосферного воздуха

Патология	Вещества вызывающие патологию [6, с. 19]	Вещества, содержащиеся в атмосферных выбросах районов
Болезни системы кровообращения	окислы серы, окись углерода, окислы азота, сернистые соединения, сероводород, этилен, пропилен, бутилен, жирные кислоты, ртуть, свинец	твердые вещества (пыль), газообразные и жидкие выбросы, окислы серы, окись углерода, окислы азота, углеводороды без ЛОС, ЛОС, прочие соединения
Болезни органов дыхания	пыль, окислы серы и азота, окись углерода, сернистый ангидрид, фенол, аммиак, углеводород, двуокись кремния, хлор, ртуть	
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	окислы серы и азота, окись углерода, углеводород, азотистоводородная кислота, этилен, пропилен, сероводород	

Одним из показателей последствий воздействия на окружающую природную среду является состояние здоровье населения. По оценкам экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) различают пять категорий реакций состояния здоровья населения на загрязнение окружающей среды: повышение смертности, повышение заболеваемости, наличие функциональных изменений, превышающих норму или не превышающих норму, относительно безопасное состояние. Как известно, аэрогенный путь поступления поллютантов в организм человека наиболее значительный и неблагоприятный в связи с особенностями токсикокинетики в организме. По составу эмиссии загрязняющих веществ определено предполагаемое воздействие компонентов на развитие заболеваний дыхательных путей, системы кровообращения, крови и кроветворных органов (таблица).



а) *б)*

Рис. 3. Коррелятивная связь между состоянием здоровья населения и уровнем загрязнения атмосферного воздуха: а) заболевания органов дыхания; б) заболевания крови

Из поступающего в атмосферный воздух перечня веществ около 80% можно отнести к факторам риска развития вышеперечисленных заболеваний. По результатам проведенного анализа установлена прямая зависимость между уровнем загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемостью населения. Коррелятивная связь слабой степени существует между уровнем загрязнения атмосферы и заболеваниями органов дыхания у населения районов, при значении коэффициента корреляции r = 0,57 и коэффициента детерминации $d_{ух}$ = 0,32 (рис. 3).

Такая зависимость обусловлена ингаляционным путем поступления твердых и газообразных соединений в органы дыхания. Так, доля влияния загрязнения атмосферного воздуха на развитие данной группы заболеваний составляет 32% от всех вместе взятых воздействий. Загрязнение атмосферного воздуха оказывает слабое воздействие на развитие заболеваний крови и кроветворных органов (r = 0,28, $d_{ух}$ = 0,08).

Развитие заболеваний дыхательных путей (число случаев на 1000 населения) является максимальным для Тюменского (452,37), Уватского (357,89), Ишимского (325,39) и Ялуторовского (320,38) районов. Эти показатели получены с учетом населения, проживающего в условиях городской среды, где воздействие на атмосферный воздух на порядок выше, по сравнению с сельской территорией. По данным статистической отчетности основной вклад в уровень загрязнения городов вносят неорганизованные (передвижные) источники выброса, которые выделяют в атмосферу вещества вызывающие патологию органов дыхания.

Выводы

1. Выбор показателей для определения значимых факторов и их ранжирования является важным этапом применяемого метода. Из перечня используемых показателей наиболее значимыми являются: валовый объем выбросов в атмосферу, состав выбросов и эффективность работы пылегазоуловителей (ПГУ). Число учитываемых источников загрязнения не может быть использовано в системе оценки, так как их параметры и мощность выброса будут различаться между собой и не позволят оценить уровень воздействия на атмосферу и сопоставить районы по анализируемому критерию.

2. Проведенная оценка позволила выделить районы Тюменской области по степени антропогенного воздействия на атмосферный воздух. Ранжированные данные показали взаимосвязь между мощностью техногенных объектов и уровнем нагрузки на атмосферу. Анализ эффективности природоохранных мероприятий, реализуемых природопользователями, позволил выделить 4 категории районов. В результате было установлено, что более чем на 50% территории степень улавливания и очистки выбросов очень низкая.

3. Показатели состояния здоровья населения в районах, по анализируемым показателям, коррелируют со степенью нагрузки на атмосферу и могут быть использованы в качестве регионального индикатора при качественной оценке состояния природных сред. Методы статистического анализа показали коррелятивную связь слабой степени между уровнем развития заболеваний дыха-

тельных путей у населения районов и объемом специфичных загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу. Таким образом, данный параметр может быть использован как один из индикаторов состояния атмосферы в городах и населенных пунктах.

Список литературы / References

1. Давыденко Л.А., Сливина Л.П., Беляева А.В. Ретроспективный анализ качества атмосферного воздуха на территориях крупного промышленного города // Волгоградский научно-медицинский журнал. 2013. № 4 (40). С. 25–27.

Davydenko L.A., Slivina L.P., Belyaeva A.V. The retrospective analysis of quality of atmospheric air in territories of the large industrial city // the Volgograd scientific and medical magazine. 2013. № 4 (40). P. 25–27 (in Russian).

2. Degefie D.T., Fleischer E., Klemm O., Soromotin A.V., Soromotina O.V., Tolstikov A.V., Abramov N.V. Climate extremes in south western siberia: past and future. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. 2014. V. 28. № 8. P. 2161–2173. DOI: 10.1007/s00477-014-0872-9.

3. Малышкин Н.Г. Оценка экологической безопасности районов юга Тюменской области на базе совокупности критериев // АгроЭкоИнфо. 2018. № 4 (34). [Электронный ресурс]. URL: http://www.agroecoinfo.narod.ru/journal/index.html (дата обращения: 08.04.2019).

Malyshkin N.G. Assessment of environmental safety of regions of the South of the Tyumen region on the basis of set of criteria // Agroekoinfo. 2018. № 4(34). [Electronic resource]. URL: http://www.agroecoinfo.narod.ru/journal/index.html (date of access: 08.04.2019) (in Russian).

4. Санникова Н.В., Суровцева Ю.А., Шелепова И.М. Оценка воздействия на окружающю среду Кукушкинской межхозяйственной мелиоративной системы в Голышмановском районе Тюменской области при реконструкции // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Сборник материалов LII Международной студенческой научно-практической конференции. Тюмень, 2018. С. 177–180.

Sannikova N.V., Surovtseva Yu.A., Shelepova I.M. Influence assessment on окружающю the environment of the Kukushkinsky intereconomic meliorative system in the Golyshmanovsky region of the Tyumen region at reconstruction // Topical issues of science and economy: new calls and decisions. Collection of materials LII of the International student's scientific and practical conference. Tyumen, 2018. P. 177–180 (in Russian).

5. Малышкин Н.Г., Санникова Н.В. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2017. 128 с.

Malyshkin N.G., Sannikova N.V. Ecological monitoring: educational and methodical grant. Tyumen: GAU Severnogo Zaural`ya, 2017. 128 p. (in Russian).

6. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека. Региональные публикации ВОЗ. Европейская серия. № 85. Копенгаген, 2001. 293 с.

Monitoring of quality of atmospheric air for assessment of impact on human health. Regional publications of WHO. European series. № 85. Kopengagen, 2001. 293 p. (in Russian).