

industrial accidents in 2010 [electronic resource]. - Access : <http://www.social.org.ua/view/927>

6. Стан виробничого травматизму та підсумки роботи робочих органів виконавчої дирекції Фонду щодо профілактики нещасних випадків на виробництві за 2011 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.social.org.ua/view/1374>

Condition of occupational injuries and results of the work of the executive management of the Fund on the prevention of industrial accidents in 2011 [electronic resource]. - Access : <http://www.social.org.ua/view/1374>

7. Аналіз стану виробничого травматизму та професійної захворюваності на підприємствах України за 2010 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.social.org.ua/view/1954>

Analysis of industrial injuries and occupational diseases in the Ukraine in 2010 [electronic resource]. - Access : <http://www.social.org.ua/view/1954>

8. Аналіз страхових нещасних випадків на виробництві та профзахворювань за 2014 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.social.org.ua/view/2470>

Analysis of insurance accidents at work and occupational diseases by 2014 [electronic resource]. - Access : <http://www.social.org.ua/view/2470>

9. Аналіз страхових нещасних випадків на виробництві та профзахворювань за 2015 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.social.org.ua/view/3015>

Analysis of insurance accidents at work and occupational diseases by 2015 [electronic resource]. - Access : <http://www.social.org.ua/view/3015>

10. Зеленський І. Приховування нещасних випадків як засіб поліпшення статистики / І. Зеленський // Охорона праці. – 2011. – № 6. – С. 34–35.

I. Zelensky Hide accidents as a means of improving statistics / I. Zelensky // Occupational Health . - 2011. - № 6. - P. 34-35.

11. Звіт про страхову діяльність Фонду у 2014 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.social.org.ua/laws/resolutions-of-fond> Report on the insurance activity of the Fund in 2014 [electronic resource]. - Access : [http://](http://www.social.org.ua/laws/resolutions-of-fond)

www.social.org.ua/laws/resolutions-of-fond
12. Про охорону праці : закон України від 18.11.2012 № 2694-12 [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2694-12/page1>

On Labour Protection Law of Ukraine of 18.11.2012 № 2694-12 [electronic resource]. - Mode pre-stupa : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2694-12/page1>

13. Моїсєєнко О. Ще раз про приховування нещасних випадків [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://www.ohoronapraci.kiev.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=855%3Aescherazo-sokrytii-neschastnyh-sluchaev&catid=66%3Aanonsu&lang=ua

Alexander Moiseenko again concealment of accidents [electronic resource]. - Access : [http://www.ohoronapraci.kiev.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=855%3Aescherazo-sokrytii-neschastnyh-sluchaev & catid = 66 % 3Aanonsu & lang = ua](http://www.ohoronapraci.kiev.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=855%3Aescherazo-sokrytii-neschastnyh-sluchaev%3Aanonsu&lang=ua)

14. Колесник С. Большие проблемы малых предприятий / С. Колесник // Охрана труда. – 2012. – № 6. – С. 33.

S. Kolesnik Bolshye problems malyh enterprises / S. Kolesnik // Protection of labor. - 2012. - № 6. - P. 33.

15. Маціяко В. З третьої спроби / В. Маціяко // Охорона праці. – 2010. – № 7. – С. 25.

V. Matsiyako the third attempt / V. Matsiyako // Occupational Health . - 2010. - № 7. - S. 25.

Стаття рекомендована до публікації д-ром. техн. наук, проф. А. С. Беліковим (Україна); д-ром. техн. наук, проф. С. З. Поліщуком (Україна)

Стаття поступила в редколлегию 30.09.2015

УДК 577.4:339.4

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА

ЕМЕЦ Н.А. ^{1*}, *к.т.н., с.н.с.*

РОМАНЕНКО И.И. ¹, *инженер*

ЛЕСНИКОВА И.Ю. ², *инженер*

ТРИФОНОВ И. В. ³, *д.т.н., проф*

^{1*} Отдел экологического нормирования, Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины, ул. Московская, 6, 49000, Днепропетровск, Украина, тел. +38(050) 537-04-66, e-mail: m.yemets@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0002-0474-9946

¹ Отдел экологического нормирования, Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины, ул. Московская, 6, 49000, Днепропетровск, Украина, тел. +38(050) 539-72-69, e-mail: romirik@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4585-2659

² Кафедра транспортных систем и технологий, Университет таможенного дела и финансов, ул. Дзержинского 2/4, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38(056) 756-05-57, e-mail: lecnikova@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-2750-6031

³ Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, г. Днепропетровск, Украина, тел. (0562)46-43-86, e-mail: Vo_ron@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3278-6197

Аннотация. *Цель.* Установить критерии устойчивости и провести оценку экологических нормативов, ориентированных на решение ключевой задачи развития - достижение такого уровня экологической безопасности жизнедеятельности, которая обеспечивает демографическую стабильность региона. *Методика.* Предложенная интегральная оценка устойчивости развития региона базируется на комплексном анализе статистических данных техногенно нагруженных регионов Украины с применением корреляционно-регрессионных методов математической статистики. В качестве критериального базиса - ориентира для процесса достижения устойчивого развития приняты три показателя $\{\dot{N}, \tau, RGNP\}$, соответственно годовой прирост населения, средняя продолжительность жизни и удельный реальный произведенный внутренний валовой продукт. *Результаты.* Выполненные исследования, на примере техногенно нагруженного региона Украины - Днепропетровской области - показывают, что разработка оценок и нормативов устойчивого развития возможна только на основе выбора конкретного приоритетного ориентира по результатам анализа всего комплекса перспективных проблем, которые приходится решать в рамках проблематики устойчивого развития. Таким приоритетом сейчас и на ближайшую перспективу есть демографическая ситуация. При этом ведущую роль играют такие показатели как прирост населения и средняя продолжительность жизни. Выбор приоритета и использование строгих методов корреляционного и регрессионного анализа на фактическом материале Днепропетровской области позволяет осуществлять расчет граничных значений ключевых нормативов устойчивого развития и соответствующих весовых коэффициентов влияния. Полученные результаты создают основу для расчета интегрального индекса устойчивого развития. *Научная новизна.* Установленные и подтверждаемые методами математической статистики зависимости позволяют определить критерии устойчивого развития по средней продолжительности жизни и по удельному реальному произведенному продукту. При этом устойчивое развитие региона понимается, прежде всего, как обеспечивающее стабилизацию демографической ситуации. Полученные критериальные оценки (средней продолжительности жизни – 69 лет; удельного реального произведенного продукта – 16 \$/чел·день) являются пороговыми значениями и отражают минимальные требования к региональной устойчивости развития. *Практическая значимость.* Предлагаемый подход по оценке ключевых экологических нормативов позволяет устанавливать уровни устойчивости для всех составляющих индекса человеческого развития, принятого в ООН, и может быть использован при разработке и практическом внедрении региональных стратегий устойчивого развития территорий.

Ключевые слова: устойчивое развитие; экологические нормативы; демографическая стабильность; годовой прирост населения; средняя продолжительность жизни

ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТЕХНОГЕННОГО РЕГІОНУ

ЄМЕЦЬ М.А.^{1*}, к.т.н., с.н.с.

РОМАНЕНКО І.І.¹, інженер

ЛЕСНИКОВА І.Ю.², інженер

ТРІФОНОВ І.В.³, д.т.н., проф

^{1*} Відділ екологічного нормування, Інститут проблем природокористування та екології НАН України, вул. Московська, 6, 49000, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38(050) 537-04-66, e-mail: m.yemets@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0002-0474-9946

¹ Відділ екологічного нормування, Інститут проблем природокористування та екології НАН України, вул. Московська, 6, 49000, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38(050) 539-72-69, e-mail: romirik@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4585-2659

² Кафедра транспортних систем та технологій, Університет митної справи та фінансів, вул. Дзержинського 2/4, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38(056) 756-05-57, e-mail: lecnikova@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-2750-6031

³ Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, г. Дніпропетровськ, Україна, тел. (0562)46-43-86, e-mail: Vo_ron@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3278-6197

Анотація. *Мета.* Встановити критерії сталості та провести оцінку екологічних нормативів, орієнтованих на вирішення ключового завдання розвитку - досягнення такого рівня екологічної безпеки життєдіяльності, яка забезпечує демографічну стабільність регіону. *Методика.* Запропонована інтегральна оцінка сталості розвитку регіону базується на комплексному аналізі статистичних даних техногенно навантажених регіонів України із застосуванням кореляційно-регресійних методів математичної статистики. В якості критериального базису - ориентира для процесу досягнення сталого розвитку прийняті три показники $\{\dot{N}, \tau, RGNP\}$, відповідно річний приріст населення, середня тривалість життя і питомий реальный вироблений внутрішній валовий продукт. *Результати.* Виконані дослідження, на прикладі техногенно навантаженого регіону України - Дніпропетровської області - показують, що розробка оцінок і нормативів сталого розвитку можлива тільки на основі вибору конкретного пріоритетного орієнтуру за результатами аналізу всього комплексу перспективних проблем, які доводиться вирішувати в рамках проблематики сталого розвитку. Таким пріоритетом зараз і на найближчу перспективу є демографічна ситуація. При цьому провідну роль відіграють такі показники як приріст населення і середня тривалість життя. Вибір пріоритету і використання методів кореляційного і регресійного аналізу на фактичному матеріалі Дніпропетровської області дозволяє здійснювати розрахунок граничних значень ключових нормативів сталого розвитку та відповідних вагових коефіцієнтів впливу. Отримані результати створюють основу для розрахунку інтегрального індексу сталого розвитку. *Наукова новизна.* Встановлені і підтверджені методами математичної статистики залежності дозволяють визначити критерії сталого розвитку за середньою тривалістю життя і за питомим реальним виробленим продуктом. При цьому сталий розвиток регіону

вважається, передусім таким, який забезпечує стабілізацію демографічної ситуації. Отримані критеріальні оцінки (середньої тривалості життя - 69 років; питомий реальний вироблений продукт - 16 \$/чол-день) є пороговими значеннями і відображають мінімально необхідні вимоги до регіональної сталості розвитку. **Практична значимість.** Запропонований підхід до оцінки ключових екологічних нормативів дозволяє встановлювати рівні сталості для всіх складових індексу людського розвитку, прийнятого в ООН, і може бути використаний при розробці та практичному впровадженні регіональних стратегій сталого розвитку територій.

Ключові слова: сталий розвиток; екологічні нормативи; демографічна стабільність; річний приріст населення; середня тривалість життя

INTEGRAL ESTIMATES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT MAN-MADE THE REGION

YEMETS M.A.^{1*}, *Ph.D. in technical science, senior researcher*

ROMANENKO I.I.¹, *engineer*

LESNIKOVA I.Y.², *engineer*

TRIFONOV I. V.³, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

^{1*} Department of environmental regulation, Institute for Nature Management Problems and Ecology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Moskovskaya street, 6, 49000, Dnipropetrovsk, Ukraine, tel. +38(050) 537-04-66, e-mail: m.yemets@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0002-0474-9946

¹ Department of environmental regulation, Institute for Nature Management Problems and Ecology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Moskovskaya street, 6, 49000, Dnipropetrovsk, Ukraine, tel. +38(050) 539-72-69, e-mail: romirik@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4585-2659

² The Department of Transport Systems and Technology, University of customs and finance ul.Dzerzhynskoho 2/4, 49600, of Dnepropetrovsk, Ukraine, tel. +38 (056) 756-05-57, e-mail: lecnikova@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-2750-6031

³ Construction technology chair, State Higher Educational Institution "Dnieper State Academy of Architecture and budivnytstva" street. Chernyshevskogo 24th, 49600, г.Дніпропетровськ, Україна, тел.(0562)46-43-86, e-mail:Vo_ron@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3278-6197

Abstract. Purpose. Establish criteria to evaluate the sustainability and environmental standards, focused on solving key development objectives - achieving a level of environmental health and safety, which provides demographic stability in the region. **Methodology.** The proposed integrated assessment of sustainable development of the region is based on a comprehensive analysis of statistical data technologically loaded regions of Ukraine using correlation and regression methods of mathematical statistics. As the basis of criterion - a benchmark for the achievement of sustainable development adopted three measures $\{\dot{N}, \tau, RGNP\}$, respectively, the annual population growth rate, life expectancy and specific real gross domestic product is produced. **Findings.** The investigations on the example of technologically loaded region of Ukraine - Dnipropetrovsk region - suggest that the development of assessments and standards for sustainable development can only be based on the selection of a particular priority on the results of a benchmark analysis of all prospective problems that must be solved within the framework of sustainable development issues. So priority now and in the near future there is the demographic situation. In this leadership role played by such factors as population growth and life expectancy. Priority selection and the use of rigorous methods of correlation and regression analysis on the factual material Dnipropetrovsk region allows calculation of limit values of key standards of sustainable development and the corresponding weighting factors of influence. The results provide a basis for the calculation of the integral index of sustainable development. **Originality.** Installed and verifiable methods of mathematical statistics, depending enable us to determine the criteria for the sustainable development of life expectancy and the actual specific product produced. At the same time sustainable development of the region is understood primarily as providing stabilization of the demographic situation. These criteria estimation (average life expectancy - 69 years, the share of the real product produced - \$ 16/person-day) is the threshold value and reflect the minimum requirements for regional sustainable development. **Practical value.** The proposed approach for the assessment of the key environmental regulations allows the levels of resistance for all components of the index of human development adopted at the United Nations, and can be used in the development and practical implementation of regional strategies for sustainable development of territories.

Keywords: sustainable development; environmental regulations; demographic stability; annual population growth; average life expectancy

Введение

Современное состояние природной среды обитания оценивается в категориях глобального и региональных экологических кризисов, которые

бросают серьезный вызов человечеству, поставив на повестку дня вопрос о перспективах его развития.

Многие связывают решение этих проблем с концепцией устойчивого развития (sustainable development) предложенной в 1987 году Комиссией по окружающей среде и развитию ООН [10]. Однако само определение устойчивости, данное

председателем Комиссии Г.Х. Брундтланд, до сих пор является предметом научной дискуссии, так как оно носит общий характер и лишено того аналитического содержания, которого требует точный научный и практический подход.

Несмотря на обилие разнообразных трактовок устойчивости развития, которых придерживаются различные авторы, бесспорно одно - не только на социальном, но и на базисном биологическом уровне организации жизни, сокращение популяции биологического вида наступает только в результате ухудшения условий обитания, в то время как численная стабилизация вида, это результат длительного устойчивого взаимодействия с окружающей средой. Это очевидно и для людей, их взаимодействия с природной и техногенной средами обитания [11].

Эти проблемы, с учетом национальных и региональных особенностей, остро стоят перед современной Украиной [3]. Депопуляция народонаселения, развернувшаяся на рубеже начала 90-х годов, стала явным и бесспорным свидетельством неустойчивости развития общества. Таким образом, изучение демографических тенденций техногенно нагруженных регионов современной Украины в их связи с экобезопасностью и хозяйственной деятельностью является актуальной научной и прикладной задачей, а достижение демографической стабильности в стране в целом и каждом ее регионе в отдельности, с перспективой на длительный период времени, должно быть признано как ключевой критерий и показатель достижения того, что мы можем рационально понимать под термином устойчивое развитие [4].

Цель

Последние и наиболее важные достижения в области изучения демографии, ее связи с современными глобальными проблемами представлены в работах [5,6,9,12,13]. Однако серьезные проблемы принципиального и методологического характера возникают при попытке перейти от рассмотрения вопроса на глобальном уровне к региональному уровню. Это отмечается и самими авторами указанного исследования. В тоже время, важность и необходимость такого перехода имеет особое значение хотя бы потому, что только на региональном уровне можно выработать и внедрять регулирующие решения. Реальное разрешение проблемы устойчивости на локальных уровнях создает предпосылки для ее решения и на глобальном уровне. Обратное движение, как известно из всего опыта экологической науки и практики не реально и не эффективно.

Целью данной работы является поиск новых более совершенных критериев устойчивости и проведение оценки экологических нормативов, ориентированных на решение ключевой задачи развития - достижение такого уровня экологической

безопасности жизнедеятельности, которая обеспечивает демографическую стабильность региона.

Методика

Предложенная интегральная оценка устойчивости развития региона базируется на комплексном анализе статистических данных техногенно нагруженных регионов Украины с применением корреляционно-регрессионных методов математической статистики. В качестве критериального базиса - ориентира для процесса достижения устойчивого развития приняты три показателя $\{\dot{N}, \tau, RGNP\}$, соответственно годовой прирост населения, средняя продолжительность жизни и удельный реальный произведенный внутренний валовой продукт.

В связи с переходом на региональный уровень рассмотрения, с методологической точки зрения, актуальным становится частичный отход от автомоделей представлений, при котором рост народонаселения определяется зависимостями вида: $\Delta N/\Delta t \sim \varphi(N)$ [5,6].

Все вышеперечисленное дает основание для постановки следующих задач исследования:

- первое, на основе статистических данных техногенно нагруженного региона - Днепропетровской области, с привлечением метода математической статистики, установить достоверную связь между демографическими показателями, подтверждающую системную роль параметра τ - средняя продолжительность жизни как интегрального показателя экобезопасности;
- второе, на основе установленных связей и модельных представлений провести оценки ключевых экологических нормативов устойчивого развития техногенно нагруженного региона (Днепропетровская область) и разработать на их основе критерии перехода региона к устойчивому развитию.

Результаты

Актуальность задачи разработки и научного обоснования ключевых экологических нормативов устойчивого развития техногенно нагруженных территорий была представлена авторами настоящего исследования в работе [4]. В ней указывается на острый и актуальный характер проблемы устойчивого развития современной Украины в ее связи с демографической ситуацией, а также в попытках государства найти эффективное решение этой проблемы.

В предлагаемом научном исследовании указанное диалектическое противоречие представлено «тандемом» показателей: экологичувствительной величиной τ - средней продолжительностью жизни и экономическим макропоказателем индустриальной активности $RGNP$ - реальным удельным на душу

населения, суточным произведенным внутренним валовым продуктом (ВВП).

Снятие противоречия сводится к эффективной оценке устойчивости развития техногенно нагруженной территории посредством интегрального показателя, устанавливающего естественный баланс τ и $RGNP$, как между тезисом и антитезисом.

Последние и важнейшие достижения в области демографии, ее связи с современными глобальными проблемами, с удачным использованием математического аппарата, представлено в работах группы авторов [1,2,5,6,9,12-20]. В частности, в основу исследования Капицы С.П. [6] положено представление об автомодельном характере развития народонаселения, которое подчинено глобальному взаимодействию, пропорциональному полному числу людей на Земле. Природа этого взаимодействия, по мнению автора, "...связана с распространением и обменом информацией и специфична для человека как вида. Такое коллективное взаимодействие лежит в основе развития и привело к тому, что численность человечества на много порядков больше, чем численность сравнимых с им видов животных".

Тем не менее, серьезные проблемы принципиального и методологического характера возникают при попытке перейти от рассмотрения вопроса на глобальном уровне к региональному уровню. Это подчеркивается и самим автором [6]: «...очевидно, что судьба отдельно взятой страны никак не может рассматриваться методами, развитыми для описания всего человечества в рамках нелинейной теории. Однако столь же очевидно, что развитые представления дают глобальные рамки, демографическое поле, в котором следует поместить каждую отдельно взятую страну как часть целого».

В то же время, важность и необходимость такого перехода имеет стратегическое значение. Как нам представляется, необходимые принципиальные изменения могут быть достигнуты только путем замены информационного фактора N^2 автомодельной зависимости на относительно самостоятельную, представительную величину, которая отображала бы не только положительные тенденции мировой глобализации, но и состояние окружающей среды, здоровье населения, социальное благополучие, безопасность жизнедеятельности и другие важные факторы регионального уровня, раскрывая и очерчивая их национальные, исторические, ландшафтно-климатические особенности.

Из всей совокупности демографических данных по Днепропетровской области [2,7], которые охватывают период с 1992 по 2012 гг., согласно постановке задачи исследования, были проанализированы: годовой прирост численности населения - \dot{N} (человек в год), средняя продолжительность жизни - τ (лет) и удельный, на душу населения, реальный произведенный ВВП - $RGNP$ (доля от базовой величины 1990 года).

Расчеты коэффициентов корреляции [8] дали следующие результаты для пар величин: $corr(RGNP, \dot{N}) = 0,97$, $corr(\tau, \dot{N}) = 0,88$ и $corr(RGNP, \tau) = 0,88$.

Высокие значения коэффициентов корреляции для всех пар анализируемых величин, с учетом объема статистического материала – динамика 20-ти лет наблюдений, позволяет говорить о высокой достоверности предположения о причинно-следственной связи между всеми параметрами. Соответствующие расчеты подтверждают это предположение на уровне достоверности прогноза не меньше 95%.

Все это позволяет перейти к следующему этапу исследования, к составлению регрессионных уравнений для исследуемых величин. Расчет коэффициентов регрессии проводился согласно стандартизированной методике.

Результаты расчетов для пар величин приобретают следующий вид:

$$\dot{N} = 128338 \cdot RGNP - 97092 = 128338 (RGNP - 0,76); \quad (1)$$

$$\tau = 6,69 \cdot RGNP + 63,5; \quad (2)$$

$$\dot{N} = 15438 \cdot \tau - 106490 = 15438 (\tau - 69). \quad (3)$$

Из последнего уравнения следует, что при достижении величины средней продолжительности жизни населения Днепропетровской области порогового значения $\tau_0 = 69$ лет, можно ожидать начала преодоления отрицательных тенденций по сокращению численности населения, с возможной стабилизацией демографической ситуации при условии $\tau \geq \tau_0$, и вероятным положительным приростом при $\tau \gg \tau_0$.

Здесь нужно отметить, что согласно разрабатываемой методике, параметром прогнозирования выступает величина прироста населения. Естественно, что абсолютная величина численности населения региона N зависит и от иных параметров. На строгом математическом языке это можно сформулировать следующим образом: уменьшение величины N зависит от того, как долго будет сохраняться отрицательная величина прироста населения ($\dot{N} < 0$), т.е., как долго социальные стандарты, в том числе показатель безопасности жизнедеятельности τ , будет меньшим критериального значения для устойчивости развития.

Таким образом, установленная критериальная величина τ_0 и ее пороговое значение для Днепропетровской области – 69 лет становятся важнейшим макропоказателем экологического нормирования - ориентиром для устойчивости жизнедеятельности на территории региона.

Аналогичные выводы можно сделать и при анализе первого уравнения системы. Это уравнение указывает на наличие порогового значения 0,76 для показателя $RGNP$.

Что касается второго уравнения, то здесь необходимо обратить внимание на свободный член 63,5 лет. Эта величина устанавливает естественную

нижнюю границу для средней продолжительности жизни. Кроме того, необходимо отметить, что установленная величина 63,5 лет коррелируется с величиной $\tau_c = 45$ из фундаментальной зависимости работы [6]. Действительно, разность между этими величинами в 18,5 лет отвечает возрасту взросления человека, его самостоятельной экономической деятельности и социальной активности.

Таким образом, полученные по результатам регрессионного анализа коэффициенты зависимости образуют предельные значения для ключевых параметров устойчивого развития техногенно нагруженного региона - Днепропетровская область. Учитывая, что соответствующие коэффициенты детерминации для каждой пары анализируемых величин отображают долю каждого фактора влияния на результирующую величину, мы получаем возможность по результатам корреляционного анализа рассчитать величину весового коэффициента для процедуры агрегации интегрального показателя.

Расчет весовых коэффициентов выполняется по формуле нормирования на единицу:

$$\gamma_R = \frac{\text{corr}(\dot{N}, \text{RGNP})}{\text{corr}(\dot{N}, \text{RGNP}) + \text{corr}(\dot{N}, \tau)}; \quad (4)$$

$$\gamma_\tau = \frac{\text{corr}(\dot{N}, \tau)}{\text{corr}(\dot{N}, \text{RGNP}) + \text{corr}(\dot{N}, \tau)}. \quad (5)$$

Результаты расчета для пар $\{\dot{N}, \text{RGNP}\}$ и $\{\dot{N}, \tau\}$ дают соответственно значения 0,55 и 0,45.

Полученные нормировки и рассчитанные весовые коэффициенты влияния позволяют рассмотреть интегральный показатель устойчивости развития как среднегеометрическое взвешенное его составляющих:

$$I_{SD} = \left(\frac{\text{RGNP}}{0,76}\right)^{0,55} \cdot \left(\frac{\tau - 63,5}{69 - 63,5}\right)^{0,45}. \quad (6)$$

Выбор среднегеометрического обусловлен «критическим» влиянием каждой из составляющей на показатель устойчивости развития территории.

Результаты расчетов по установленной зависимости показывают, что в период 1992–1997 годов для Днепропетровской области индекс устойчивости развития резко снижался от величины 1,05 до 0,47. В последующие периоды этот индекс постепенно вырос от величины 0,50 в 1998 году, до 0,69 в 2008 году.

Научная новизна и практическая значимость

Установленные и подтверждаемые методами математической статистики зависимости позволяют определить критерии устойчивого развития по средней продолжительности жизни и по удельному реальному произведенному продукту. При этом устойчивое развитие региона понимается, прежде всего, как обеспечивающее стабилизацию демографической ситуации. Полученные критериальные оценки (средней продолжительности

жизни – 69 лет; удельного реального произведенного ВВП – 16 \$/чел·день) являются пороговыми значениями и отражают минимально необходимые требования к региональной устойчивости развития.

Предлагаемый подход по оценке ключевых экологических нормативов позволяет устанавливать уровни устойчивости для всех составляющих индекса человеческого развития, принятого в ООН, и может быть использован при разработке и практическом внедрении региональных стратегий устойчивого развития территорий.

Выводы

Результаты проведенных исследований, на примере крупного техногенно нагруженного региона Украины - Днепропетровская область - показывают, что разработка оценок и нормативов устойчивого развития возможна только на основе выбора конкретного приоритетного ориентира по результатам анализа всего комплекса перспективных проблем, которые приходится решать в рамках проблематики достижения устойчивого развития. Безусловно, таким приоритетом на современном этапе развития Украины и на ближайшую перспективу есть демографическая ситуация. При этом ведущую роль играют такие показатели как прирост населения и средняя продолжительность жизни. Устойчивое развитие региона понимается как развитие, обеспечивающее стабилизацию или даже некоторое улучшение демографической ситуации.

Выбор приоритета и использование строгих методов корреляционного и регрессионного анализа на фактическом материале Днепропетровской области позволяет осуществлять расчет граничных значений ключевых нормативов устойчивого развития и соответствующих весовых коэффициентов влияния. Полученные результаты создают основу для расчета интегрального индекса устойчивого развития.

Отметим, что по нашим консервативным оценкам, с учетом динамических поправок, критериальная величина 0,76 доли реального произведенного ВВП ориентированная на базу 1990 года для Украины соответствует примерно 16 долларам на человека в день в денежном исчислении.

Важным для понимания проблемы устойчивости региона есть тот факт, что сама по себе величина численности населения непосредственно не влияет на характеристики устойчивости, - параметром влияния остается динамика численности населения. Это означает, что в конкретных исторических и экономических условиях численность населения может стабилизироваться на том или ином уровне, который обеспечен необходимыми условиями социального благополучия и безопасности. Относительную постоянность демонстрируют критериальные показатели региональной устойчивости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ /
REFERENCES

1. Вимірювання якості життя в Україні: Аналітична доповідь / Е. М. Лібанова, О. М. Гладун, Л. С. Лісогор [та ін.]. – Київ, 2013. – 50 с.
Vymiryuvannya yakosti zhyttia v Ukraini: Analitichna dopovid [Measuring the quality of life in Ukraine: Analytical report] / E. M. Libanova, O. M. Hladun, L. S. Lisohor [ta in.]. – Kyiv, 2013. – 50 s.
http://www.idss.org.ua/monografii/UNDP_QoL_2013_ukr.pdf.
2. Демографічний прогноз до 2030 року для Дніпропетровської області / Жаклін Палладіні, Наталія Ходько, Наталія Рингач [та ін.]. – Київ : Проект РЕОП, 2013. – 40 с.
Demografichniy prohnaz do 2030 roku dlia Dnipropetrovskoi oblasti [Demographic forecast until 2030 for the Dnipropetrovsk region] / Zhaklin Palladini, Nataliia Khodko, Nataliia Rynhach [ta in.]. – Kyiv : Proekt REOP, 2013. – 40 s.
http://dniprorada.gov.ua/files/dnipropetrovsk_prognaz_ukr.pdf.
3. Емец Н. А. Анализ национальных действий по формированию модели перехода Украины к устойчивому развитию / Н. А. Емец, И. И. Романенко // Economy. Państwo i prawo. Realizacja badań i projektów : Zbiór raportów naukowych (Kraków, 30.07.2015 - 31.07.2015). – Warszawa : Wydawca : Sp. z o.o. "Diamond trading tour", 2015. – S. 9 - 18.
Emets N. A. *Analiz natsionalnykh deystviy po formirovaniyu modeli perekhoda Ukrainy k ustoychivomu razvitiyu* [An analysis of national action to build a model of Ukraine's transition to sustainable development] / N. A. Emets. I. I. Romanenko // Economy. Państwo i prawo. Realizacja badań i projektów : Zbiór raportów naukowych (Kraków, 30.07.2015 - 31.07.2015). – Warszawa : Wydawca : Sp. z o.o. "Diamond trading tour", 2015. – S. 9 - 18.
http://конференция.com.ua/files/file/scientific_conference_43/zbornik_43_4_Krakow_30_07_2015.pdf.
4. Емец Н. А. Некоторые подходы к обоснованию нормативов устойчивого развития регионов / Н. А. Емец, И. И. Романенко // Сучасні інформаційні технології в економіці, менеджменті та освіті : V всеукр. наук.-практ. конф. : мат-ли конф. – Львів : Львівська філія ПВНЗ "Європейський університет", 2014. – С. 21 – 25.
Emets N. A. *Nekotoryye podkhody k obosnovaniyu normativov ustoychivogo razvitiya regionov* [Which matured approach to the justification of standards for sustainable regional development] / N. A. Emets. I. I. Romanenko // Suchasni informatsiini tekhnologii v ekonomitsi, menedzhmenti ta osviti : V vseukr. nauk.-prakt. konf. : mat-ly konf. – Lviv : Lvivska filii PVNZ "Ievropeiskiy universytet", 2014. – S. 21 – 25.
5. Капица С. П. Парадоксы роста: законы развития человечества / С. П. Капица. – Москва : Династия: Альпина нон-фикшн, 2010. – 188 с.
Kapitsa S. P. *Paradoksy rosta: zakony razvitiya chelovechestva* [Paradoxes of growth: the laws of human development] / S. P. Kapitsa. – Moskva : Dinastiya: Alpina non-fikshn. 2010. – 188 s.
http://royallib.com/read/kapitsa_serгей/paradoksi_rosta_zakoni_razvitiya_chelovechestva.html#0.
6. Капица С. П. Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле: очерк теории роста человечества / С. П. Капица. – Москва : Международная программа образования, 1999. – 87 с.
Kapitsa S. P. *Skolko lyudey zhilo, zhivet i budet zhit na Zemle: ocherk teorii rosta chelovechestva* [How many people lived, lives and will live on Earth: sketch of the theory of human population growth] / S. P. Kapitsa. – Moskva : Mezhdunarodnaya programma obrazovaniya. 1999. – 87 s.
<http://malchish.org/lib/philosof/Kapitza/Kapitza.htm>.
7. Комплексний демографічний прогноз України на період до 2050 р. / за ред. чл.-кор. НАН України, д.е.н., проф. Е.М. Лібанової. – Київ : Український центр соціальних реформ, 2006. – 138 с.
Kompleksnyi demografichniy prohnaz Ukrainy na period do 2050 r. [Comprehensive demographic forecast of Ukraine till 2050] / za red. chl.-kor. NAN Ukrainy, d.e.n., prof. E.M. Libanovoi. – Kyiv : Ukrainskiy tsentr sotsialnykh reform, 2006. – 138 s.
<http://www.idss.org.ua/monografii/Prognaz%20Ukrain.pdf>.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – Москва : Высшая школа, 1990. – 352 с.
Lakin G. F. *Biometriya* [Biometry] / G. F. Lakin. – Moskva : Vysshaya shkola. 1990. – 352 s.
<http://padabum.com/d.php?id=9112>.
9. Людський розвиток в Україні: соціальні та демографічні чинники модернізації національної економіки / Е. М. Лібанова, О. В. Макарова, І. О. Курило [та ін.]. – Київ : Інститут демографії та соціальних досліджень НАН України, 2012. – 320 с.
Liudskiy rozvytok v Ukraini: sotsialni ta demografichni chynnyky modernizatsii natsionalnoi ekonomiky [Human development in Ukraine: social and demographic factors modernization of the national economy] / E. M. Libanova, O. V. Makarova, I. O. Kurylo [ta in.]. – Kyiv : Instytut demografii ta sotsialnykh doslidzhen NAN Ukrainy, 2012. – 320 s.
http://www.idss.org.ua/monografii/Lud_Rozv_2012.pdf.
10. Наукові засади розробки стратегії сталого розвитку України : монографія / ІПРЕЕД НАН України, ІГ НАН України, ІППЕ НАН України – Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2012. – 714 с.
Naukovi zasady rozrobky stratehii staloho rozvytku Ukrainy : monografiia [Scientific principles of sustainable development strategies Ukraine] / IPREED NAN Ukrainy, IH NAN Ukrainy, IPPE NAN Ukrainy – Odesa: IPREED NAN Ukrainy, 2012. – 714 s.
11. Проблеми запровадження засад сталого розвитку в Україні / А. Г. Шапар, М. А. Ємець, Б. В. Буркинський [та ін.] // Екологія і природокористування : зб. наук. праць ІППЕ НАН України. – 2013. – Вип. 16. – С. 18 – 26.
Problemy zaprovadzhennia zasad staloho rozvytku v Ukraini [The challenge of implementing the principles of sustainable development in Ukraine] / A. H. Shapar, M. A. Yemets, B. V. Burkynskiy [ta in.] // Ekolohiia i pryrodokorystuvannia : zb. nauk. prats IPPE NAN Ukrainy. – 2013. – Vyp. 16. – S. 18 – 26.
http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ecolpr_2013_16_5.pdf.
12. Рівень життя населення України / за ред. Л. М. Черенко. – Київ : ТОВ «Видавництво «Консультант», 2006. – 428 с.
Riven zhyttia naseleння Ukrainy [The living standards of the population of Ukraine] / za red. L. M. Cherenko. – Kyiv : TOV «Vydavnytstvo «Konsultant», 2006. – 428 s.
http://www.idss.org.ua/monografii/riven_juttya_naseleння%20Ukrainu.pdf.
13. Саріогло В. Г. Оцінювання соціально-економічних показників: прикладні аспекти застосування непрямих методів / В. Г. Саріогло. – Київ : Інститут демографії та соціальних досліджень НАН України, 2012. – 136 с.

Sariohlo V. H. *Otsiniuvannia sotsialno-ekonomichnykh pokaznykiv: prykladni aspekty zastosuvannia nepriamykh metodiv* [Evaluation of socio-economic indicators: applied aspects of indirect methods]

/ V. H. Sariohlo. – Kyiv : Instytut demografii ta sotsialnykh doslidzhen NAN Ukrainy, 2012. – 136 s.

http://www.idss.org.ua/monografii/Sariohlo_2012.pdf.

14. Соціальні результати державних програм: теоретико-методологічні та прикладні аспекти оцінювання / за ред. Е. М. Лібанової. – Умань : Видавець «Сочинський», 2012. – 312 с.

Sotsialni rezultaty derzhavnykh prohram: teoretyko-metodolohichni ta prykladni aspekty otsiniuvannia [Social results of government programs: theoretical, methodological and applied aspects of evaluation] / za red. E. M. Libanovoi. – Uman : Vydavets «Sochinskyi», 2012. – 312 s.

http://www.idss.org.ua/monografii/Soc_doslid_2012.pdf.

15. Beyond GDP: Measuring progress, true wealth, and the well-being of nations: European Commission, European Parliament, Club of Rome, WWF and OECD Conference. 19-20 November 2007.

http://www.beyond-gdp.eu/proceedings/bgdp_proceedings_full.pdf.

16. D’Orazio M. Statistical Matching: Theory and Practice / M. D’Orazio, M. Di Zio, M. Scanu. – Chichester : John Wiley & Sons, 2006. – 256 p.

17. Keyfitz, N. A. Probability representation of future population / N. A. Keyfitz // Zeitschrift fur Bevolkungswissenschaft. - 1985. - # 11. - P. 179 - 191.

18. Kish L. Survey sampling / L. Kish. – New York : John Wiley & Sons, 1995. – 643 p.

19. Longford N. T. Missing Data and Small-Area Estimation. Modern Analytical Equipment for the Survey Statistician (Statistics for Social Science and Behavioral Sciences) / N. T. Longford. – New York : Springer-Verlag, 2005. – 357 p.

20. Stoto M. The accuracy of population projections / M. Stoto // Journal of the American Statistical Association. - 1983. - # 78 (381). - P. 13-20.

Статья поступила в редколлегию 14.09.2015

Статья рекомендована к публикации 17.09.2015

УДК: 662.612 — 428.4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ ПОЛУОТКРЫТОГО ТИПА

ЗАЙЦЕВ О.Н. ^{1*}, *д.т.н, проф.*,
ИСАЕВ В.Ф. ², *к.т.н., доцент*,
ДОМОЩЕЙ Т.Д. ³, *аспирант*.

^{1*} Кафедра отопления, вентиляции и охраны воздушного бассейна, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина, тел. +38 (067) 7328182, e-mail: zon@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9084-9355.

² Кафедра гидравлики и кондиционирования воздуха, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина.

³ Кафедра гидравлики и кондиционирования воздуха, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина.

Аннотация. *Цель.* Совершенствование систем отопления и вентиляции в условиях их периодической работы на основе формирования баланса между восходящим тепловым конвективным потоком от системы панельно-лучистого и конвективного отопления и потоком нисходящего наружного воздуха в открытом проеме в условиях исключения конденсации влаги на ограждающих конструкциях открытых проемов, что обеспечивает снижение энергозатрат путем снижения теплопотерь и улучшения условий эксплуатации ограждающих конструкций. *Методика.* Для достижения поставленной цели использованы математические методы численного моделирования для получения пространственного представления линий тока, полей температуры, скорости и давления. *Результаты.* Выявлено, что при низкой плотности теплового потока от нагревательной поверхности скоростное давление возникающего при этом конвективного потока значительно меньше давления, создаваемого разностью плотностей между наружным и внутренним воздухом, также выявлены значительные скачки температуры, скорости и давления на границе помещения и открытого проема как в центральной зоне, так и в области ограждающих конструкций, что объясняется, расщеплением потока на неупорядоченную систему взаимодействующих конвективных струй, при этом часть из них продолжает движение за пределами помещения, а часть подавляется потоком наружного воздуха. Получено, что при повышении плотности теплового потока от нагревательной поверхности происходит стабилизация конвективного потока и слияние его в одно целое, при этом зона его действия незначительно превышает размер открытого проема, что позволяет сделать вывод о исключении прорыва наружного воздуха в помещение и конденсации влаги на поверхности ограждающих конструкций, при этом дальнейшее повышение температуры нагревательной поверхности приводит только к увеличению зоны действия конвективного потока, выходящего из помещения. *Научная новизна.* В работе получены теоретические закономерности процесса передачи тепла в помещении с открытыми горизонтальными проемами при изменении мощности потока от нагревательных приборов, отличающиеся тем, что при использовании системы теплый пол отсутствует равномерное прогревание воздуха по площади помещения – это объясняется разной температурой ограждающих конструкций, инфильтрацией и влиянием