

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СОЦИО-ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

С.Д. Синюшкина¹, Н.И. Зазнобина^{2*}, Д.Б. Гелашвили²,
И.Н. Калашников¹

¹ Приволжский исследовательский медицинский университет Минздрава России,
Нижний Новгород, Россия;

² Национальный исследовательский нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

* Эл. почта: ecology@bio.unn.ru

Статья поступила в редакцию 10.09.2021; принята к печати 21.11.2021

Для оценки ситуации в регионе с учетом ее экономической, социально-демографической и экологической составляющих, выявления причин отсталости по тем или иным показателям и принятия мер для улучшения обстановки целесообразно рассматривать каждую административно-территориальную единицу (АТЕ) в регионе как целостную социо-эколого-экономическую систему. На примере АТЕ Нижегородской области предложен способ комплексного анализа состояния и развития таких систем. Этот способ предусматривает расчет значений обобщенной функции желательности (ОФЖ) и их оценку с помощью метода главных компонент и SWOT-анализа. На основании рассчитанных значений ОФЖ для периода 2016–2018 годов среди АТЕ выявлены «лидеры» и «аутсайдеры». При этом 78% всех АТЕ попадают в две нижних из пяти градаций ОФЖ, то есть характеризуются плохой обстановкой. Полученные результаты подтверждаются методами математической статистики и могут быть истолкованы аналитически при использовании метода стратегического планирования. Предложенный подход позволит выявить «болевые точки» и «точки роста» и внести соответствующие коррективы для принятия управленческих решений по поддержанию устойчивого развития на региональном уровне.

Ключевые слова: социо-эколого-экономические системы, функция желательности, метод главных компонент, SWOT-анализ, рейтинг, Нижегородская область.

INTEGRAL ANALYSIS OF THE CONDITIONS OF A REGIONAL SOCIO-ENVIRONMENTALLY-ECONOMIC SYSTEM EXEMPLIFIED WITH NISHEGORODSKAYA OBLAST

S.D. Siniushkina¹, N.I. Zaznobina^{2*}, D.B. Gelashvili², I.N. Kalashnikov¹

¹ Privolzhskiy Medical Research University of the Ministry of Health of the Russian Federation and ² N.I. Lobachevskiy State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russia)

E-mail: ecology@bio.unn.ru

In order to assess the state of affairs in a region with account for the economic, socio-demographic and environmental aspects, to find out the causes of backwardness, and to work out ameliorating measures, it is reasonable to regard each administrative-territorial unit (ATU) as an integral socio-environmentally-economic system (SEES). ATUs in the Nizhegorodskaya Oblast were chosen to evaluate the suggested approach to integral analysis of SEES conditions and developmental degree. The approach implies calculating the values of the generalized desirability function (GDF) and their assessment using principal components and SWOT analyses. The calculated GDF values for the years 2016–2018 made it possible to distinguish leaders and outsiders among ATUs. Among all ATUs, 78% fall into the two lower classes of GDF gradation, which means that conditions are poor there. The results were confirmed by statistical analysis and were interpreted analytically using SWOT analysis. The suggested methodology makes it possible to distinguish "pain spots" and "points of increase" and correct decision making aimed to promote sustainable development at a regional level.

Keywords: socio-environmentally-economic system, desirability function, principal component analysis, SWOT analysis, rating, Nizhegorodskaya Oblast.

Введение

Антропогенное воздействие на природу приобрело такой масштаб, что в настоящее время понятие о природных экосистемах можно заменить понятием о социо-эколого-экономических системах (СЭЭС), представляющих собой совокупности образований биологической, географической, экономической и социальной природы, в основу которого положен принцип сбалансированности, обуславливающий рассмотрение СЭЭС как единого целого [9]. С одной стороны, СЭЭС предполагает рациональное природопользование на основе ресурсосберегающих технологий и безотходного производства, что обуславливает технико-экономические отношения; с другой стороны, в рамках СЭЭС отношения между людьми базируются на определении прав собственности на факторы производства, порождая производственные отношения, и с третьей стороны, СЭЭС должны характеризоваться бережным отношением к природе, охране окружающей среды, высоким уровнем сознания и духовного развития, здоровья и положительными демографическими процессами, определяющими эколого-социальные отношения. Каждая страна, каждый регион, каждый город можно рассматривать как целостную СЭЭС, в которой выделяются самостоятельные социо-демографическая, экологическая и экономическая подсистемы, состояние которых оценивается совокупностью соответствующих показателей.

Анализ СЭЭС осуществляется на основе официальных статистических данных по экологическим, экономическим, социально-демографическим индикаторам, которые часто бывает трудно сопоставить. Для корректного сравнения исследуемых объектов применяют процедуру свертывания информации, предусматривающую использование функции желательности [1, 3]. Эффективность применения обобщенной функции желательности (ОФЖ) для решения задач прикладной экологии была продемонстрирована в работах отечественных [2, 7, 8, 10, 11] и зарубежных ученых [12–14], а также подробно рассмотрена и обоснована в наших работах [4–6].

Для того чтобы сформировать полное представление о сложившейся в регионе ситуации, представляется актуальным рассматривать каждую составляющую его административно-территориальную единицу (АТЕ) как целостную СЭЭС.

Цель данного исследования – предложить способ комплексного анализа состояния и развития региональных СЭЭС систем на примере АТЕ Нижегородской области, позволяющий составить их рейтинги по степени социо-эколого-экономического развития.

Комплексный анализ подразумевает трехкомпонентное решение следующих задач:

– расчет значений ОФЖ, которая рассматривается в теории нечетких множеств как функция принадлежно-

сти и позволяет объективно сравнивать между собой разноразмерные показатели;

– оценка полученных значений ОФЖ с помощью метода главных компонент, позволяющего сократить размерность пространства признаков при минимальной потере полезной информации;

– аналитический анализ полученных значений ОФЖ с помощью SWOT-анализа – метода стратегического планирования, который используется для выявления сильных и слабых сторон, возможностей и угроз для СЭЭС на данном этапе исследования.

Материалы и методы исследования

Ключевым для оценки СЭЭС в АТЕ является выбор наиболее репрезентативных показателей согласно целям устойчивого развития. Исходным материалом для выбора послужила база данных показателей Федеральной службы государственной статистики по Нижегородской области (<https://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst22/DBInet.cgi#1>) за 2016–2018 годы.

Нижегородская область – сложное административно-территориальное образование, включающее районы и города областного значения. В качестве объектов исследования были выбраны 38 районов Нижегородской области и 9 городов областного значения. При этом с целью адекватной оценки СЭЭС в АТЕ Нижегородской области и устранения эффекта «гандикапа» были исключены из анализа гг. Нижний Новгород, Дзержинск, Бор, характеризующиеся высокими социо-экономическими показателями, которые при расчете ОФЖ занизили бы значения показателей для районов «периферии». Данный подход позволил выявить проблемные районы области, где необходимо пересмотреть политику в той или иной сфере.

Для оценки состояния СЭЭС и объективного сравнения разноразмерных показателей, характеризующих обстановку в районах, применяли процедуру свертывания информации с использованием функции желательности. Это способ перевода натуральных значений в единую безразмерную числовую шкалу с границами $0 \div 1$. Для идеально функционирующей системы «желательная» величина D должна быть равна 1, увеличение значений «нежелательных» показателей приводит к уменьшению величины D [2–4].

Методика предполагает определение частной (d) и обобщенной (D) функции желательности. Если увеличение текущего значения натурального показателя (x_i) является «желательным», то для расчета частной функции желательности применяют формулу 1:

$$d_i = \frac{2 \cdot (x_i \cdot x_{\max})}{x_i^2 + x_{\max}^2}, \quad (1)$$

где: x_{\max} – максимальное значение индикатора в сравниваемом ряду.

В случае, когда увеличение текущего значения натурального показателя (x_i) является «нежелательным», применяется формула 2:

$$d_i = \frac{2 \cdot (x_i \cdot x_{\min})}{x_i^2 + x_{\min}^2}, \quad (2)$$

где: x_{\min} – минимальное значение индикатора в сравниваемом ряду.

В общем виде ОФЖ рассчитывается по нижеприведенной формуле, в которой учитываются веса частных функций желательности:

$$D = \sqrt[k]{\prod_{i=1}^n d_i^{\gamma_i}} = \sqrt[k]{d_1^{\gamma_1} \cdot d_2^{\gamma_2} \cdot d_3^{\gamma_3} \dots d_n^{\gamma_n}}, \quad (3)$$

где: n – число показателей;
 d_i – частная функция желательности;
 γ_i – весовой коэффициент.

В связи с тем, что достоверные и надежные оценки весовых коэффициентов для показателей, примененных в настоящей работе, не существуют, они были опущены (то есть приняты равными 1).

Поскольку значения ОФЖ задаются на диапазоне 0÷1, для разбиения диапазона ОФЖ на 5 классов было удобно использовать критические значения ОФЖ (функции Харрингтона), имеющие ординаты 0,8; 0,63; 0,37; 0,2. Эти классы имеют внятное смысловое название и позволяют дать приемлемую характеристику социо-эколого-экономической ситуации: очень плохая – 0,00–0,20, плохая – 0,21–0,37, удовлетворительная – 0,38–0,63, хорошая – 0,64–0,80, очень хорошая – 0,81–1,00.

Список показателей, выбранных для оценки социо-эколого-экономического развития районов Нижегородской области, представлен в табл. 1.

Показатель считается «желательным», если при его увеличении происходит улучшение какого-либо пара-

Табл. 1

Список показателей для оценки социо-эколого-экономического развития АТЕ Нижегородской области

<p>Экономические показатели:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Протяженность автодорог общего пользования местного значения, км (–)¹ – Текущие затраты на охрану окружающей среды, рубли (+)² – Протяжение уличной водопроводной/канализационной сети, замененной и отремонтированной за год (+) 	<p>Экологические показатели:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Число объектов, имеющих стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха (–) – Вывезено за год твердых коммунальных отходов, тонны (+)
<p>Социо-демографические показатели:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> – Естественная убыль населения (–) – Общий коэффициент смертности (–) – Численность населения на 01.01 текущего года (+) – Общий коэффициент рождаемости (+) – Плотность населения, чел./км² (+) – Площадь жилых помещений, м² (+) – Число населенных пунктов без водопроводов (–) – Число населенных пунктов без канализаций (–) – Общая протяженность улиц, проездов, набережных, км (+) 	<ul style="list-style-type: none"> – Число больных мочекаменной болезнью (–) – Число лечебно-профилактических организаций (+) – Численность обучающихся в общеобразовательных организациях (+) – Число общеобразовательных организаций (+) – Численность воспитанников учреждений дошкольного образования (+) – Число учреждений дошкольного образования (+) – Число спортивных сооружений (+)

Примечание: ¹(–) – увеличение индикатора нежелательно; ²(+) – увеличение индикатора желательно.

метра социо-эколого-экономического развития. Для таких показателей при расчете частной функции желательности использовали формулу (1). «Численность населения» и «коэффициент рождаемости» отражают положительные демографические тенденции в районе, а «плотность населения» и «площадь жилых помещений» позитивно характеризуют социальные условия жизни. Показатели «Число общеобразовательных организаций» и «Число учреждений дошкольного образования» отражают возможности образования как одного из важнейших социальных институтов и оценивают их уровень в конкретном районе. «Число ЛПО» характеризует степень обеспеченности населения квалифицированной медицинской помощью. «Число спортивных сооружений» позволяет оценить возможности использования в районе спорта как инструмента для решения социальных задач. «Общая протяженность улиц, проездов, набережных» характеризует степень развитости инфраструктуры района. «Одинокое протяжение замененной и отремонтированной уличной водопроводной/канализационной сети» и «Текущие затраты на охрану окружающей среды» характеризуют экономическую составляющую социальной (ремонт инженерных коммуникаций, необходимых для нормальной жизни населения) и экологической (охрана окружающей среды) сфер, отражая денежные средства, направленные на их поддержку.

Показатель считается «нежелательным», если его увеличение оказывает неблагоприятное влияние на социо-эколого-экономическое развитие. Для таких показателей при расчете частной функции желательности использовали формулу (2). «Естественная убыль» и «коэффициент смертности» отражают отрицательную демографическую динамику, «число населенных пунктов, не имеющих водопроводов /канализации» – неблагоприятную обстановку в жилищно-коммунальном хозяйстве, а мочекаменная болезнь была выбрана как одна из основных нозологических форм, заболеваемость которой в Нижегородской области в последние годы неуклонно растет. Таким образом, все эти «нежелательные» показатели отражают негативное влияние на социальную обстановку в районах и, соответственно, на жизнь и здоровье населения. Показатель «число объектов, имеющих стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха» отнесен к группе «нежелательных», поскольку промышленные выбросы загрязняют окружающую среду, что отрицательно влияет на экологическую обстановку.

Показатели подбирались таким образом, чтобы охватить основные аспекты социо-эколого-экономического развития административно-территориальных единиц Нижегородской области и получить полную, объективную оценку их состояния.

На следующем этапе исследований для понижения размерности данных методом главных компонент (Principal Component Analysis, PCA) был проведен анализ СЭЭС на основе частных функций желательности при помощи статистического пакета STATISTICA 10.

На заключительном этапе исследования был проведен SWOT-анализ [15] – метод стратегического планирования, предполагающий оценку сильных и слабых сторон АЕТ Нижегородской области по экологическому, экономическому и социо-демографическому развитию – факторам внутренней среды объекта, на которые влияет СЭЭС. Также SWOT-анализ подразумевает рассмотрение возможностей и угроз – факторов внешней среды, которые могут влиять на СЭЭС. SWOT-анализ позволяет выявить «точки роста» и «болевые точки», которые необходимо принять во внимание для принятия решений властями по развитию СЭЭС и региона в целом.

Результаты и обсуждение

На рис. 1 представлена карта Нижегородской области, на которой отображена характеристика социо-эколого-экономической обстановки в административно-территориальных образованиях, определенная на основе границ градации рассчитанной ОФЖ. В целом, ситуация в регионе не самая благоприятная: лишь 19% районов характеризуются «удовлетворительной» социо-эколого-экономической обстановкой, 79% – «плохой», 2% – «очень плохой».

На основе рассчитанных значений ОФЖ впервые был составлен рейтинг административно-территориальных единиц Нижегородской области (рис. 2), и среди них были выделены «лидеры» и «аутсайдеры» по состоянию социо-эколого-экономического развития (табл. 2). Наибольшие значения ОФЖ получены для девяти административно-территориальных единиц, в том числе для г. Выксы, а также для Кстовского, Богородского, Кулебакского, Городецкого, Володарского, Павловского, Лысковского и Балахнинского районов, где социо-эколого-экономическая ситуация характеризуется как «удовлетворительная», в то время как Варнавинский район характеризуется наименьшим значением ОФЖ среди всех административно-территориальных образований Нижегородской области и соответственно «очень плохой» социо-эколого-экономической ситуацией.

Если рассматривать социо-эколого-экономическую ситуацию в районах области и городах областного значения по отдельным показателям (табл. 2), то можно отметить следующую тенденцию: районы «лидеры» относятся преимущественно к «центральным» или «южным». В то же время практически все «северные» районы в соответствии со статическими данными являются «аутсайдерами».

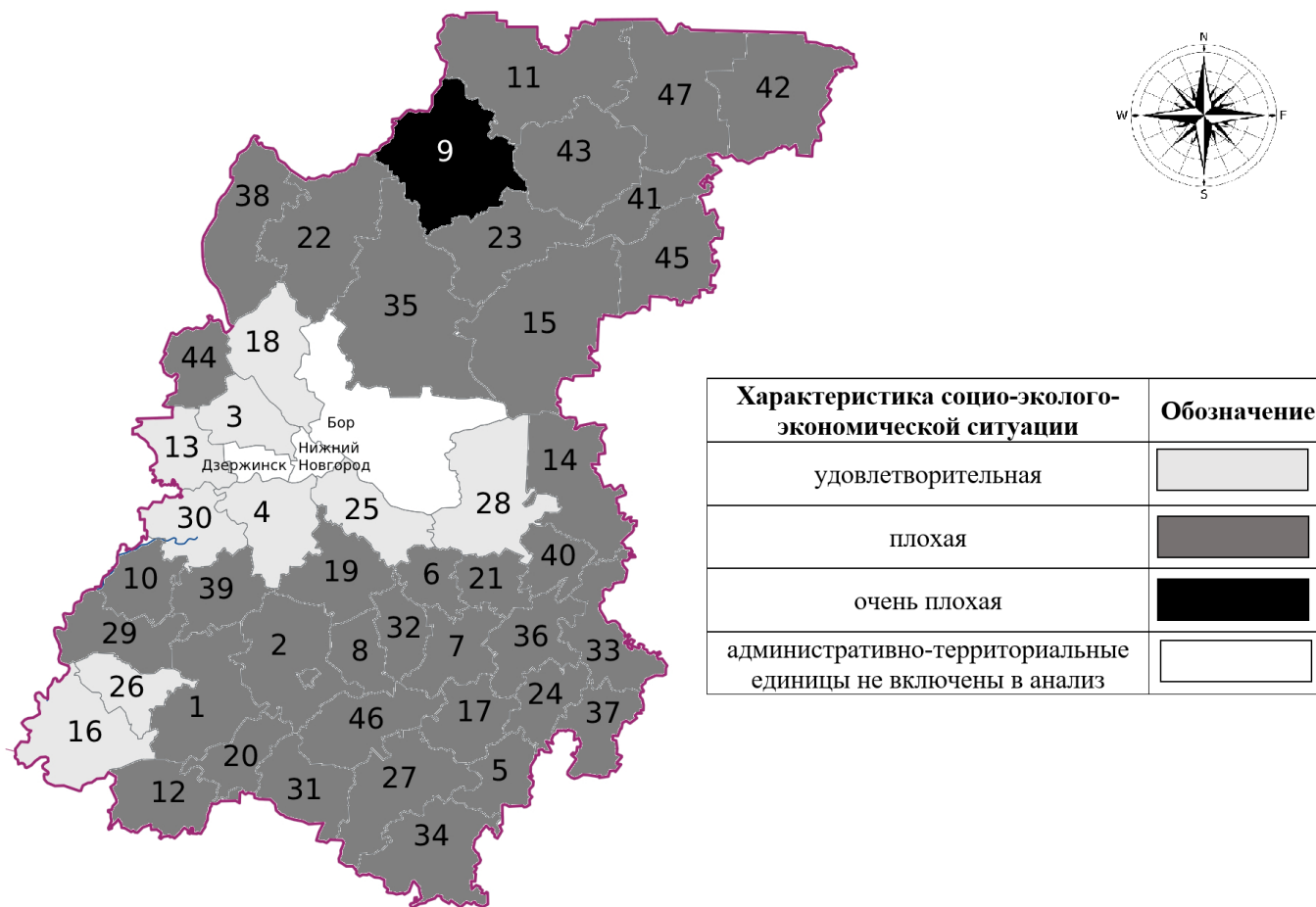


Рис. 1. Социо-эколого-экономическая обстановка в Нижегородской области в 2016–2018 годах. Административно-территориальные единицы Нижегородской области:

- | | | |
|---------------------------|--------------------------------|----------------------|
| 1. Ардатовский р-н | 17. Гагинский р-н | 33. Пильнинский р-н |
| 2. г. Арзамас* | 18. Городецкий р-н | 34. Починковский р-н |
| 3. Балахнинский р-н | 19. Дальнеконстантиновский р-н | 35. г. Семенов |
| 4. Богородский р-н | 20. Дивеевский р-н | 36. Сергачский р-н |
| 5. Большеболдинский р-н | 21. Княгининский р-н | 37. Сеченовский р-н |
| 6. Большемурашкинский р-н | 22. Ковернинский р-н | 38. Сокольский р-н |
| 7. Бутурлинский р-н | 23. Краснобаковский р-н | 39. Сосновский р-н |
| 8. Вадский р-н | 24. Краснооктябрьский р-н | 40. Спасский р-н |
| 9. Варнавинский р-н | 25. Кстовский р-н | 41. Тонкинский р-н |
| 10. Вачский р-н | 26. г. Кулебаки | 42. Тоншаевский р-н |
| 11. Ветлужский р-н | 27. Лукояновский р-н | 43. Уренский р-н |
| 12. Вознесенский р-н | 28. Лысковский р-н | 44. г. Чкаловск |
| 13. Володарский р-н | 29. г. Навашино | 45. Шарангский р-н |
| 14. Воротынский р-н | 30. Павловский р-н | 46. Шатковский р-н |
| 15. Воскресенский р-н | 31. г. Первомайск | 47. г. Шахунья |
| 16. г. Выкса | 32. г. Перевоз | |

* Город областного значения.

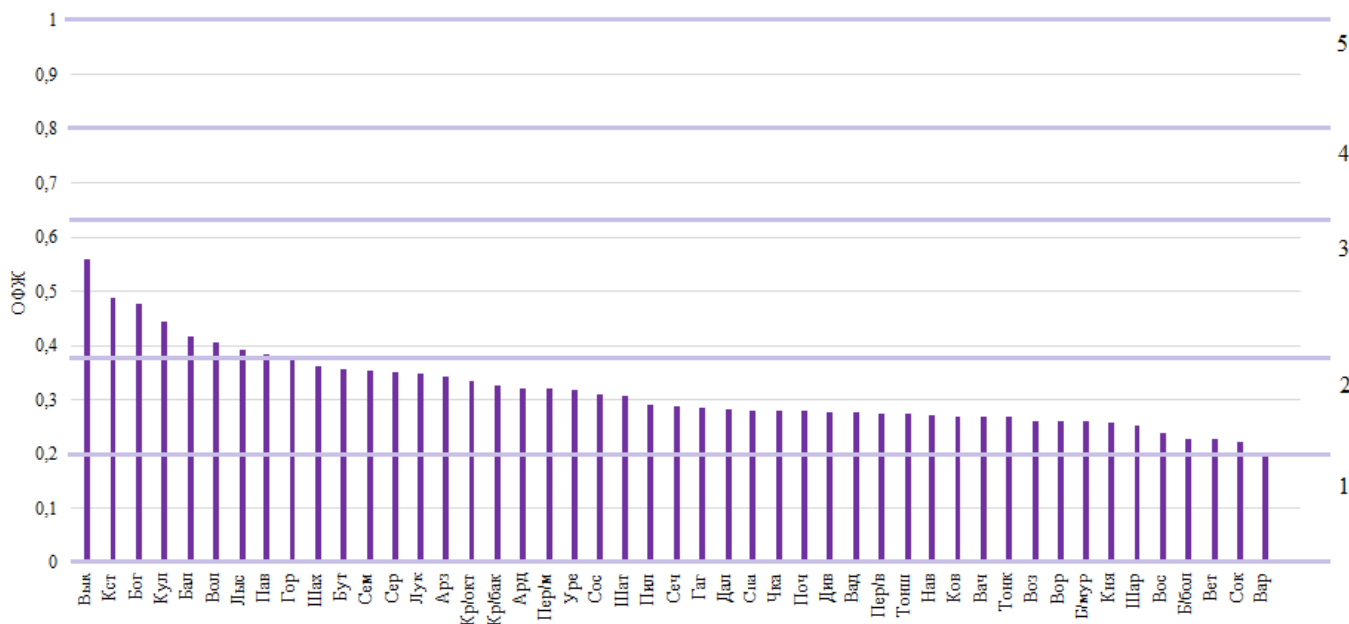


Рис. 2. Рейтинг АЕТ Нижегородской области по социо-эколого-экономическому развитию, построенный по усредненным значениям ОФЖ в 2016–2018 годах. Показаны границы классов, характеризующих социо-эколого-экономическую ситуацию: 1 – очень плохая; 2 – плохая; 3 – удовлетворительная; 4 – хорошая; 5 – очень хорошая

Табл. 2

АЕТ Нижегородской области – лидеры и аутсайдеры рейтинга по состоянию СЭЭС
(цифрами указаны значения *D*)

Лидеры		Аутсайдеры	
<i>Социальные показатели</i>			
г. Выкса	0,59	Воскресенский р-н	0,27
Володарский р-н	0,51	Гагинский р-н	0,27
Кстовский р-н	0,51	Княгининский р-н	0,27
г. Кулебаки	0,50	Тонкинский р-н	0,26
Большеболдинский р-н	0,49	Сокольский р-н	0,25
<i>Экономические показатели</i>			
Бутурлинский р-н	0,65	Воротынский р-н	0,04
Гагинский р-н	0,51	Сокольский р-н	0,04
г. Выкса	0,45	Варнавинский р-н	0,03
Краснооктябрьский р-н	0,41	Спасский р-н	0,03
Кстовский р-н	0,40	Тоншаевский р-н	0,02
<i>Экологические показатели</i>			
Тоншаевский р-н	0,79	Вачский р-н	0,28
г. Кулебаки	0,70	Дивеевский р-н	0,26
Лукояновский р-н	0,66	Сеченовский р-н	0,23
Володарский р-н	0,60	Варнавинский р-н	0,25
г. Выкса	0,56	Шарангский р-н	0,30

Экономическое развитие определенной АЕТ, связанное с наращиванием промышленного потенциала или туризма, влечет в первую очередь финансирование социальной сферы. При этом экологическая составляющая района может испытывать недостаток в финансировании природоохранных мероприятий. Однако, как прослеживается на примере самого «северного» района Нижегородской области – Тоншаевского, при слабом экономическом развитии данная территория характеризуется «очень хорошей» экологической обстановкой. Это объясняется наличием в «северных» районах Нижегородской области обширных хвойных лесных массивов. Так, в Тоншаевском районе доля лесов составляет 73,8% площади. Кроме этого, на его территории расположен заказник регионального значения «Пижемский», созданный для восстановления и поддержания экологического равновесия в бассейне реки Пижмы и на окружающих территориях, для охраны типичных биоценозов южно-таежных темнохвойных лесов, верховых, переходных и низинных болот, редких видов животных и растений.

На рис. 3 представлен совместный график факторных координат (параметры) и наблюдений (районы) в факторном пространстве, полученный в ходе анализа методом главных компонент.

При анализе графика выявлены показатели, вносящие наибольший вклад в социо-эколого-экономическую обстановку соответствующих административно-территориальных образований:

– «число объектов, имеющих стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха» – Варнавинский, Ветлужский, Воротынский, Сосновский районы, г. Навашино;

– «естественная убыль», «протяженность автодорог», «количество населенных пунктов, не имеющих канализаций/водопроводов» – Дивеевский, Княгининский, Большеболдинский районы, г. Первомайск, г. Перевоз;

– «коэффициенты рождаемости и смертности», «количество вывезенных ТБО», «затраты на охрану окружающей среды», «количество дошкольных и школьных образовательных организаций» – Кстовский, Павловский, Балахнинский, Уренский, Ковернинский районы, г. Выкса;

– «количество ЛПУ», «протяженность улиц», «протяжение уличной водопроводной и канализационной сети, которая заменена и отремонтирована» – Богородский, Городецкий, Лысковский районы, г. Шахунья, г. Семенов, г. Арзамас.

Анализ нормативных правовых актов органов местного самоуправления АЕТ Нижегородской области за 2016–2018 годы показал, что наибольший вклад в обстановку в районах, являющихся лидерами по значению ОФЖ, вносят по большей части социальные показатели, что может быть объяснено активной политикой в области социальной сферы, которая проводится в этих районах.

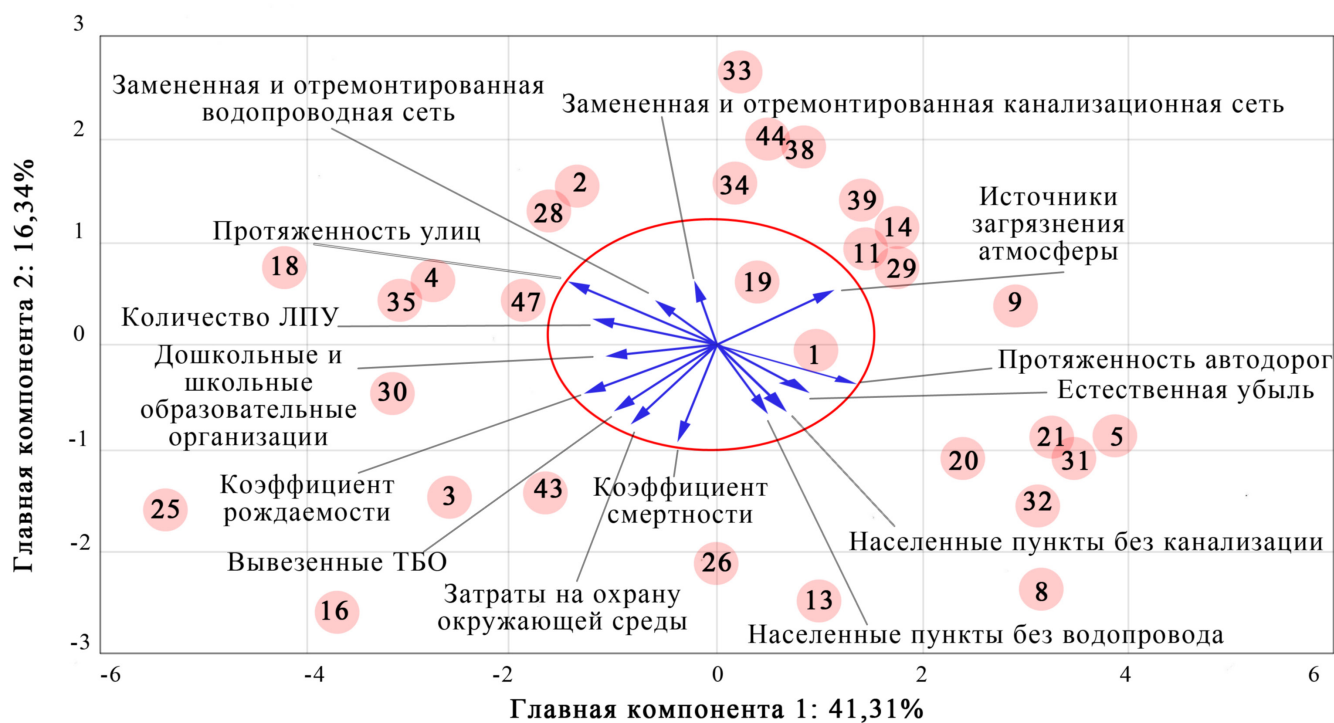


Рис. 3. Совместный график факторных координат и наблюдений. Цифры на поле рисунка соответствуют номерам административно-территориальных единиц Нижегородской области, указанных на рис. 1

Так, например, в г. Выксе общая социально-экономическая ситуация в последние годы характеризуется умеренными показателями роста в большинстве секторов экономики, что в свою очередь благоприятно влияет на уровень жизни населения. В целях улучшения демографической ситуации реализуется план мероприятий в связи со стратегией демографического развития. Ведется работа по улучшению качества городской среды, в том числе реализована программа «Пять шагов благоустройства». Администрацией округа разработана социальная поддержка жителей округа, а также программы «Молодая семья» и «Охрана окружающей среды на территории городского округа город Выкса Нижегородской области». Экологическая обстановка в соответствии со значением ОФЖ является удовлетворительной.

В Кстовском районе также осуществляется план мероприятий, направленных на улучшение демографической ситуации, в рамках реализации Концепции демографического развития Нижегородской области. Эта программа преследует цели по снижению смертности от различных причин, профилактике и своевременному выявлению профессиональных заболеваний, снижению уровня младенческой, детской и материнской смертности, а также по увеличению рождаемости, поддержке семей, укреплению института семьи, мотивированию к здоровому образу жизни. Стоит отметить, что по значениям ОФЖ экологическое состояние в Кстовском районе характеризуется как удовлетворительное.

В Богородском, Балахнинском районах и г. Кулебаки реализуется программа по социальной поддержке



Рис. 4. SWOT-анализ АЕТ Нижегородской области, являющихся лидерами рейтинга по состоянию СЭЭС



Рис. 5. SWOT-анализ АЕТ Нижегородской области, являющихся аутсайдерами рейтинга по состоянию СЭЭС

граждан, в том числе молодых семей, старшего поколения, лиц с ограниченными возможностями здоровья. Экологическая обстановка в Богородском и Балахнинском районах в соответствии с рассчитанными значениями ОФЖ – удовлетворительная, в г. Кулебаки – хорошая.

Демографическая ситуация в Варнавинском районе, который является аутсайдером в соответствии с нашими расчетами, сохраняет тенденцию превышения смертности над рождаемостью. Экономическая обстановка в соответствии с ОФЖ характеризуется как «очень плохая». Это, в частности, обусловлено такими показателями, как «текущие затраты на охрану окружающей среды», «одиночное протяжение уличной водопроводной/канализационной сети, которая заменена и отремонтирована за отчетный год». Несмотря на невысокий показатель ОФЖ по экологическим показателям, в районе есть условия для улучшения обстановки: отсутствие крупных промышленных предприятий и других мощных источников загрязнения окружающей среды, низкий уровень антропогенной нагрузки.

SWOT-анализы для административно-территориальных единиц Нижегородской области, являющихся лидерами и аутсайдерами в соответствии с рассчитанной ОФЖ, представлены на рис. 4 и 5 соответственно.

Заключение

Таким образом, рейтинг АЕТ Нижегородской области, построенный на основе комплекса показателей официальной статистики с применением обобщенной функции желательности, подтверждается методами математической статистики и может быть объяснен при использовании метода стратегического планирования. Комплексное выявление социо-эколого-экономических проблем и перспектив развития районов

дает возможность принимать грамотные управленческие решения для выявления «болевых точек» и «точек роста», являющихся лимитирующими в поддержании устойчивого развития на региональном уровне. Так, например, в Тоншаевском районе очень благоприятная экологическая обстановка, но при этом крайне низкие экономические показатели. Поэтому необходимо более тщательное и детальное рассмотрение бюджета района для последующей его активизации, а также стоит сделать акцент на улучшение социальных условий жизни населения – проведение подобного рода мероприятий позволит сбалансировать социо-эколого-экономическую ситуацию в районе.

В Кстовском районе, наоборот, хорошо развиты социальная и экономическая составляющие, в то время как экологическая обстановка не обнадеживает. Соответственно, необходимо принятие управленческих решений для проведения природоохранных мероприятий в крупных масштабах, активное внедрение очистных сооружений на производствах, снижение уровня антропогенного воздействия на окружающую среду и т. д.

Варнавинский район, характеризующийся наихудшим социо-эколого-экономическим развитием, относится к «аутсайдерам» по каждому аспекту в отдельности, поэтому в данном районе необходимы разработка и внедрение радикальных мер по развитию данной СЭЭС.

Реализация предложенного подхода позволит получить удобный инструментарий для комплексного анализа состояния и развития разномасштабных и разноразмерных социо-эколого-экономических систем, а также составления их рейтинга, что имеет важное значение в процедуре управления местными, региональными и федеральными СЭЭС.

Литература

Список русскоязычной литературы

1. Адлер ЮА, Маркова ЕВ, Грановский ЮВ. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука; 1976.
2. Булгаков НГ. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей среды: Обзор существующих подходов. Успехи современной биологии. 2002;122(2):115-35.
3. Воробейчик ЕЛ, Садыков ОФ, Фарафонов МГ. Экологическое нормирование техногенных загрязнений. Екатеринбург: Наука; 1994.
4. Гелашвили ДБ, Зазнобина НИ, Лисовенко АВ. Количественные методы оценки состояния урбоэкосистем. В кн.: Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Ч. VII. Н. Новгород: ННГУ; 2011, с. 80-110.
5. Зазнобина НИ, Молькова ЕД, Якимов ВН, Гелашвили ДБ. Сравнительная динамика социо-эколого-экономических систем регионов Приволжского федерального округа на основе обобщенной функции желательности. Известия Самарского НЦ РАН. 2016;18(2):675-80.
6. Зазнобина НИ, Молькова ЕД, Басуров ВА, Гелашвили ДБ. Рейтинговый анализ стран «БРИКС» по социо-эколого-экономическим показателям на основе обобщенной функции желательности. Проблемы региональной экологии. 2018;(3):137-42.

7. Королев АА, Розенберг ГС, Гелашвили ДБ, Панютин АА, Иудин ДИ. Экологическое зонирование территории Волжского бассейна по степени нагрузки сточными водами на основе бассейнового принципа (на примере Верхней Волги). Известия Самарского НЦ РАН. 2007;9(1):265-9.
8. Носов ВН, Булгаков НГ, Максимов ВН. Построение функции желательности при анализе данных экологического мониторинга. Известия РАН Сер биол. 1997;(1):69-74.
9. Розенберг ГС, Черникова СА, Краснощеков ГП, Крылов ЮМ, Гелашвили ДБ. Мифы и реальность «устойчивого развития». Проблемы прогнозирования. 2000;(2):130-54.
10. Федоров ВД, Сахаров ВБ, Левич АП. Количественные подходы к проблеме оценки нормы и патологии экосистем. В кн.: Человек и биосфера. М.: Изд-во МГУ; 1982, с. 3-42.
11. Фрумин ГТ, Баркан ЛВ. Комплексная оценка загрязненности Ладожского озера по гидрохимическим показателям. Водные ресурсы. 1997;24(1):315-9.
6. Zaznobina NI, Molkova ED, Basurov VA, Gelashvili DB. [Rating analysis of the BRICS countries, socio-ecological-economic indicators on the basis of the generalized desirability function]. Problemy Regionalnoy Ekologii. 2018;(3):137-42. (In Russ.)
7. Korolev AA, Rozenberg GS, Gelashvili DB, Panyutin AA, Iudin DI. [Ecological zoning of the Volga basin territory on the sewage loading degree on the basin principle basis (by the top Volga example)]. Izvestiya Samarskogo Nauchnogo Tsentra RAN. 2007;9(1):265-9. (In Russ.)
8. Nosov VN, Bulgakov NG, Maksimov VN. [Construction of the desirability function in the analysis of environmental monitoring data]. Izvestiya RAN Seriya Biologicheskaya. 1997;(1):69-74. (In Russ.)
9. Rozenberg GS, Chernikova SA, Krasnoshchekov GP, Krylov YuM, Gelashvili DB. [Myths and reality of «Sustainable development»]. Problemy Prognozirovaniya. 2000;(2):130-54. (In Russ.)
10. Fedorov VD, Sakharov VB, Levich AP. [Quantitative approaches to the problem of assessing the norm and pathology of ecosystems]. In: Chelovek i Biosfera. Moscow: Izdatelstvo MGU; 1982. P. 3-42. (In Russ.)

Общий список литературы/Reference List

1. Adler YuA, Markova EV, Granovskiy YuV. Planirovaniye Eksperimenta pri Poiske Optimalnykh Usloviy. Moscow: Nauka; 1976. (In Russ.)
2. Bulgakov NG. [Indication of the state of natural ecosystems and regulation of environmental factors: An overview of existing approaches]. Uspekhi Sovremennoy Biologii. 2002;122(2):115-35. (In Russ.)
3. Vorobeychik EL, Sadykov OF, Farafontov MG. Ekologicheskoye Normirovaniye Tekhnogennykh Zagryazneniy. Yekaterinburg: Nauka; 1994. (In Russ.)
4. Gelashvili DB, Zaznobina NI, Lisovenko AV. [Quantitative methods for assessing the state of urban ecosystems]. In: Ekologicheskoy Monitoring. Metody Biologicheskogo i Fiziko-Khimicheskogo Monitoringa. Ch. VII. Nizhniy Novgorod: NNGU; 2011. p. 80-110. (In Russ.)
5. Zaznobina NI, Molkova ED, Yakimov VN, Gelashvili DB. [The comparative dynamics of social-ecological-economic systems of Privolzhskiy federal district regions on the basis desirability generalized function]. Izvestiya Samarskogo Nauchnogo Tsentra RAN. 2016;18(2):675-80. (In Russ.)
11. Frumin GT, Barkan LV. [Comprehensive assessment of pollution of Lake Ladoga by hydrochemical indicators]. Vodnye Resursy. 1997;24(1):315-9. (In Russ.)
12. Akteke-Öztürk B, Weber GW, Köksal G. Optimization of generalized desirability functions under model uncertainty. Optimization J Math Programm Operat Res. 2017;66(12):2157-69.
13. Akteke-Öztürk B, Weber GW, Köksal G. Generalized desirability functions: a structural and topological analysis of desirability functions. Optimization J Math Programm Operat Res. 2020;69(1):115-30.
14. Padilla-Atondo JM, Limon-Romero J, Perez-Sanchez A, Tlapa D, Baez-Lopez Y, Puente C, Ontiveros S. The impact of hydrogen on a stationary gasoline-based engine through multi-response optimization: a desirability function approach. Sustainability. 2021;13(3):1385.
15. Wehrich H. The TOWS Matrix – A tool for situational analysis. Long Range Planning. 1982;15(2):54-66.