



DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2016.3.17>

УДК 332.145+338.242+504.03

ББК 65.9(Рос...)+65.050+20.18

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РЕГИОНАХ ЦФО В РАМКАХ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СУБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИО-ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Роман Александрович Жуков

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры менеджмента,
Тульский университет (ТИЭИ)
pluszh@mail.ru
ул. Рязанская, 1, 300024 г. Тула, Российская Федерация

Аннотация. В рамках фундаментального подхода к оценке эффективности деятельности субъектов управления, предложенного автором, содержащего в себе логически связанные этапы анализа сложных систем и синтеза решений, направленных на выравнивание асимметрии и условий устойчивого развития территориальных социо-эколого-экономических систем (СЭЭС), изучено состояние атмосферного воздуха в регионах ЦФО. Процесс исследования включает формирование обобщенного показателя результативности в выбранном направлении из совокупности частных показателей с учетом их взаимного влияния посредством парных коэффициентов корреляции и определяется как отношение фактического значения к нормативу. Норматив вычисляется по модели связи результативного признака с факторами (условиями) функционирования СЭЭС, построенной с помощью корреляционно-регрессионного анализа. В качестве частных показателей результативности выбраны стандартизованные и нормированные индикаторы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, с учетом территориальных социо-эколого-экономических условий. Определена эффективность деятельности субъектов управления в части использования природоохранных расходов. Эффективность функционирования рассчитывается как отношение изменения показателей результативности к изменению факторных признаков. Этап синтеза заключается в поиске требуемых значений управляемых факторов, при котором показатели результативности СЭЭС соответствовали бы нормативу посредством решения нелинейной задачи оптимизации с ограничениями. В рамках исследования для ряда регионов представлены необходимые изменения природоохранных расходов, что, в свою очередь, может быть использовано в качестве практических рекомендаций органам управления различных уровней.

Ключевые слова: эффективность, социо-эколого-экономические системы (СЭЭС), показатель эффективности, математическая модель, регрессионная модель, социально-экономическое развитие (СЭР).

Постановка проблемы

Очевидная взаимосвязь состояния окружающей среды, результатов общественного

воспроизводства и социальной сферы человеческой деятельности определяет континуум, в котором существуют и развиваются социо-эколого-экономические системы (СЭЭС),

главная цель которых – обеспечить себе наиболее выгодное и устойчивое состояние рациональным способом с учетом факторов внешней среды. Выявление наиболее существенных из них, обеспечивающих возможность стабильного благоприятного изменения показателей, характеризующих СЭЭС, является сложной задачей, требующей применения системного подхода и использования экономико-математических методов.

Решение такой проблемы можно разбить на совокупность частных задач, которые рассматривают одно из трех направлений континуума, определяемых показателями результативности. Их дальнейшее изучение дает возможность оценить гармоничность развития СЭЭС и принять управленческие решения, направленные на выравнивание асимметрии и формирование условий устойчивого развития территориальных социо-эколого-экономических систем.

В рамках исследования оценивается экологическая составляющая СЭЭС, в частности, состояние атмосферного воздуха с факторами производства и специфичными территориальными социально-экономическими условиями.

Для оценки состояния окружающей среды, в частности, атмосферного воздуха, используются показатели, ежегодно предоставляемые Федеральной службой государственной статистики РФ. К ним относят выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников (тыс. т), и улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников (тыс. т).

Расширенная оценка состояния окружающей среды отражается в ежегодном государственном докладе о состоянии и об охране окружающей среды, в котором собрана информация, предоставляемая различными службами и администрациями субъектов РФ. При этом каждый из показателей принадлежит к одному из элементов аналитической схемы. Она включает в себя движущие силы (факторы, оказывающие влияние на состояние окружающей среды), давление (результат действия факторных признаков), состояние (текущие условия окружающей среды), воздействие (последствия от изменения окружающей среды) и реагирование (меры, направленные на снижение нагрузки на окружающую среду).

К основным показателям давления отнесены выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, а также выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от подвижных источников. Для выявления более общей тенденции наиболее интересным представляются суммарные выбросы, выраженные в тысячах тонн.

Индикатор улавливания загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников (%), входит в состав элемента реагирования аналитической схемы. Однако наиболее целесообразным представляется использование абсолютных единиц измерения, которые позволят обеспечить сравнимость различных регионов.

В качестве факторных признаков (движущие силы) представлены грузооборот, пассажирооборот, а также валовой региональный продукт (ВРП). Действительно, ВРП является движущим фактором окружающей среды, однако его общность не позволяет более детально рассмотреть особенности воздействия на нее.

В качестве дополнительных факторов предлагается использовать следующие признаки. Оборачиваемость предприятий или объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами (всего, для большей детализации по видам экономической деятельности). Представленные факторы учитывают степень и характер экономической деятельности в регионе.

Построение показателей результативности осуществляется на основании подхода, представленного в [4, с. 272], алгоритмом их вычисления [3, с. 271], математического описания [6, с. 349], апробированном на примере оценки результативности использования земель сельскохозяйственного назначения [5, с. 46].

Показатель результативности определяется по формуле:

$$O_{i,k} = \frac{O_{i,k,\text{факт}}}{O_{i,k,\text{расч}}}, \quad (1)$$

где $\xi_{i,k}$ – значение i -го обобщающего показателя (здесь под i понимается направление в СЭЭС, для k -й единицы совокупности; $\xi_{i,k,\text{факт}}$ – фактическое и $\xi_{i,k,\text{расч}}$ – «нормативное» (расчетное) значения обобщающих показателей.

Нормативные значения результативных признаков вычисляются как:

$$o_{k, \text{расч}} = \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{p=1}^n \sum_{q=1}^n r_{ij, \text{расч}} \cdot C_{ip} \cdot C_{jq} \cdot x_{kp} \cdot x_{kq} \right]^{1/2}, \quad (2)$$

где m – число результативных признаков; n – число факторных признаков (условий); i – индекс i -го результативного признака; j – индекс j -го результативного признака; p – индекс p -го факторного признака; q – индекс q -го факторного признака; k – индекс рассматриваемой единицы совокупности; r_{ij} – парный коэффициент корреляции между i -м и j -м результативным признаком; C_{ip} – весовой коэффициент между i -м результативным и p -м факторным признаками; C_{jq} – весовой коэффициент между j -м результативным признаком и q -м факторным; x_{kp} – фактическое значение стандартизованного p -го факторного признака для k -й единицы совокупности; x_{kq} – фактическое значение стандартизованного q -го факторного признака для k -й единицы совокупности.

Отметим, что все результативные признаки заданы в стандартизованном виде и нормированы, то есть приведены к шкале от 0 до 1, что обеспечивает их сравнимость и возможность дальнейшего использования без учета их физического и экономического смысла.

Если показатель меньше единицы (не достигает норматива), то состояние СЭЭС по данному индикатору неблагоприятно.

Показатель эффективности деятельности субъектов управления различных уровней определим по формуле:

$$K'_k = \frac{\Delta K_k}{\Delta x} = \frac{o_{k1} / o_{k0}}{x_1 / x_0}, \quad (3)$$

где индексы 0 и 1 характеризуют значения показателя прошлого и текущего периодов; K'_k – показатель результативности; x – комплекс проводимых мероприятий (фактические значения факторных признаков, входящих в модель связи интегрального показателя с входными параметрами).

Практическая реализация фундаментального подхода

Для выбранных показателей результативности были построены модели в стандартизованном виде с использованием пошагового метода наименьших квадратов и статистических данных за 2007–2014 годы [1; 8]. На первом этапе в мо-

дель были включены 11 факторов. Расчеты проводились с помощью авторской экспертной системы принятия решений (бета-версия) [2, с. 555].

$$y_1 = 0,635 \cdot x_1 + 0,278 \cdot x_2, \quad (4)$$

$$y_2 = -0,484 \cdot x_1 + 0,793 \cdot x_2 + 0,558 \cdot x_3, \quad (5)$$

где y_1 – выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух; y_2 – улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников; x_1 – пассажирооборот: легковой автомобильный и автобусы; x_2 – объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности (всего); x_3 – природоохранные расходы в ценах 2007 г. (охрана воздуха).

Для модели 1 коэффициент детерминации – $R^2 = 0,814$, коэффициент множественной корреляции – $R = 0,902$, стандартная ошибка (среднеквадратическое отклонение остатков) составила 84,425, расчетное значение критерия Фишера – $F_{\text{расч}} = 291,820$ при критическом значении – $F_{\text{кр}} = 2,673$ для заданного уровня значимости 0,05 и числа степеней свободы 132.

Для модели 2 коэффициент детерминации – $R^2 = 0,585$, коэффициент множественной корреляции – $R = 0,765$, стандартная ошибка (среднеквадратическое отклонение остатков) составила 4 615,700, расчетное значение критерия Фишера – $F_{\text{расч}} = 46,119$ при критическом значении – $F_{\text{кр}} = 2,441$ для заданного уровня значимости 0,05 и числа степеней свободы 131.

Для выбранных показателей были построены мультипликативные модели в следующем виде:

$$y_1 = x_1^{0,703} \cdot x_2^{0,173}, \quad (6)$$

$$y_2 = x_1^{-0,189} \cdot x_2^{0,438} \cdot x_3^{0,535}. \quad (7)$$

При этом качество моделей ухудшилось, что подтверждается уменьшением коэффициентов детерминации, составивших для первой модели – $R^2 = 0,704$, а для второй – $R^2 = 0,553$.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух являются негативным фактором, поэтому целесообразнее использовать обратный показатель.

Соответствующее уравнение получено в следующем виде:

$$y^{-1}_1 = 0,777 \cdot x^{-1}_1. \quad (8)$$

Переменная x_2 , как и другие факторы, оказалась незначимой.

Коэффициент детерминации уменьшился и составил $R^2 = 0,603$, стандартная ошибка равна 0,002, $F_{\text{расч}} = 203,450$ при критическом значении $F_{\text{кр}} = 3,912$ для заданного уровня значимости 0,05 и числа степеней свободы 134.

Поэтому целесообразнее использовать формулу:

$$y^{-1}_1 = 1/(0,635 \cdot x_1 + 0,278 \cdot x_2). \quad (9)$$

Для преобразования переменных к стандартизованному виду использовались соотношения:

$$x_i = \frac{x'_i - \bar{x}'_i}{\sigma_{x'_i}}, y = \frac{y'_1 - \bar{y}'_1}{\sigma_{y'_1}}, \quad (10)$$

где «'» – абсолютное значение параметра; σ – среднеквадратическое отклонение; \bar{x} , \bar{y} – средние значения факторных и результативных признаков.

Приведенные признаки были вычислены по формуле:

$$Y_i = \frac{Y_i - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}. \quad (11)$$

Обобщенный показатель результативности y рассчитывался по формулам (1) и (2). Для регионов ЦФО были вычислены показатели результативности в 2014 году (табл. 1).

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что наилучшая результативность наблюдается в Калужской области, а наихудшая – в Московской области.

В Липецкой области наихудшее состояние по объемам выбросов в атмосферный воздух, а наилучшая – в Калужской области; по уровню уловленных и обезвреженных веществ наиболее и наименее благоприятная ситуация наблюдается в Липецкой и Орловской областях соответственно.

На рисунке 1 представлена динамика изменения показателей результативности, вычисленных для Тульской области. Видно, что наблюдается негативная тенденция по показателю улавливания загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников (линия 3), что требует особого внимания со стороны региональных органов управления.

Для оценки эффективности деятельности органов управления вычислен показатель, характеризующий изменение объема уловленных и обезвреженных веществ в зависимости от природоохранных расходов (атмосфера). Результаты расчета по формуле (3) представлены в таблице 2.

Таблица 1

Результаты оценки состояния атмосферного воздуха в регионах ЦФО в 2014 г.

Субъект	y^{-1}_1	y_2	y
Белгородская область	1,184	0,799	0,947
Брянская область	1,264	1,821	1,230
Владимирская область	1,488	0,128	1,684
Воронежская область	1,263	0,734	1,298
Ивановская область	1,023	2,106	0,997
Калужская область	1,684	0,146	2,032
Костромская область	1,114	0,633	1,126
Курская область	1,433	0,513	1,492
Липецкая область	0,696	2,447	1,343
Московская область	1,529	0,638	0,444
Орловская область	1,128	0,037	1,138
Рязанская область	0,920	2,099	0,748
Смоленская область	1,115	1,155	1,095
Тамбовская область	1,107	1,228	1,101
Тверская область	1,281	0,568	1,333
Тульская область	0,922	1,529	0,788
Ярославская область	1,069	0,360	1,173

Примечание. Составлено автором.

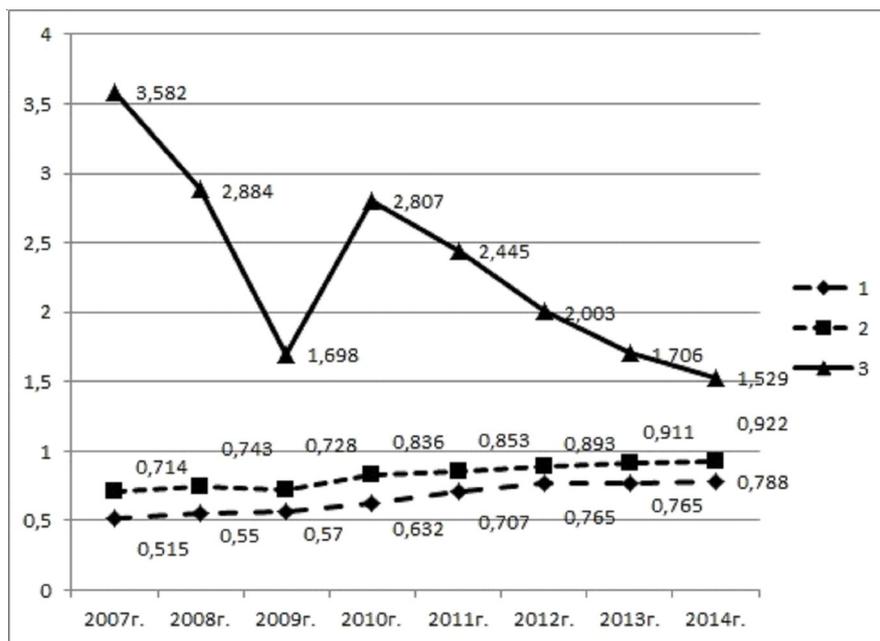


Рис. 1. Динамика показателей результативности оценки состояния атмосферного воздуха для Тульской области:

1 – обобщенный показатель результативности; 2 – показатель выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (y^{-1}), 3 – улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников (y_2)

Примечание. Составлено автором.

Таблица 2

Показатель эффективности деятельности органов управления в регионах ЦФО в 2014 году

Субъект	Dy_2 / Dx_3
Белгородская область	0,795
Брянская область	1,013
Владимирская область	1,311
Воронежская область	1,485
Ивановская область	3,093
Калужская область	1,579
Костромская область	0,348
Курская область	1,513
Липецкая область	0,951
Московская область	1,116
Орловская область	0,261
Рязанская область	2,671
Смоленская область	1,325
Тамбовская область	1,848
Тверская область	0,831
Тульская область	1,262
Ярославская область	0,914

Примечание. Составлено автором.

Наихудшая и наилучшая эффективность деятельности субъектов управления наблюдается в Орловской и Ивановской областях соответственно.

Для принятия решения следует оценить возможные пути повышения результативности по каждому из показателей за счет факторов, оказывающих наибольшее влияние на выделенные показатели.

Особый интерес представляет изучение показателя объема уловленных и обезвреженных веществ в зависимости от природоохранных расходов (атмосфера).

Для оптимизации была использована целевая функция:

$$F = -0,484 \cdot x_{1\text{факт}} + 0,793 \cdot x_{2\text{факт}} + 0,558 \cdot x_3 - y_{2\text{факт}} \rightarrow \min, \quad (12)$$

при наличии ограничения $x_3 \leq x_{3\text{факт}}$.

Здесь индекс «факт» показывает, что берутся фактические значения факторных признаков.

Функция (12) является частным случаем задачи оптимизации обобщенного показателя результативности [6, с. 18]:

$$\left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{p=1}^n \sum_{q=1}^n r_{ij} \cdot C_{ip} \cdot C_{jq} \cdot \frac{x_{kq}}{K_{kp}} \cdot \frac{x_{kq}}{K_{kq}} \right]^{1/2} - 0_{k,\text{факт}} \rightarrow \min, \quad (13)$$

для $\xi_{i,k} < 1$ и акселераторов K_{kp} , имеющих смысл необходимых изменений факторных признаков с целью достижения норматива (рациональное управленческое решение).

Расчет показал, что в большинстве регионов наблюдается перерасход денежных средств и добиться достижения норматива за счет изменения данного фактора невозможно (табл. 3).

Для Брянской, Липецкой, Рязанской, Смоленской, Тамбовской и Тульской областей природоохранные расходы рациональны. Для Белгородской области необходимо проанализировать структуру соответствующего показателя, демонстрирующего, что в среднем на 23 % денежные средства используются нерационально. Можно воспользоваться опытом наиболее успешных в этом отношении регионов.

Для остальных субъектов расчет показал необходимость полного пересмотра расходования средств на охрану воздуха.

Таблица 3

Оптимизация показателя результативности «Уловлено и обезврежено загрязняющих веществ, тыс. т» по фактору «Природоохранные расходы в ценах 2007 г. (охрана воздуха), млн руб.»*

Субъект	Показатель, млн руб.	Показатель, в % к фактическим расходам
Белгородская область	-447,440	-69,93
Брянская область	0,0	0,00
Владимирская область	нереализуемо	> 100
Воронежская область	-210,600	-52,20
Ивановская область	0,0	0,00
Калужская область	нереализуемо	> 100
Костромская область	нереализуемо	> 100
Курская область	нереализуемо	> 100
Липецкая область	0,0	0,00
Московская область	нереализуемо	> 100
Орловская область	нереализуемо	> 100
Рязанская область	0,0	0,00
Смоленская область	0,0	0,00
Тамбовская область	0,0	0,00
Тверская область	нереализуемо	> 100
Тульская область	0,0	0,00
Ярославская область	нереализуемо	> 100

Примечания. Составлено автором. * – Показывает, на сколько в среднем наблюдается перерасход («-») или излишек («+») факторного признака, в связи с чем норматив не достигается; 0 обозначает, что оптимизация для данного субъекта не требуется.

Таким образом, в рамках проведенного исследования получены следующие результаты.

Продемонстрирован подход к формированию показателей результативности и эффективности деятельности субъектов управления, включающий построение собственного норматива для каждого из них с учетом конкретных условий функционирования. По результатам проведенного анализа состояния атмосферного воздуха в регионах ЦФО обоснованы необходимые изменения природоохранных расходов, что, в свою очередь, может быть использовано в качестве практических рекомендаций органам управления различных уровней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Российской Федерации. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.ecogodoklad.ru> (дата обращения: 20.04.2016). – Загл. с экрана.
2. Жуков, Р. А. Внедрение программных экономико-математических комплексов в практику деятельности органов государственного управления / Р. А. Жуков // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 9-3. – С. 555–559.
3. Жуков, Р. А. Применение инновационного подхода к прогнозированию показателей социально-экономического развития в МО Узловский район Тульской области / Р. А. Жуков // *Вестник Тульского филиала Финуниверситета*. – 2014. – № 1. – С. 271–273.
4. Жуков, Р. А. Применение фундаментального подхода к управлению социально-экономическим развитием территорий / Р. А. Жуков // *Научное обозрение*. – 2014. – № 4. – С. 272–274.
5. Жуков, Р. А. Проблемы оценки результативности использования земель сельскохозяйственного назначения / Р. А. Жуков // *Экономика сельского хозяйства России*. – 2014. – № 3. – С. 42–47.
6. Журавлев, С. Д. Математическая модель оценки эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения / С. Д. Журавлев, Р. А. Жуков // *Региональная экономика и управление: электрон. науч. журн.* – 2011. – № 27. – С. 9–24. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://eee-region.ru/article/2702> (дата обращения: 20.04.2016). – Загл. с экрана.
7. Журавлев, С. Д. Методика анализа эффективности государственного управления (на примере регионов РФ) / С. Д. Журавлев, Р. А. Жуков // *Изв. Пензен. гос. пед. ун-та им. В. Г. Белинского*. – 2012. – № 28. – С. 349–357.
8. Федеральная служба государственной статистики. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 20.04.2016). – Загл. с экрана.

REFERENCES

1. *Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchey sredy Rossiyskoy Federatsii* [State Report on the Condition and Protection of Environment of the Russian Federation]. Available at: <http://www.ecogodoklad.ru>. (accessed April 20, 2016).
2. Zhukov R.A. Vnedrenie programmykh ekonomiko-matematicheskikh kompleksov v praktiku deyatel'nosti organov gosudarstvennogo upravleniya [Implementation of Economic and Mathematical of Software Packages into the Work of State Administration]. *Fundamentalnie issledovaniya*, 2015, no. 9-3, pp. 555-559.
3. Zhukov R.A. Primenenie innovatsionnogo podkhoda k prognozirovaniyu pokazateley sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya v MO Uzlovskiy rayon Tul'skoy oblasti [Application of Innovative Approach to Forecasting the Indicators of Social and Economic Development in MD Uzlovsky District of the Tula Region]. *Vestnik Tul'skogo filiala Finuniversiteta*, 2014, no. 1, pp. 271-273.
4. Zhukov R.A. Primenenie fundamentalnogo podkhoda k upravleniyu sotsialno-ekonomicheskim razvitiem territoriy [The Problems of Assessing the Productivity of the Use of Agricultural Lands]. *Nauchnoe obozrenie*, 2014, no. 3, pp. 42-47.
5. Zhukov R.A. Problemy otsenki rezul'tativnosti ispol'zovaniya zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya [The Problems of Assessing the Productivity of the Use of Agricultural Lands]. *Ekonomika selskogo khozyaystva Rossii*, 2014, no. 3, pp. 42-47.
6. Zhuravlev S.D., Zhukov R.A. Matematicheskaya model otsenki effektivnosti ispol'zovaniya zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya [The Mathematical Model for Evaluating the Effectiveness of the Use of Agricultural Lands]. *Regional'naya ekonomika i upravlenie: elektronii nauchnii jurnal*, 2011, no. 27, pp. 9-24. Available at: <http://eee-region.ru/article/2702/>. (accessed April 20, 2016).
7. Zhuravlev S.D., Zhukov R.A. Metodika analiza effektivnosti gosudarstvennogo upravleniya (na primere regionov RF) [The Methods of State Management Effectiveness Analysis (on the Example of the Russian Regions)]. *Izvestiya Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.G. Belinskogo*, 2012, no. 28, pp. 349-357.
8. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki* [Federal State Statistics Service]. Available at: <http://www.gks.ru>. (accessed April 20, 2016).

**ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR IN THE REGIONS
OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT IN THE FRAMEWORK
OF THE FUNDAMENTAL APPROACH TO ASSESSMENT
OF EFFICIENCY OF ACTIVITY OF SUBJECTS
OF SOCIO-ECOLOGICAL-ECONOMIC SYSTEMS MANAGEMENT**

Roman Aleksandrovich Zhukov

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor, Department of Management,
Tula State University
pluszh@mail.ru
Ryazanskaya St., 1, 300024 Tula, Russian Federation

Abstract. The author proposes the fundamental approach to the assessment of the effectiveness of the managing subjects, which contains logically related steps of complex systems analysis and synthesis solutions to alignment asymmetry and conditions for sustainable development of regional social, ecological and economic systems (SEES), air condition in the regions of the Central Federal District is studied. The research process involves the formation of a generalized performance indicator in the chosen direction of the plurality of partial indicators, taking into account their mutual influence through the pair of correlation coefficients and is defined as the ratio of the actual value to the standard. The standard was calculated according to the effective model of communication features with the factors (conditions) of SEES functioning, built with the help of correlation and regression analysis. As private performance indicators, the author selects standardized and normalized indicators of pollutant emissions into the atmospheric air and trapping of atmospheric air pollutants from stationary sources, taking into account the territorial socio-ecological and economic conditions. The efficiency of activity of subjects of management regarding the use of environmental expenditures is calculated. The effectiveness of the change is calculated as the ratio of performance indicators to the change of factor variables. The synthesis step is to search for the desired values of controlled factors in which SEES performance indicators would be compliant with the law by solving a nonlinear optimization problem with constraints. In the study, for a number of regions the necessary changes of environmental costs are presented, which, in turn, can be used as practical recommendations for various levels of state administration.

Key words: efficiency, socio-ecological-economic systems (SEES), efficiency indicator, mathematical model, regression model, social and economic development (SED).