

УДК 574.3 + 504.75.05

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПОПУЛЯЦИОННОЕ ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Хасанова Р.М., Титов В.Н., Жанабекова Е.И., Пушкина Е.Г.**

*Саратовский социально-экономический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Саратов, e-mail: seun@ssea.runnet.ru*

Проведен анализ зависимости популяционного здоровья населения Саратовской области от факторов загрязнения среды обитания. Подбор статистических показателей, характеризующих популяционное здоровье и факторы нагрузки окружающей среды, сделан на основании ранее выполненных исследований. Вначале корреляционным анализом были выявлены статистически значимые связи между изучаемыми показателями и оценен их характер. Затем методом регрессионного анализа были статистически описаны зависимости медико-демографических показателей от состояния окружающей среды. Выявлено, что площадь особо охраняемых природных территорий в расчете на душу населения оказывает сильное положительное влияние на ожидаемую продолжительность жизни при рождении и на выживаемость при заболевании онкологическими заболеваниями, а количество выбросов от стационарных источников в подушевом расчете имеет тесную положительную связь с коэффициентом детской смертности. Предложен ряд мероприятий, которые могут способствовать улучшению характеристик популяционного здоровья жителей Саратовской области.

**Ключевые слова:** показатели популяционного (общественного) здоровья, загрязнение окружающей среды, антропогенные факторы

## THE ESTIMATION OF INFLUENCE OF THE CONTAMINATION OF ENVIRONMENT ON POPULATION HEALTH IN THE SARATOV REGION

**Khasanova R.M., Titov V.N., Zhanabekova E.I., Pushkina E.G.**

*The Saratov Socio Economic Institute (SSEI) «The Russian Economic University of G.V. Plekhanov», Saratov, e-mail: seun@ssea.runnet.ru*

The article include the analysis of the dependence of population health from the contamination of environment in the Saratov region. The selection of statistical indicators of population health and factors of the pressures on the environment was made on the basis of previous studies. To solve this problem, a statistical analysis was conducted in two stages. First, the correlation analysis revealed a statistically significant relationship between the examined parametres and their character is evaluated. Then by the method of the regression analysis were statistically described depending between demographic and health indicators and the state of the environment. It is revealed that the area of specially protected natural territories per capita has a strong positive effect on life expectancy at birth and survival rates of the disease of cancer, and the amount of emissions from stationary sources in the per capita calculation has a close positive relationship with infant mortality. There is a number of activities that can help to improve the characteristics of the population health of the Saratov region.

**Keywords:** indices of the public health, pollution of the environment, anthropogenic factors

Проблема влияния интенсивных изменений в окружающей среде под воздействием антропогенной деятельности на качество жизни самого человека является одной из наиболее актуальных на сегодняшний день, и подходы к ее решению лежат в разных плоскостях человеческой деятельности: экономической, политической, социальной, медицинской. Очевидно, что научная деятельность в этом направлении также должна носить комплексный, междисциплинарный характер, и в этой связи большой интерес представляет изучение популяционного или общественного здоровья как состояния, при котором человеческая общность способна наиболее эффективно осуществлять биологическую и социальную функцию в предлагаемых обстоятельствах. Считая, что общественное здоровье – это свойство населения определенной территории, обеспечивающее демографическое развитие, максимально

возможную продолжительность жизни без потери трудовой активности и формирующееся под воздействием биологических, социально-экономических, культурных и экологических факторов [8], необходимо четко и своевременно оценивать количественную и качественную степень этого влияния.

Важнейшим показателем, характеризующим популяционное здоровье, является ожидаемая продолжительность жизни, расчет которого не зависит от различий в возрастном составе населения. Применение этого показателя позволило Андрееву Е.М. в 1994 г. сформулировать три сценария прогноза общественного здоровья, согласно которому в худшем случае продолжительность жизни мужчин/женщин составит 61,6 /73,6 лет, в среднем – 64,9/76,8 лет, а в лучшем – 68,2/80,0 лет [1]. Согласно данным Росстата, в 2012 году ожидаемая продолжительность жизни мужчин/женщин

составила 64,56/75,86 лет, что говорит как о точности использования данного показателя, так и развитии среднего варианта сценария как наиболее вероятного. Кроме того, используются показатели младенческой и материнской смертности, а также умершие по основным классам причин смерти, и отдельно – в трудоспособном возрасте, а также обобщенные характеристики заболеваемости и инвалидности [3].

Саратовская область, являясь староосвоенной российской территорией, имеет население более 2,5 млн человек. В экономике Саратовской области значительная часть добавленной стоимости формируется базовыми секторами экономики области – промышленностью, сельским хозяйством и транспортным комплексом. Географическое положение региона, находящегося на пересечении крупнейших транспортных коридоров (Евразийский коридор «Север – Юг» и Евразийский коридор «Запад – Восток») и близость крупных рынков сбыта (Центральная Россия, Казахстан) обеспечили развитие транспортной инфраструктуры, представленной разветвленной сетью железных и автомобильных дорог, трубопроводов. Промышленный облик определяют машиностроение, химическое производство и энергетика (по производству электроэнергии Саратовская область занимает 7 место среди российских регионов). Кроме того, область входит в десятку российских регионов-лидеров по производству продукции сельского хозяйства. Удельный вес сельского хозяйства в ВРП области (12,5%) значительно превышает российский показатель в структуре валовой добавленной стоимости (около 4,9%) [7]. Таким образом, экосистемы региона и проживающее население испытывают серьезную антропогенную нагрузку.

В проведенных ранее исследованиях было показано, что в Саратовской области наблюдается достаточно высокая нагрузка на среднестатистического жителя по целому ряду экологических показателей [6], а демографическая ситуация имеет неустойчивый, зачастую негативный характер [2], на который оказывают определенное влияние негативные факторы окружающей среды [5]. Целью данного исследования является выявление и описание зависимости популяционного здоровья населения Саратовской области от факторов загрязнения среды обитания.

Всестороннее исследование влияния антропогенных факторов на качество жизни человека предполагает привлечение современных математико-статистических методов и моделей, которые позволяют выявить

причинно-следственные связи и определить факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на вариацию исследуемых явлений и процессов.

Для решения поставленной задачи статистический анализ необходимо выполнять в два этапа. На первом этапе исследования для того, чтобы выявить наличие статистически значимых связей между анализируемыми показателями и оценить характер существующей взаимосвязи, воспользуемся корреляционным анализом. На втором этапе для математико-статистического описания зависимости медико-демографических показателей от состояния окружающей среды воспользуемся методами регрессионного анализа.

Прежде чем переходить непосредственно к статистическому анализу, необходимо определить относительно числа показателей, доступных с точки зрения статистических данных. Следовательно, немаловажным на данном этапе исследования является подбор статистических показателей, корректный выбор которых во многом определяет полученные результаты.

В первый блок (популяционное здоровье) вошли следующие статистические показатели:

- плотность населения, человек на  $m^2$  ( $Y_1$ );
- ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет ( $Y_2$ );
- коэффициент младенческой смертности, число умерших детей в возрасте до 1 года на 1000 человек населения в возрасте 0–15 лет, в промилле ( $Y_3$ );
- коэффициент детской смертности, число умерших детей в возрасте до 5 лет на 1000 человек населения в возрасте 0–15 лет), в промилле ( $Y_4$ );
- коэффициенты смертности по причинам смерти Класс I (Коды A00-B99): некоторые инфекционные и паразитарные болезни, число умерших на 100 000 человек населения ( $Y_5$ );
- коэффициенты смертности по причинам смерти Класс II (Коды C00-D48): новообразования, число умерших на 100 000 человек населения ( $Y_6$ );
- коэффициенты смертности по причинам смерти Класс IX (Коды I00-I99): болезни системы кровообращения, число умерших на 100 000 человек населения ( $Y_7$ );
- коэффициенты смертности по причинам смерти Класс X (Коды J00-J99): болезни органов дыхания, число умерших на 100 000 человек населения ( $Y_8$ );
- коэффициенты смертности по причинам смерти Класс XI (Коды K00-K93): болезни органов пищеварения, число умерших на 100 000 человек населения ( $Y_9$ );

– коэффициенты смертности по причинам смерти Класс XX (Коды V01-Y98): внешние причины смерти, число умерших на 100 000 человек населения ( $Y_{10}$ );

коэффициент смертности населения, число умерших на 1000 человек населения, в промилле ( $Y_{11}$ );

– коэффициент естественного прироста, в промилле ( $Y_{12}$ );

заболеваемость по основным классам болезней: инфекционные и паразитарные болезни, в промилле ( $Y_{13}$ );

– заболеваемость по основным классам болезней: новообразования, в промилле ( $Y_{14}$ );

– заболеваемость по основным классам болезней: болезни системы кровообращения, в промилле ( $Y_{15}$ );

– заболеваемость по основным классам болезней: травмы и отравления, в промилле ( $Y_{16}$ );

– заболеваемость по основным классам болезней: болезни органов дыхания, в промилле ( $Y_{17}$ );

– заболеваемость, установленная впервые в жизни, в промилле ( $Y_{18}$ ).

Во второй блок (антропогенная нагрузка) вошли следующие статистические показатели:

– количество выбросов вредных веществ от стационарных источников на душу населения, кг/чел. ( $X_1$ );

– количество выбросов вредных веществ от передвижных источников на душу населения, кг/чел. ( $X_2$ );

– объем сброса сточных вод в поверхностные источники на душу населения, м<sup>3</sup>/чел. ( $X_3$ );

– объем сброса загрязненных сточных вод на душу населения, м<sup>3</sup>/чел. ( $X_4$ );

– забор воды на душу населения, м<sup>3</sup>/чел. ( $X_5$ );

– количество вывезенного ТБО на душу населения, м<sup>3</sup>/чел. ( $X_6$ );

– доля зеленых насаждений в общей площади земель (лесистость), % ( $X_7$ );

– площадь ООПТ на душу населения, га/чел. ( $X_8$ ).

Для достижения сопоставимости реальных характеристик, не зависящих от разномасштабности внутренних процессов, все частные показатели представлены в виде относительных величин (например, показатель «коэффициент естественного прироста» взят в расчете на 1000 человек населения). К тому же все показатели, рост значений которых свидетельствует об ухудшении экологического и медико-демографического положения Саратовской области, были преобразованы в однонаправленные (например, показатель младенческой смертности в показатель младенческой выживаемости) [4].

Перед выполнением процедур корреляционного и регрессионного анализа проведено нормирование исходных данных с целью приведения их к единому масштабу, что исключает влияния различных единиц измерения. В результате преобразования частных статистических показателей нами получена матрица исходных данных по двум блокам показателей Саратовской области с 2005–2012 гг. размерностью 8×26. По результатам корреляционного анализа и устранения мультиколлинеарности в качестве результативных признаков медико-демографического блока отобрано только 7 показателей ( $Y_2, Y_4, Y_6, Y_8, Y_{11}, Y_{13}, Y_{16}$ ).

Анализ матрицы парных коэффициентов корреляции результирующих и факторных признаков показал, что на показатели популяционного здоровья оказывают статистически значимое влияние следующие антропогенные факторы (табл. 1).

**Таблица 1**

Перечень показателей популяционного здоровья, на которые оказывают существенное влияние антропогенные факторы

Результативный признак (популяционное здоровье)	Факторные признаки (факторы загрязнения окружающей среды)
$Y_2$	$X_3, X_4, -X_7, X_8$
$Y_4$	$X_1$
$Y_6$	$X_3, X_4, -X_5, X_8$
$Y_8$	$-X_3, -X_4, -X_8$
$Y_{11}$	$-X_2$
$Y_{13}$	$X_1, X_4, -X_7, X_8$
$Y_{16}$	$X_6$

Примечание. \*Знак «-» указывает на обратную связь.

В результате при исследовании связей между показателями  $X_8$  – площадь ООПТ на душу населения и  $Y_2$  – ожидаемая продолжительность жизни при рождении, выявлена весьма высокая положительная связь, которая показывает, что возрастание площадей охраняемых природных территорий увеличивает ожидаемую продолжительность жизни населения.

Наблюдается сильная положительная связь между показателем  $X_1$  – количество выбросов вредных веществ от стационарных источников на душу населения, и  $Y_4$  –

коэффициент детской смертности (до 5 лет), что свидетельствует о возможном увеличении детской смертности с ростом объема выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников.

Общая тенденция наблюдается между показателями заболеваемости от инфекционных и паразитарных болезней и смертности от новообразований, которые имеют сильные положительные связи с показателем  $X_4$  – объем сброса загрязненных сточных вод на душу населения, что считается вполне логичным, поскольку основной причиной развития инфекционных болезней является состояние водных объектов и качество питьевого водоснабжения.

В процессе исследования была установлена отрицательная связь между показателями  $X_2$  – количество выбросов вредных веществ от передвижных источников и  $Y_{11}$  – коэффициент смертности населения, свидетельствующие о том, что при увеличении выбросов на душу населения сокращается смертность людей, что является не вполне логичным. Здесь можно предположить, что

на этот показатель косвенно оказывают влияние другие неучтенные социально-экономические факторы.

После того как с помощью корреляционного анализа выявлено наличие статистически значимых связей, мы перешли к математическому описанию зависимостей с использованием регрессионного анализа.

Наличие сильной связи между факторными признаками является препятствием эффективного применения регрессионного анализа. В этом случае, если не исключить из анализа дублирующие друг друга факторные признаки, получим уравнение регрессии плохого качества и неприемлемое для дальнейшей интерпретации.

Для устранения мультиколлинеарности между факторными признаками мы использовали пошаговую и простую регрессии с помощью ППП Statistica 8. В результате выполнения процедур регрессионного анализа получены следующие статистически значимые уравнения зависимости результативных признаков от факторных (табл. 2).

Таблица 2

Статистически значимые уравнения зависимости

Число шагов регрессии	Уравнение регрессии	Коэффициент детерминации скорректированный, $R^2$	Вероятность p
2	$Y_2 = 0,918 X_8$	0,816	0,0012
2	$Y_6 = 0,861 X_8$	0,698	0,0060
1	$Y_8 = -0,750 X_8$	0,492	0,0315
1	$Y_{13} = 0,814 X_4$	0,607	0,0014
Уравнение простой регрессии		Коэффициент детерминации скорректированный, $R^2$	Вероятность p
$Y_4 = 0,834 X_1$		0,644	0,0101
$Y_{11} = -0,787 X_2$		0,557	0,0203
$Y_{16} = 0,721 X_6$		0,441	0,0433

О качестве полученных регрессионных моделей можно судить по полученному скорректированному коэффициенту детерминации  $R^2$ , который показывает, какая доля дисперсии результативного признака объясняется влиянием факторных переменных [10].

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. Важнейший показатель популяционного здоровья жителя Саратовской области – ожидаемая продолжительность жизни при рождении – находится в сильной положительной зависимости от площади особо охраняемых природных территорий, приходящейся на душу населения. В 2012 году

этот показатель составлял всего 0,057 га/чел, тогда как в среднем по России на душу населения приходится 0,4 га, то есть почти в 8 раз больше. Также, согласно полученным уравнениям, площадь ООПТ на душу населения имеет тесную положительную связь с показателем выживаемости от новообразований, что, несмотря на свою очевидность, не используется как инструмент улучшения экологической ситуации в регионе. Для Саратовской области, где доля ООПТ составляет не более 1,5% от общей площади области, сохранение существующих охраняемых территорий и создание новых заповедников является неотложным

мероприятием, абсолютной необходимостью улучшения демографической ситуации в сложившихся условиях.

Выявлено отрицательное влияние этого же показателя на выживаемость от заболеваний органов дыхания, однако в данном случае всего 49,2% изменчивости этого показателя объясняется регрессией, тогда как на 50,8% оказывают влияние другие неучтенные факторы, и наиболее вероятные из них – образ жизни.

2. Важная характеристика популяционного здоровья – коэффициент общей смертности населения или, в нашем случае, выживаемости, находится под отрицательным влиянием показателя, обратного количеству выбросов вредных веществ от передвижных источников на душу населения. Иными словами, увеличение количества выбросов от передвижных источников в расчете на душу населения на 56% способствует снижению коэффициента общей смертности населения, а на 44% оказывают влияние другие неучтенные параметры. Очевидно, что количество выбросов от передвижных источников в большей степени присуще территориям с высокоразвитой транспортной инфраструктурой: городам, крупным поселкам, районным центрам, где хорошо развито медицинское обслуживание населения, а экономическая ситуация позволяет осуществлять мониторинг здоровья и проводить соответствующие профилактические мероприятия. Высокий процент влияния неучтенных факторов говорит о необходимости дальнейших исследований в этом направлении.

3. Установлена высокая положительная связь между показателем  $X_1$  – величина, обратная объему выбросов вредных веществ от стационарных источников на душу населения и  $Y_4$  – коэффициент детской выживаемости (до 5 лет), что свидетельствует о том, что с ростом числа выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников увеличивается младенческая смертность детей в возрасте до 5 лет. Известно, что дети являются наиболее уязвимой когортой к воздействию неблагоприятных экологических факторов и тем самым одним из лучших индикаторов состояния окружающей природной среды, так как на них исключено влияние остальных внешних факторов (например, образ жизни, производственная среда и т.д.). В силу данного обстоятельства можно объяснить эту зависимость. Дети, проживающие в условиях загрязненной окружающей среды – в данном случае неудовлетворительное состояние воздушного бассейна – подвергаются воздействию данного экологического фактора, в результате

которого отмечается высокая частота смертельных случаев среди детей.

4. Выявлено, что на выживаемость от инфекционных и паразитарных заболеваний  $Y_{13}$  оказывает влияние уменьшение объема сброса загрязненных сточных вод на душу населения  $X_4$ , что можно считать вполне логичным, поскольку основной причиной развития инфекционных болезней является состояние водных объектов и качество питьевого водоснабжения.

5. Увеличение вывоза ТБО на душу населения положительно влияет на отсутствие таких заболеваний, как травмы и отравления. Очевидно, что своевременный вывоз бытовых отходов на специально оборудованные полигоны снижает риск возникновения ситуаций, при которых возникает опасность заражения водной, воздушной и почвенной сред вредными токсичными и отравляющими веществами посредством процессов испарения, инфильтрации в грунтовые воды или смыва отходов тальными водами в поверхностные водотоки. Вредные вещества в дальнейшем могут оказаться в организме человека, передаваясь по трофическим цепям. Гидробионты, населяющие водоемы, активно аккумулируют в себе поступающие вместе со стоками загрязняющие вещества и могут являться потенциальными продуктами питания жителей близлежащих населенных пунктов, что вероятно может привести к их возможному отравлению.

Оценив полученные модели, можно предложить ряд мероприятий, которые могут способствовать улучшению ряда характеристик популяционного здоровья жителей Саратовской области.

1. Расширить сеть особо охраняемых природных территорий, причем в первую очередь в крупных городах и районных центрах области, а также усилить контроль над содержанием уже существующих ООПТ.

2. Усилить контроль над качеством атмосферного воздуха, в первую очередь на тех территориях, где расположены стационарные источники выбросов в атмосферу.

3. Способствовать скорейшему внедрению в области перехода к стандарту топлива Евро-4 и Евро-5.

4. Расширить сеть специально оборудованных полигонов для вывоза твердых бытовых отходов и отслеживать своевременность вывоза мусора.

Полученные модели позволили нам на примере Саратовской области получить количественную и качественную характеристику роли конкретных экологических факторов в изменении медико-демографических процессов. С помощью построенных

моделей имеется возможность определить силу и направление влияния отдельных экологических факторов на медико-демографическую ситуацию в Саратовской области за исследуемый период (2005–2012 гг.) которые можно использовать для разработки дифференцированной социально-экологической политики региона, направленной на улучшение состояния окружающей среды и оздоровления населения региона.

#### Список литературы

1. Андреев Е.М. Новая демографическая катастрофа в России? // Химия и жизнь. – 1994. – № 1.
2. Жанабекова Е.И., Хасанова Р.М. Демографическая ситуация как фактор устойчивого развития региона (на примере Саратовской области) // Инновации в науке: сборник статей по материалам XXIII международной заочной научно-практической конференции. – Новосибирск: «Сибак», 2013. – 156 с., С. 19–31.
3. Наталья Римашевская. Здоровье человека – здоровье нации «Экономические стратегии – Центральная Азия», № 1–2006, С. 22–31; Прохоров Б.Б. П 84 Здоровье населения России в XX веке. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 276 с.
4. Прокофьев В.А. и др. Статистические методы анализа социально-экономического развития административно-территориальных образований / под ред. В.А. Прокофьева. – Саратов: СГСЭУ, 2008. – С. 45.
5. Саратовская область: экологический аспект устойчивого развития сельских территорий: монография / под общ. ред. В.Н. Титова. – Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2014. – 112 с.
6. Титов В.Н., Жанабекова Е.И., Васильева Л.Н. Основные факторы антропогенной нагрузки и их влияние на качество жизни населения саратовской области // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11. – С. 1341–1345. Режим доступа: [http://rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=10000010](http://rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10000010).
7. Хрушев Экономическая и социальная география России. – М.: Дрофа, 2008.
8. Шабунова А.А. Здоровье населения в России: состояние и динамика: монография. – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2010. – 408 с. (С. 16).
9. Шмойлова Р.А., Минашкин В.Г., Садовникова Н.А., Шувалова Е.Б. Теория статистики: учебник / под ред. Р.А. Шмойловой. – 5-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2007.

#### References

1. Andreev E.M. Novaya demograficheskaya katastrofa v Rossii? // *Ximiya i zhizn*. 1994. no. 1.
2. Zhanabekova E.I., Xasanova R.M. Demograficheskaya situaciya kak faktor ustojchivogo razvitiya regiona (na primere Saratovskoj oblasti): sbornik statej po materialam XXIII mezh-dunarodnoj zaochnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Innovacii v nauke». Novosibirsk: «Sibak», 2013. 156 p., pp. 19–31.
3. Natalya Rimashevskaya. Zdorove cheloveka – zdorove nacii «E'konomicheskie strategii – Centralnaya Aziya», no. 1–2006, pp. 22–31; Proxorov B.B. P 84 Zdorove naseleniya Rossii v XX veke. M.: Izd-vo MNEPU, 2001. 276.
4. Prokof'ev V.A. i dr. Statisticheskie metody analiza socialno-ekonomicheskogo razvitiya administrativno-territorial'nyx obrazovanij / pod. red. Prokof'eva V.A. SGSEU. Saratov, 2008. pp. 45.
5. Saratovskaya oblast: ekologicheskij aspekt ustojchivogo razvitiya selskix territorij: monografiya /pod obshhej red. V.N. Titova / Saratovskij socialno-ekonomicheskij institut (filial) FGBOU VPO «RE'U im. G.V. Plekhanova». Saratov, 2014. 112 p.
6. Titov V.N., Zhanabekova E.I., Vasileva L.N. Osnovnye faktory antropogennoj nagruzki i ix vliyanie na kachestvo zhizni naseleniya saratovskoj oblasti / Fundamentalnye issledovaniya. 2012. no. 11; pp. 1341–1345 Rezhim dostupa: [http://rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=10000010](http://rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10000010).
7. Xrushhev Ekonomicheskaya i socialnaya geografiya Rossii. M.: Drofa, 2008.
8. Shabunova A.A. Zdorove naseleniya v Rossii: sostoyanie i dinamika: monografiya. Vologda: ISERT RAN, 2010. 408 p. (pp. 16).
9. Shmojlova R.A., Minashkin V.G., Sadovnikova N.A., Shuvalova E.B. Teoriya statistiki: uchebnik / pod red. R.A. Shmojlovoj. 5-e izd. M.: Finansy i statistika, 2007.

#### Рецензенты:

Фролов В.В., д.б.н., профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности Саратовского социально-экономического института (филиал), ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», г. Саратов;

Кравчук А.В., д.т.н., профессор кафедры «Мелиорация, рекультивация и охрана земель», ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 01.10.2014.