

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ

УДК 574.45 (477)

Н. М. ДРОНИН, Н. О. ТЕЛЬНОВА, Н. Н. КАЛУЦКОВА

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

**ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ ЮГА ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ
В 1982–2006 ГОДАХ**

За последние три десятилетия на всем постсоветском пространстве произошла кардинальная трансформация структуры землепользования, связанная с переходом от плановой экономики к рыночной. Эти изменения отразились на динамике продуктивности сельскохозяйственных угодий. Еще одним фактором, влияющим на урожайность, стало глобальное потепление климата. Основная задача настоящей работы заключается в оценке возможной роли каждого из этих двух факторов на основе анализа трендов биологической продуктивности агроэкосистем по трем периодам, резко выделяющимся по приоритетам сельскохозяйственной политики и особенностям климатических условий (1980-е, 1990-е и 2000-е гг.). В качестве исходных данных для анализа изменений продуктивности агроландшафтов юга европейской части России, Украины и Молдовы использовались временные ряды значений NDVI GIMMS, полученных на основе спутниковых данных низкого разрешения NOAA AVHRR. Анализ динамики биопродуктивности агроландшафтов степной и лесостепной зон показывает однозначный положительный тренд для периода 1980-х гг., отличающегося стабильными погодными условиями и привлечением крупных инвестиций в аграрный сектор. Однозначный отрицательный тренд выявлен для 1990-х гг., в течение которых все бывшие советские республики испытывали глубокий экономический кризис на фоне крайне неблагоприятных погодных условий. В начале XXI в. данные дистанционного зондирования не показали четкой направленности трендов биологической продуктивности сельскохозяйственных угодий. Полученные результаты противоречат устоявшемуся мнению о быстром восстановлении сельскохозяйственного производства в странах Восточной Европы в этот период.

Ключевые слова: изменение климата, сельскохозяйственная политика, вегетационный индекс NDVI, тренды биологической продуктивности.

For the last three decades the entire post-Soviet space saw a cardinal transformation of the land-use structure associated with the transition from a planned to a market economy. These changes influenced the productivity dynamics of agricultural lands. On the other hand, global warming became one further factor influencing crop yield. The primary objective of this study is to assess the possible role of each of these two factors, based on analyzing the trends of biological productivity of agroecosystems for three periods which stand out prominently as regards the priorities of the agricultural policy and characteristics of climatic conditions (the 1980s, 1990s and 2000s). Time series of NDVI GIMMS values, obtained from NOAA AVHRR low-resolution data, were used as the input data in analyzing productivity changes for agrolandscapes in the south of the European part of Russia, Ukraine and Moldova. Analysis of the landscape bioproductivity dynamics for the steppe and forest-steppe zones shows an unambiguous positive trend for the period of the 1980s characterized by stable weather conditions, and by the attraction of large investments in the agrarian sector. An unambiguous negative trend was revealed for the 1990s when all Soviet republics were experiencing a profound economic crisis, combined with extremely unfavorable weather conditions. In the early 21st century, remote sensing data did not show any clear directedness of farmlands biological productivity trends. The results obtained are contradictory to the well-established view of a rapid recovery of production potentials in agriculture in countries of Eastern Europe at that period.

Keywords: climate change, agricultural policy, vegetation index NDVI, trends of biological productivity.

За последние три десятилетия во всех государствах на территории бывшего СССР произошла кардинальная трансформация структуры землепользования, связанная с переходом от плановой экономики к рыночной. Изменения погодных условий объясняют глобальным потеплением климата, однако его современные трансформации и тенденции изменения климатической урожайности зерновых имеют неопределенный характер и разнонаправлены в пределах региона [1]. Основная задача настоящей работы заключается в анализе выявленных по материалам дистанционного зондирования

трендов биологической продуктивности агроэкосистем по трем периодам, резко выделяющимся по разновекторным приоритетам сельскохозяйственной политики, радикальным изменениям структуры использования земель и специфике климатических условий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве исходных данных для макрорегионального анализа динамики биологической продуктивности агроландшафтов юга европейской части России, Украины и Молдовы использованы временные ряды значений NDVI GIMMS, полученных на основе спутниковых данных низкого разрешения NOAA AVHRR, открыто распространяемые через Интернет в виде 15-дневных композитов максимальных значений NDVI [2]. Набор данных, имеющих пространственное разрешение 8 км, представляет собой наиболее продолжительную и непрерывную временную серию значений NDVI (с июля 1981 по декабрь 2006 г.) и традиционно применяется для глобального и макрорегионального пространственно-временного анализа биологической продуктивности наземных экосистем семиаридных регионов [3]. При анализе временных серий данных суммарного годового NDVI использовались методы непараметрической статистики [4]. Для проверки гипотезы о наличии устойчивого тренда применялся непараметрический тест Манна–Кендалла [5]. По этому критерию все ячейки классифицированы по пяти категориям: устойчивый позитивный тренд, значимый позитивный тренд, отсутствие значимых трендов в динамике суммарного годового NDVI, значимый негативный тренд, устойчивый негативный тренд. Полученные пространственные данные о направленности изменений суммарных годовых значений NDVI далее были подразделены по типам земельных угодий. Результатом обобщенной переклассификации исходных геопространственных данных о распределении типов земельных угодий [6] стали картосхемы распределения пахотных и естественных кормовых угодий.

Полученные результаты о направленности изменений NDVI по пахотным угодьям верифицировались по многолетним статистическим данным об урожайности различных сельскохозяйственных культур по субъектам РФ, а для проверки выявленных трендов изменений продуктивности кормовых угодий использовались многолетние данные Летописей природы степных заповедников России и Украины о динамике надземной зеленой фитомассы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Период 1982–1990 гг. характеризуется наличием определенного положительного тренда («озеленения») в динамике биопродуктивности агроландшафтов в степной и лесостепной зонах Восточной Европы (рис. 1). В течение 1980-х гг. советское правительство инвестировало значительные бюджетные средства в аграрный сектор. Были разработаны и приняты долговременные программы по развитию сельского хозяйства Нечерноземной зоны РСФСР, созданию территориальных агроиндустриальных комплексов и улучшению продовольственного обеспечения в СССР (Продовольственная программа СССР, 1982–1990 гг.).

Климатические условия в этот период были неоднородны и оказали заметное влияние на динамику урожайности и продуктивность экосистем. Так, масштабные засухи 1981 и 1984 гг. привели к неурожаю зерновых, а дождливая и холодная погода, продержавшаяся в течение всего летнего сезона 1980 и 1982 гг., — к существенному снижению урожайности. С другой стороны, 1985–1990 гг. отличались более благоприятными и стабильными климатическими условиями. Два последних года, 1989 и 1990, были самыми теплыми в XX в. В эти годы не произошло ни одной крупной засухи, и урожайность зерновых оказалась даже несколько выше, чем позволяла погода [7]. Вероятно, долгосрочные аграрные программы, запущенные в середине 1970-х и начале 1980-х гг., положительно повлияли на урожайность сельскохозяйственных культур во второй половине 1980-х гг.

Период 1990-х гг. отличался ярко выраженной отрицательной динамикой биопродуктивности агроландшафтов Восточной Европы. После распада Советского Союза Россия, Украина и Казахстан испытывали сходные проблемы при проведении аграрных рыночных реформ. Реструктуризация сельского хозяйства протекала слишком медленно. К концу 1995 г. в России было создано 280 тыс. частных фермерских хозяйств, в распоряжении которых находилось только 5 % пахотных угодий. Преобладали сельскохозяйственные кооперативы — бывшие колхозные предприятия. По данным опроса управленцев больших коллективных хозяйств в конце 1990-х гг., реальных изменений в деятельности таких хозяйств по сравнению с советским периодом не произошло [8]. Либерализация рынка не привела к нужному росту цен на продовольствие, если сопоставить их с ценами на топливо, удобрения, сель-

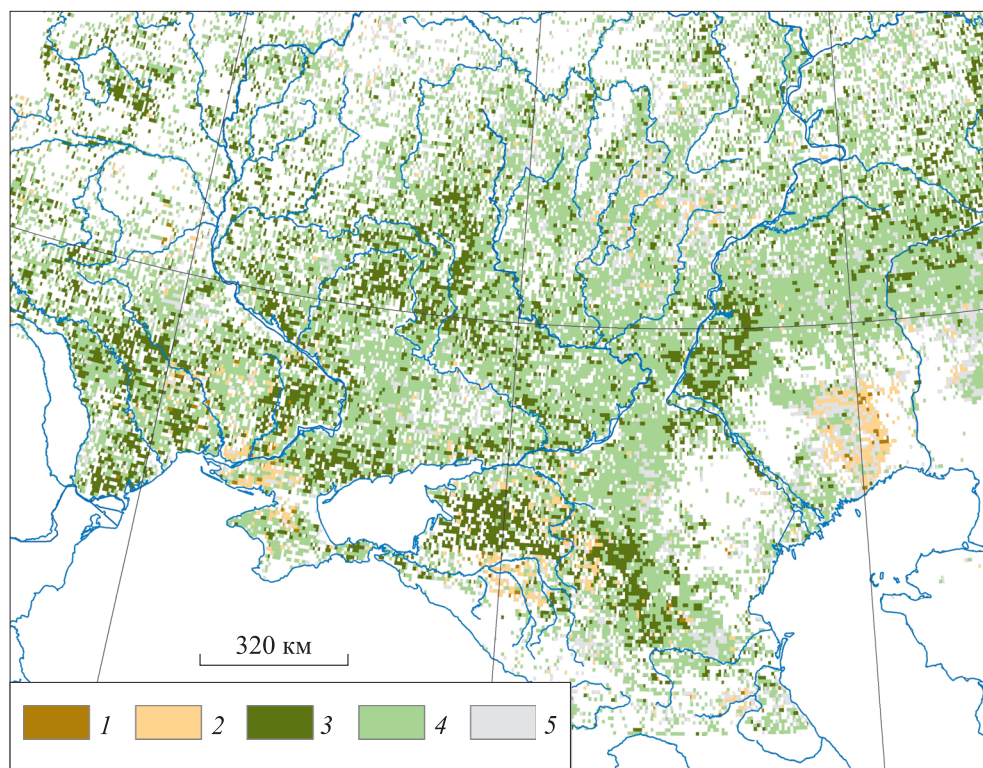


Рис. 1. Значимость и направленность трендов суммарных годовых значений NDVI пахотных и пастбищных угодий юга Восточной Европы за 1982–1990 гг.

Здесь и на рис. 2, 3 тренды: 1 — устойчивый негативный, 2 — значимый негативный, 3 — устойчивый позитивный, 4 — значимый позитивный, 5 — отсутствует.

скохозяйственную технику и другие ресурсы, необходимые для производства сельскохозяйственной продукции [9]. Следствием такого «перекоса» цен на конечную продукцию и составляющие сельскохозяйственного производства стали низкая доходность сельского хозяйства и, соответственно, его глубокий кризис [10].

В результате противоречивых реформ в аграрном секторе к концу 1990-х гг. производство зерна в Российской Федерации упало на 30 %, мясной продукции — на 55 % (с 10,1 млн т в 1990 г. до 4,4 млн т в 1999 г.), при этом импорт сельскохозяйственной продукции сократился на 50 % [11]. Произошло значительное сокращение площадей под зерновыми: с 65 млн га в 1987–1990 гг. до 50 млн га в 1996–2000 гг. [12]. По мнению экспертов Всемирного банка, причиной этого стал кризис, а не изменение погодных условий [13].

В то же время 1990-е гг. характеризовались частыми и сильными засухами, поразившими основные сельскохозяйственные регионы в 1991, 1995, 1998 и 1999 гг. [14]. Засуха 1998 г. охватила Северный Кавказ, Поволжье и юг Урала. Валовой сбор зерна в целом по России оказался почти в два раза меньше, чем в нормальные по климатическим условиям годы [15]. В следующем, 1999 г. урожай составил 54 млн т, что значительно ниже внутренних потребностей России (около 70 млн т). В 1999 г. засушливой погодой было охвачено даже больше областей, чем в 1998 г. Температура впервые за 120 лет оказалась выше нормы на 5 °С, осадков выпало не более 20 % от нормы. Условия для формирования урожая также были крайне неблагоприятными. Таким образом, и антропогенный, и климатический факторы обусловили преобладание в 1990-е гг. отрицательных трендов биологической продуктивности агроландшафтов юга Восточной Европы (рис. 2).

С 2000 г. в России и сопредельных странах наблюдается устойчивая положительная динамика урожаев. По мнению некоторых экспертов, 2000 г. был точкой перелома, когда российское сельское хозяйство стало выходить из кризиса [16]. Восстановление сельского хозяйства в России не связано с расширением посевных площадей под зерновыми. Напротив, посевные площади продолжали сокращаться и в 2000-е гг.: с 50 млн га в 1996–2000 гг. до 45 млн га в 2001–2008 гг. Главным фактором

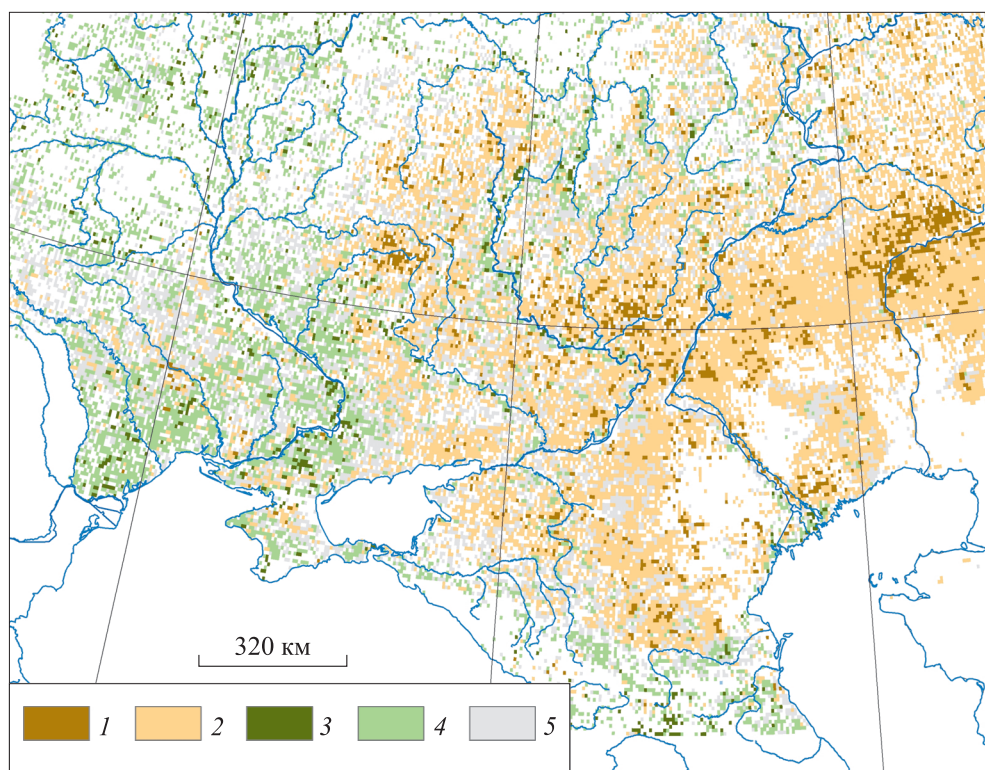


Рис. 2. Значимость и направленность трендов суммарных годовых значений NDVI пахотных и пастбищных угодий юга Восточной Европы за 1991–1999 гг.

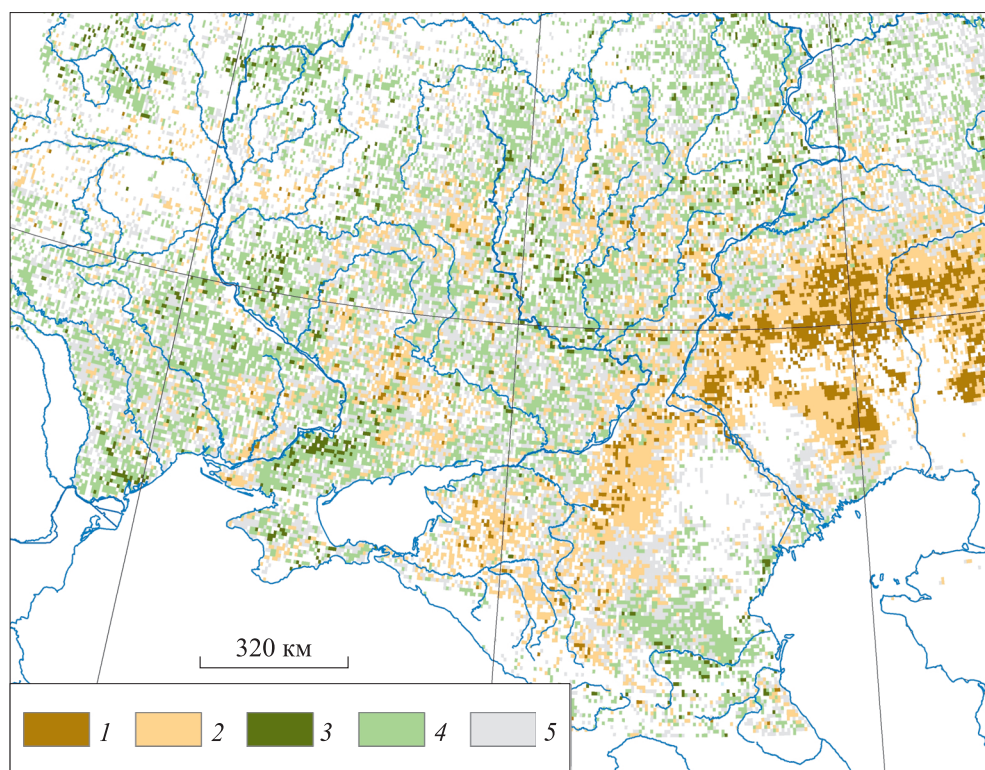


Рис. 3. Значимость и направленность трендов суммарных годовых значений NDVI пахотных и пастбищных угодий юга Восточной Европы за 2000–2006 гг.

прогресса стал рост урожайности зерновых: их средняя урожайность в России в 1996–2000 гг. составляла 13 ц/га, а в 2001–2008 гг. — 18,3 ц/га.

Возрождение сельскохозяйственного производства в России и на Украине в начале 2000-х гг. связывают с появлением агрохолдингов [12, 17]. Возобновилась и государственная поддержка аграрного сектора в России. Ее основные программы включали прямые доплаты за продукцию, установление минимальных гарантированных цен, субсидии фермерским и кооперативным хозяйствам на закупку удобрений, топлива, семян и внедрение различных кредитных схем [12]. Использование минеральных удобрений в России выросло, хотя объемы вносимых удобрений остаются намного ниже, чем в советский период [18]. Проблема обновления парка сельскохозяйственной техники пока не решена ни в России, ни на Украине [19].

В 2000-х гг. тенденция к потеплению климата проявилась в наибольшей степени. Это было самое теплое десятилетие и в глобальном масштабе. Для степи и лесостепи регионов Восточной Европы общими особенностями погодных условий на протяжении рассматриваемого десятилетия стали аномально теплые зимы, жаркие весенне-летние сезоны с неравномерными, часто обильными ливневыми осадками. В первой половине 2000-х гг. не наблюдалось обширных засух. При этом урожайность достигла трендовых (исторически нормальных) значений после падения в 1990-х гг., но не превысила их [7]. Погодные условия в 2000–2005 гг. обеспечили позитивную динамику урожайности и скрыли продолжающийся кризис в сельском хозяйстве, вызванный неудачными реформами [7]. Можно согласиться с рядом экспертов в том, что скорее погодный фактор, чем антропогенный, обеспечил перелом в динамике урожайности после 2000 г. [12]. Восстановление российского сельскохозяйственного производства началось только после 2006–2007 гг. [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ динамики биопродуктивности агроландшафтов степной и лесостепной зоны Восточной Европы показывает однозначный положительный тренд для 1980-х гг. и отрицательный — для 1990-х гг. Однако для начала XXI в. данные дистанционного зондирования не отражают четкой направленности трендов биологической продуктивности сельскохозяйственных угодий (рис. 3). В этом отношении 2000-е гг. заметно отличаются от 1980-х, когда наблюдалась выраженная положительная динамика биопродуктивности на сельскохозяйственных угодьях России и Украины. Полученные результаты не подтверждают часто высказываемые мнения о быстром восстановлении сельскохозяйственного производства в России и на Украине в первой половине 2000-х гг. Улучшение ситуации в сфере сельского хозяйства носило неустойчивый характер и, вероятно, охватывало только хозяйства, принадлежащие агрохолдингам.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (12–05–00804–а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dronin N., Kirilenko A. Climate change, food stress, and security in Russia // *Regional Environmental Change*. — 2011. — Vol. 11, Iss. 1. — P. 167–178.
2. Tucker C., Pinzon J., Brown M., Slayback D., Pak E., Mahoney R., Vermote E., Saleous N. An extended AVHRR 8 km NDVI dataset compatible with MODIS and SPOT vegetation NDVI data // *Intern. Journ. Remote Sensing*. — 2005. — Vol. 26, N 20. — P. 4485–4498.
3. Beck H. E., McVicar T. R., Albert I. J. M., van Dijk A., Schellekens J., de Jeu R., Bruijnzeel A. Global evaluation of four AVHRR–NDVI data sets: intercomparison and assessment against Landsat imagery // *Remote Sensing of Environment*. — 2011. — N 115. — P. 2547–2563.
4. Eastman J. R., Sangermano F., Ghimire B., Zhu H. L., Chen H., Neeti N., Cai Y., Machado E., Crema S. Seasonal trend analysis of image time series // *Intern. Journ. Remote Sensing*. — 2009. — Vol. 30, N 10. — P. 2721–2726.
5. Hoaglin D. C., Mosteller F., Tukey J. W. *Understanding robust and exploratory data analysis*. — New York: Wiley, 2000. — 447 p.
6. Bartalev S. A., Belward A. S., Ershov D. V., Isaev A. S. A new SPOT-4 derived land cover map of Northern Eurasia // *Intern. Journ. Remote Sensing*. — 2003. — Vol. 24, Iss. 9. — P. 1977–1982 [Электронный ресурс]. — <http://bioval.jrc.ec.europa.eu/products/glc2000/products.php> (дата обращения 16.03.2015).
7. Dronin N. M., Kirilenko A. V. Weathering the Soviet countryside: the impact of climate and agricultural policies on Russian grain yields, 1958–2010 // *The Soviet and Post-Soviet Review*. — 2013. — Vol. 40, Iss. 1. — P. 115–143.

8. **Prosterman R. L., Rolfes L., Duncan Jr. J.** A vision for agricultural land reform in Russia // Rural Development Institute Reports on Foreign Aid and Development. — 1999. — N 100 [Электронный ресурс]. — http://www.landesa.org/wp-content/uploads/2011/01/RDI_100.pdf (дата обращения 16.03.2015).
9. **Rozelle S., Swinnen J. F. M.** Transition and agriculture. California Agricultural Experiment Station: Working Paper. — 2000. — N 00–021. — October [Электронный ресурс]. — <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.320246> (дата обращения 16.03.2015).
10. **OECD.** Agricultural Policies in OECD Countries, Paris: Centre for Co-operation with Economies in Transition, Organization for Economic Co-operation and Development. — 1998. — 272 p. [Электронный ресурс]. — http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/agricultural-policies-in-oecd-countries_1998_agr_oecd-1998-en (дата обращения 17.03.2015).
11. **OECD.** Agricultural Policies in Transition Economies. Trends in Policies and Support. Paris: Centre for Co-operation with Economies in Transition, Organization for Economic Co-operation and Development. — 2002. — 156 p. [Электронный ресурс]. — http://www.oecd-ilibrary.org/agricultural-policies-in-transition-economies-2002_5lmqcr2k6b42.pdf?contentType=%2fns%2fOECDBook%2c%2fns%2fBook&itemId=%2fcontent%2fbook%2fagr_non-oecd-2002-en (дата обращения 17.03.2015).
12. **Liefert W. M., Liefert O., Serova E.** Russia's transition to major player in world agricultural markets // Choices. — 2009. — 24 (2) [Электронный ресурс]. — <http://www.choicesmagazine.org/magazine/print.php?article=78> (дата обращения 16.03.2015).
13. **Competitive agriculture or state control: Ukraine's response to the global food crisis: Europe and Central Asia Region Sustainable Development Unit / World Bank.** — 2008. — May [Электронный ресурс]. — <http://siteresources.worldbank.org/INTUKRAINE/Resources/WorldFoodCrisisandRoleofUkraine.pdf> (дата обращения 16.03.2015).
14. **Страшная А. И., Максименкова Т. А., Чуб О. В.** Агрометеорологические особенности засухи 2010 года в России по сравнению с засухами прошлых лет // Труды Гидрометцентра России. — 2011. — Вып. 345. — С. 171–188.
15. **Щербенко Е. В.** Мониторинг засухи по данным космических съемок // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Сб. статей. — М.: Азбука, 2007. — Т. 2. — С. 395–407.
16. **von Cramon-Taubadel S.** Land reform in Russia // Economic Systems. — 2002. — N 26. — P. 179–183.
17. **Biodiversity of agricultural lands in Russia: current state and trends.** — Moscow: IUCN, 2003. — 52 p.
18. **FAOSTAT (Food and Agriculture Organization Statistics)** [Электронный ресурс]. — <http://www.fao.org/faostat> (дата обращения 10.07.2012).
19. **Сафонов Г. В., Сафонова Ю. А.** Экономический анализ влияния изменения климата на сельское хозяйство России: национальные и региональные аспекты (на примере зерновых культур). — М.: Изд-во Oxfam, 2013. — 48 с.

Поступила в редакцию 8 апреля 2014 г.