

УДК 330.15**Водосберегающие инновационные технологии в АПК юга России****Чернова Ольга Анатольевна**

Доктор экономических наук,
профессор кафедры информационной экономики,
Южный федеральный университет,
344006, Российская Федерация, Ростов-на-Дону, ул. Горького, 88;
e-mail: chernova.olga71@yandex.ru

Митрофанова Инна Васильевна

Доктор экономических наук, главный научный сотрудник,
Институт социально-экономических и гуманитарных исследований,
Южный научный центр РАН,
344006, Российская Федерация, Ростов-на-Дону, просп. Чехова, 41;
Профессор, кафедра экономической теории, мировой и региональной экономики,
Волгоградский государственный университет,
400062, Российская Федерация, Волгоград, просп. Университетский, 100;
e-mail: mitrofanova@volsu.ru

Динь Лан Ань

Магистр кафедры экономики и управления,
Волгоградский государственный технический университет,
400005, Российская Федерация, Волгоград, просп. Ленина, 28;
e-mail: dinhlananh7792@gmail.com

Статья подготовлена в рамках проекта «Проблемы демографического и социально-экономического развития южного макрорегиона (0260-2014-0004) Программы фундаментальных исследований Президиума РАН.

Аннотация

Цель статьи – исследование перспектив применения водосберегающих технологий в АПК Юга России и выявлении возникающих при этом экономических эффектов. В статье на основе исследования показателей использования водных ресурсов на нужды сельского хозяйства в России делается вывод о необходимости реализации водосберегающих

технологий. Проведен анализ уровня водоемкости сельскохозяйственного производства в регионах Юга России. Показано, что значительное его снижение в отдельных регионах обусловлено применением технологии капельного орошения. Идентифицированы экономические эффекты использования инновационных технологий водосбережения. Сделан вывод о необходимости активной государственной поддержки проектов рационального водопотребления в АПК на основе применения инновационных технологий, что имеет стратегическое значение для поддержания проектов импортозамещения и реализации задач социально-экономического развития регионов.

Для цитирования в научных исследованиях

Чернова О.А., Митрофанова И.В., Динь Л.А. Водосберегающие инновационные технологии в АПК Юга России // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Том 7. № 3В. С. 312-325.

Ключевые слова

Водоемкость, инновации, сельскохозяйственное производство, рациональное водопользование, ресурсосберегающие технологии, капельное орошение.

Введение

В современных условиях истощения водных ресурсов, пригодных для орошения земель, и активных усилий интенсификации сельскохозяйственной деятельности со стороны региональных властей в рамках реализации проектов импортозамещения, возникает необходимость изменения принципов развития АПК за счет внедрения инновационных технологий водопользования. В российской теории и практике проблема использования водосберегающих технологий имеет особое значение в силу высокой водоемкости сельскохозяйственного производства. Так, по данным Росстата на нужды сельского хозяйства ежегодно используется порядка 8 млн. м³ свежей воды, что составляет 16–18% общего объема ее использования (табл. 1), при этом потери воды составляют около 30–40%.

Таблица 1 - Использование воды на нужды сельского хозяйства

[Сельское хозяйство, 2015; Регионы России, 2016], м³

Использование свежей воды	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
млн. м ³	7445,5	8811,5	9073,1	8427,8	8038,6	8404,4	8255,7	8088,9
в процентах от общего объема использования свежей воды	16,8	16,7	17,2	16,9	17,2	17,5	17,7	17,5

От ресурсорасточительной – к ресурсоэффективной модели развития

Необходимость перехода от ресурсорасточительной (через ресурсосберегающую) к ресурсоэффективной модели развития подчеркивается многими учеными, в числе которых Анимица Е.Г., Анфиногентова А.А., Дудин М.Н., Косолапова Н.А., Новикова Н.В., Силин Я.П. и др. [Исайнов, 2007; Анфиногентова, Дудин, Лясников, Проценко, 2017; Силин, Анимица, Новикова, 2017]. Осознание проблемы недостаточно рационального использования водных ресурсов на фоне негативных факторов антропогенного воздействия, приводящих к их стремительному истощению, стали основанием для постановки цели данной статьи: исследование перспектив применения водосберегающих технологий в АПК Юга России и выявлении возникающих при этом экономических эффектов.

Орошаемое земледелие для регионов Юга России, является одним из основных источников социально-экономического роста (Росстат). Так, ВРП регионов ЮФО и СКФО формируется в основном за счет производства продукции сельского хозяйства (рис. 1). Удельный вес данной экономической деятельности в структуре ВРП самый высокий среди всех федеральных округов и составляет в среднем 10–14%. В Республике Калмыкия данный показатель превышает 30%, несмотря на то, что в последние годы он несколько снизился. Одновременно в Ставропольском и Краснодарском крае, Ростовской области, Республике Адыгея удельный вес сельского хозяйства в структуре ВРП растет.

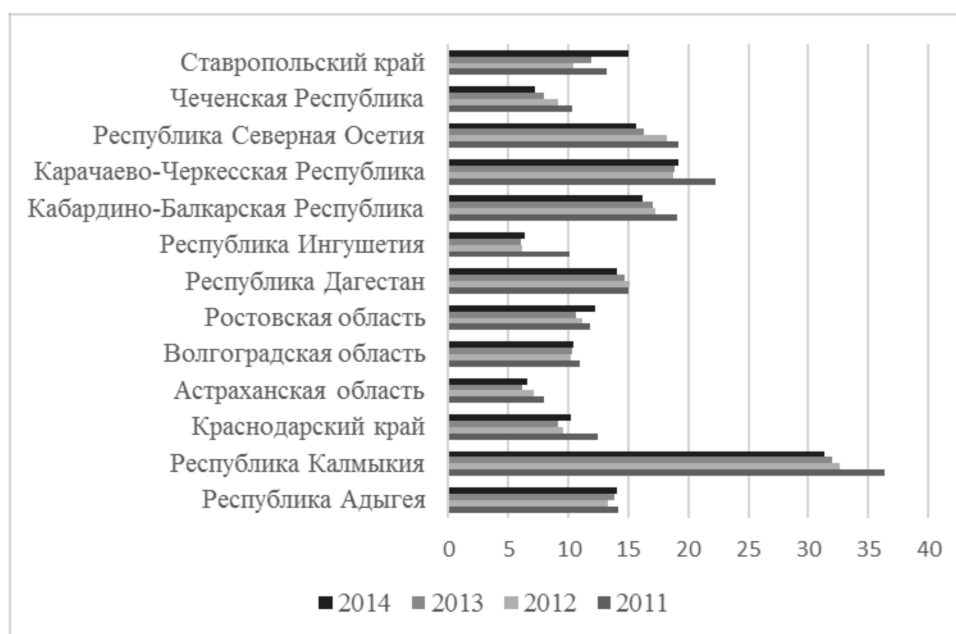


Рисунок 1 - Удельный вес сельского хозяйства в структуре ВРП регионов Юга России, %

Данные об использовании свежей воды на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение для регионов ЮФО и СКФО приведены на рисунке 2 и 3.

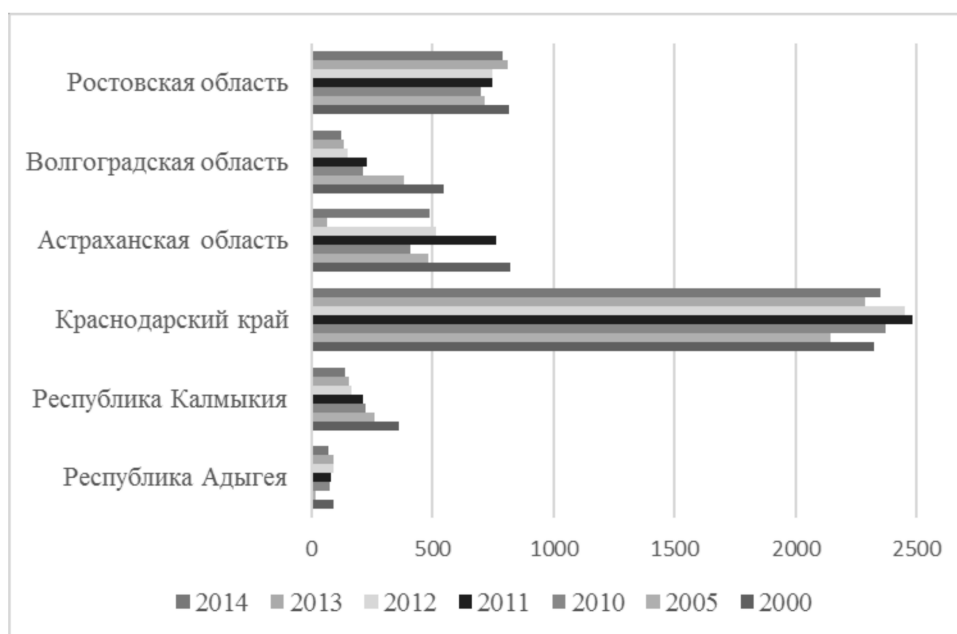


Рисунок 2 - Использование свежей воды на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение в регионах ЮФО, млн. м³

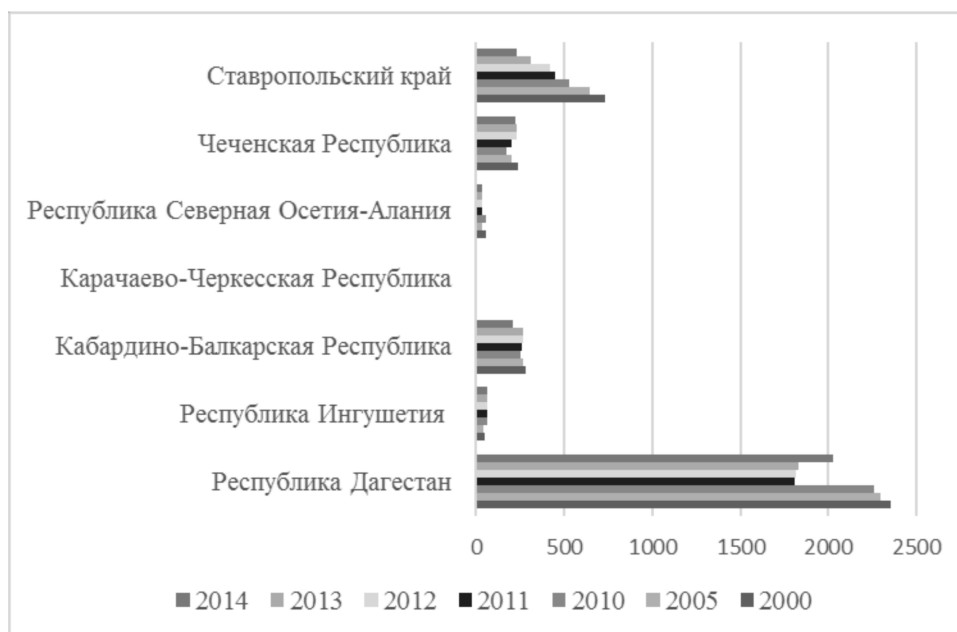


Рисунок 3 - Использование свежей воды на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение в регионах СКФО, млн. м³

Для того чтобы делать вывод об эффективности водопользования в сфере сельского хозяйства следует сопоставить показатели объемов использования водных ресурсов с объемами производства сельскохозяйственной продукции (рис. 4, 5).

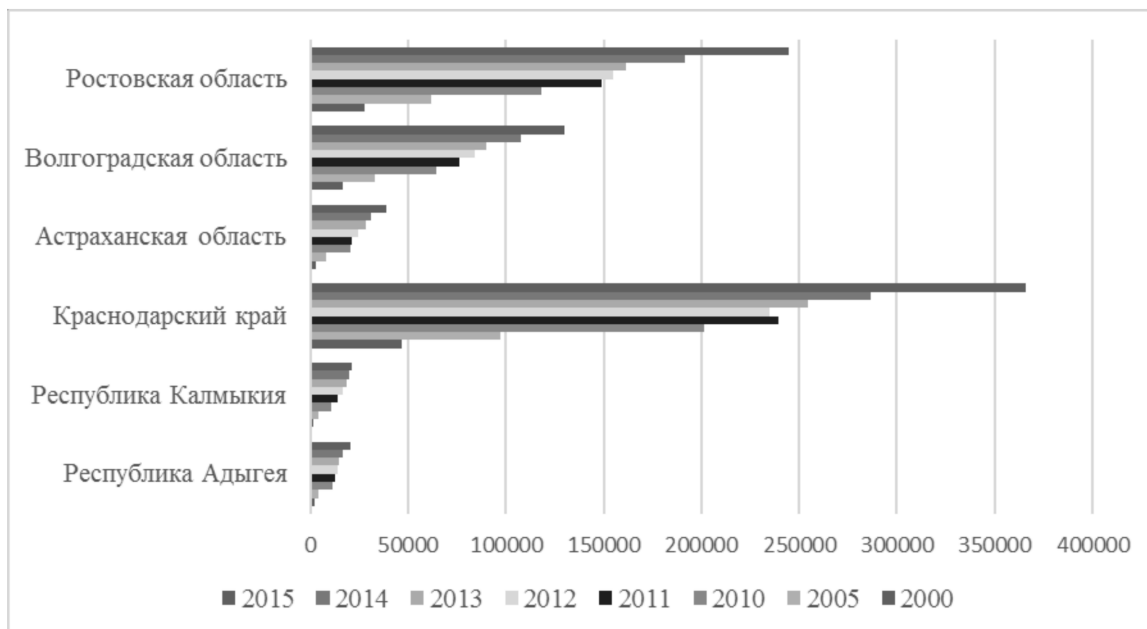


Рисунок 4 - Объемы производства продукции сельского хозяйства в регионах ЮФО, млн. руб.

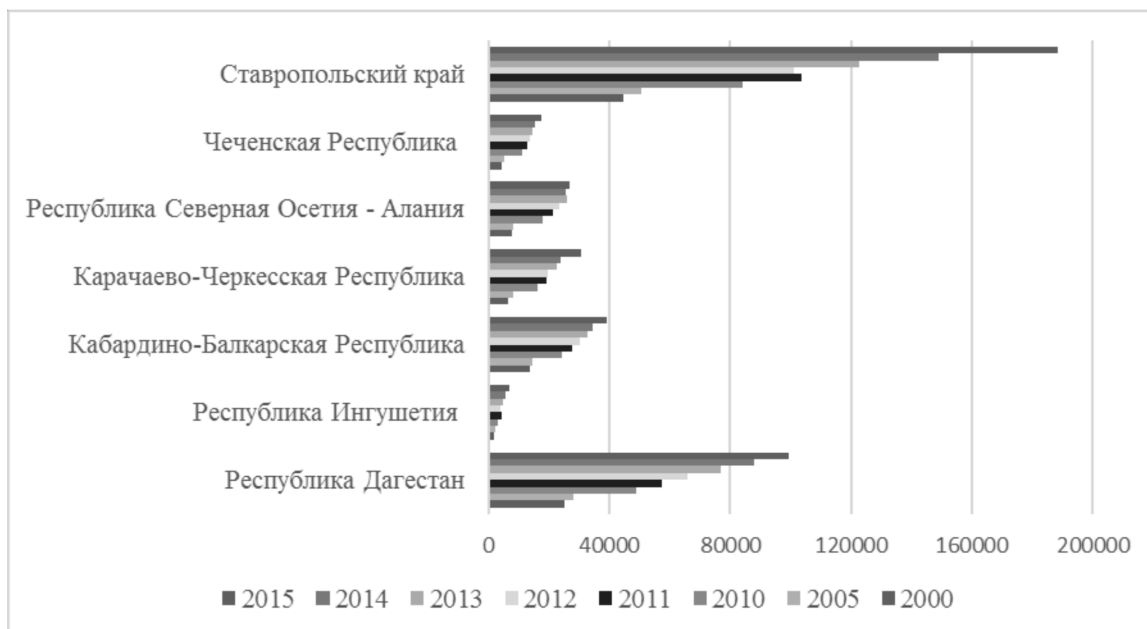


Рисунок 5 - Объемы производства продукции сельского хозяйства в регионах СКФО, млн. руб.

Из приведенных данных видно, что если уровень потребления свежей воды сельским хозяйством регионов меняется незначительно, в ряде регионов (Ставропольский край, Волгоградская область, Республика Дагестан) даже заметно снижается, то объемы производства продукции сельского хозяйства существенно возрастают.

Для оценки рациональности водопотребления ряд отечественных и зарубежных экономистов предлагают использовать показатель водоемкости производства [Боярко, Цибульников, Вазим и др., 2017; Антонова, 2013; Loukas A, Mylopoulos, Vasiliades, 2007; Molina, Aróstegui, Benavente, Varela, Hera, Geta, 2009; Zhang, Guo, 2016], позволяющий акцентировать внимание на уровне интенсификации хозяйственной деятельности, обеспечении экономического роста за счет инновационных ресурсосберегающих технологий. Водоемкость определяется отношением объема потребляемой воды (м³), необходимой для производства продукции (в натуральных или денежных единицах) в определенной отрасли или сфере деятельности, к объему производства данной продукции. Другими словами, водоемкость показывает, какой объем воды необходим, чтобы произвести 1 руб. продукции. Заметим, что в среднем в России уровень водоемкости ВВП составляет 2,4 м³/тыс. руб. [Водяная стратегия, 2009; Mitrofanova (I.V.) Starokozheva, Mitrofanova (I.A.), Shkarupa, Batmanova, 2015], что значительно превышает аналогичный показатель в развитых зарубежных странах.

Капельное орошение: за и против

Уровень водоемкости сельскохозяйственного производства за исследуемый период в регионах Юга России снизился в 3–6 раз, с учетом того, что сельское хозяйство демонстрирует устойчивый рост. Особенно данная положительная тенденция характерна для Ставропольского края, Ростовской области, Краснодарского края, Волгоградской области, имеющих наибольший удельный вес объемов производства сельскохозяйственной продукции в ее общем объеме в регионе, при минимальных значениях показателя водоемкости.

Как показывают результаты анализа, одной из причин такого низкого уровня водоемкости сельскохозяйственного производства в указанных регионах является применение водосберегающих технологий.

Следует заметить, что в орошаемом земледелии существует достаточно большое количество направлений, по которым разрабатываются инновационные водосберегающие технологии, в числе которых наибольшее распространение в последние годы получили технологии капельного орошения, позволяющие учитывать особенности выращиваемых культур, характеристику почвогрунтов, климатические условия конкретных территорий. По данным исследования экспертно-аналитического центра агробизнеса «АБ–Центр», площади под

капельным орошением только за последние 5 лет увеличились с 25 до 51 тыс. га.

Экономическую эффективность использования капельного полива подчеркивают многочисленные исследователи, называя его мощным фактором повышения урожайности сельскохозяйственных культур [Сторчоус, 2015]. Реализация данных технологий позволяет значительно снизить водопотребление. Так, урожайность в результате применения капельного орошения возрастает: при производстве лука с 50 до 110 т/га, томатов – с 60 до 120 т/га, капусты – с 70 до 130 т/га. Столь же существенное повышение продуктивности наблюдается и при производстве других овощных культур [Медведева, Козенко, 2014].

Если принять во внимание, что затраты на орошение составляют 53–54% в структуре общих затрат, то рентабельность производства сельскохозяйственных культур, по оценкам экспертов, возрастает до 200%. Кроме того, важным достоинством капельного орошения является возможность его применения для участков со сложным рельефом, для почв низкой мощности, для районов с продолжительными засухами и сильными ветрами, то есть там, где ранее производство сельскохозяйственной продукции было малоэффективным. Последнее представляет особую значимость для регионов Северного Кавказа, имеющих все перечисленные признаки [Липина, 2008].

Проведенный авторами анализ показал, что использование технологий капельного орошения на Юге России позволило значительно повысить урожайность хозяйственных культур. В качестве подтверждения данного тезиса приведем данные, отражающие данные об изменении уровня урожайности основных для региона сельскохозяйственных культур в Ростовской и Волгоградской областях, а также Ставропольском крае, где применение технологий капельного орошения осуществляется в наиболее значительных масштабах (табл. 2).

Таблица 2 - Урожайность сельскохозяйственных культур в Южном макрорегионе, ц/га

Регионы / Годы	2005	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Подсолнечник</i>						
Волгоградская область	10,4	7,7	11,5	9,1	13,9	12,5
Ростовская область	13,7	10	12,4	13,3	15	14,8
Ставропольский край	15,8	14	16,7	15,9	16,8	17
<i>Картофель</i>						
Волгоградская область	96	94	113	116	120	129
Ростовская область	96	78	109	109	108	119
Ставропольский край	95	106	121	126	140	138
<i>Овощи</i>						
Волгоградская область	180	256	271	292	300	300
Ростовская область	97	130	165	182	180	210
Ставропольский край	79	128	144	180	174	161

Приведенные данные демонстрируют значительный прирост уровня урожайности сельскохозяйственных культур. Так, например, урожайность овощей в регионах повысилась более чем в 2 раза, картофеля – на 20–40%.

Капельное орошение активно используется при выращивании кукурузы, лука. Как отмечают аграрии, прибыль с каждого гектара при использовании капельного орошения составляет более 100 тыс. руб. [Силин, Анимича, Новикова, 2017].

Обобщая многочисленные исследования, посвященные использованию технологии капельного орошения в сельском хозяйстве, выделим наиболее значимые для социально-экономического региона эффекты:

- повышение рациональности и экономии использования водных ресурсов в сельском хозяйстве;
- возможность рационализации структуры посевных площадей, сортовое обновление сельскохозяйственного производства;
- повышение уровня урожайности сельскохозяйственных структур, снижение зависимости от погодных и климатических условий;
- возможность расширения площадей, отводимых под орошаемое земледелие, в том числе, за счет освоения ранее не пригодных для сельскохозяйственного производства;
- сокращение парка дождевальной техники;
- мультипликативные эффекты в смежных отраслях, в частности, по производству минеральных удобрений;
- реализация импортозамещающих программ в сфере производства сельскохозяйственной продукции [Старцев, Лычагина, 2013; Паздникова, 2014; Косолапова, 2014; Воеводина, 2010].

В целом можно говорить о том, что использование технологий орошаемого земледелия способствует социально-экономическому развитию региона, росту занятости сельского населения. В то же время следует отметить, что некоторые авторы отрицательно относятся к использованию капельного полива, в качестве основного аргумента называя то, что его использование нарушает солевой режим и уровень минерализации почв. Действительно, неправильное осуществление технологии, несвоевременная очистка капельных трубок и лент может привести к переполивам на орошаемых площадях, и проявлению указанных проблем. Это обусловлено следующими причинами:

- отсутствие квалифицированных кадров, способных правильно эксплуатировать оборудование капельного полива;
- нарушения в технологии проектирования системы капельного полива, связанных с отказом от включения в нее дорогостоящих компонентов или замена их на более дешевые

аналоги [Воеводина, 2010].

Однако в случае правильной эксплуатации засоления сельскохозяйственных угодий не происходит. Необходим рост квалификационного уровня работников сельского хозяйства в сфере реализации водосберегающих технологий, а также активная государственная поддержка тех предприятий, которые реализуют такие технологии.

Так, например, в Ростовской области в рамках подпрограммы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения» госпрограммы развития сельского хозяйства реализуются мероприятия, направленные на поддержку сельхозпроизводителей к внедрению современной, высокопроизводительной поливной техники в комплексе с интенсивными технологиями возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях и восстановление к 2020 году более 40 тыс. га мелиорированных земель. На реализацию данных программных мероприятий предусмотрено 5,9 млрд руб. Подобного рода мероприятия должны быть во всех регионах, ориентированных на поддержку сельского хозяйства, как важного источника стратегического развития национального хозяйства.

Заключение

Таким образом, по результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что эффективное решение проблем интенсивного развития сельского хозяйства неразрывно связано с применением ресурсосберегающих технологий, в числе которых важное место занимают водные ресурсы. Современные инновационные методы орошения, основанные на технологии капельного полива, как убедительно свидетельствует уже имеющийся положительный отечественный и зарубежный опыт [Алиев, 2013; Лычагина, 2012], способствует значительно повысить биопродуктивность сельскохозяйственных земель. Имеющиеся проблемы с реализацией методов капельного орошения, как правило, связаны с нарушением технологии проектирования и эксплуатации системы, в том числе, по причине недостаточной квалификации сельскохозяйственных работников. Одним из основных факторов активизации инновационных процессов в решении проблем мелиорации является целевая государственная (в том числе региональная) поддержка ресурсосберегающих программ.

Библиография

1. Алиев З.Г. К решению проблем горно-орошаемого земледелия в Азербайджане // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2 (22). С. 4-10.
2. Антонова А.В. Реализация Водной стратегии регионами Сибирского федерального округа //

- Региональная экономика: теория и практика. 2013. № 31. С. 49-54.
3. Анфиногентова А.А., Дудин М.Н., Лясников Н.В., Проценко О.Д. Методика оценки качества деятельности предприятий АПК на основе экологически ответственного подхода // Экономика региона. 2017. Т. 13. Вып. 2. С. 579-590. Doi 10.17059/2017-2-22.
4. Боярко Г.Ю., Цибульников М.Р., Вазим А.А. и др. Актуальные вопросы экономики природопользования. Томск: STT, 2017. 122 с.
5. Воеводина Л.А. Особенности капельного орошения на черноземах Ростовской области // Вестник аграрной науки Дона. 2010. № 4. С. 107-111.
6. Исайнов Х.Р. Эффективность применения перспективных способов полива в условиях орошаемого земледелия Таджикистана // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2007. № 3. С. 60-67.
7. Косолапова Н.А. Математический инструментарий стратегического управления водными ресурсами региона // Terra Economicus. 2014. Т. 12. № 2-3. С. 192-196.
8. Липина С.А. Приоритеты развития Республик Северного Кавказа // Региональная экономика: теория и практика. 2008. № 16. С. 3-9.
9. Лычагина О.В. Анализ состояния и пути повышения эффективности использования воды для производства сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1-1. С. 186-188.
10. Паздникова Н.П. Оценка интегральной эффективности социально-экономической системы региона // Экономика и предпринимательство. 2014. № 11-4 (52-4). С. 268-270.
11. Силин Я.П., Анимица Е.Г., Новикова Н.В. Региональные аспекты новой индустриализации // Экономика региона. 2017. Т. 13. Вып. 3. С. 684-696. Doi 10.17059/2017-3-4.
12. Сторчоус В.Н. Капельное орошение – резерв эффективности использования земли, воды и энергии // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 5 (55). С. 30-33.
13. Mitrofanova I.V., Starokozheva G.I., Mitrofanova I.A., Shkarupa E.A., Batmanova V.V. Ecological External Effects of the Functioning of the Economic Complex of the South of Russia // Regional and Sectoral Economic Studies. 2015. Vol. 15-1. P. 97-114.
14. Molina J.L., Aróstegui J.L., Benavente J., Varela C., Hera A., Geta J.A. Aquifers Overexploitation in SE Spain: A Proposal for the Integrated Analysis of Water Management // Water Resources Management. 2009. Vol. 23. Issue 13. P. 2737-2760. Doi 10.1007/s11269-009-9406-5.
15. Zhang D., Guo P. Integrated agriculture water management optimization model for water saving potential analysis // Agricultural Water Management. 2016. Vol. 170. P. 5-19. Doi 10.1016/j.agwat.2015.11.004.

**Water-conservation innovative technologies in agrarian
and industrial complex of the south of Russia**

Ol'ga A. Chernova

Doctor of Economics, Professor,
Department of information economy,
Southern Federal University,
344006, 88 Gor'kogo st., Rostov-on-Don, Russian Federation;
e-mail: chernova.olga71@yandex.ru

Inna V. Mitrofanova

Doctor of Economics, Leading Scientific Researcher,
Institute of Social, Economic and Humanitarian Researches,
Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
344006, 41 Chekhova av., Rostov-on-Don, Russian Federation;
Professor, Department of the Economic theory, World and Regional Economics,
Volgograd State University,
400062, 100 Universitetskii av., Volgograd, Russian Federation;
e-mail: mitrofanova@volsu.ru

Din Lan An

Master of Department of Economy and Management,
Volgograd State Technical University,
400005, 28 Lenina av., Volgograd, Russian Federation,
e-mail: dinhlananh7792@gmail.com

Abstract

The purpose of this scientific article is the research of prospects of use of water-conservation technologies in agrarian and industrial complex of the south of Russia and identification of the economic effects arising at the same time. In the article on the basis of a research of indicators of use of water resources for needs of agriculture in Russia the conclusion about need of realization of water-conservation technologies is drawn. The analysis of level of water-retaining capacity of

agricultural production in regions of the South of Russia is carried out. It is shown that his considerable decrease in certain regions is caused by use of technology of drop irrigation. Economic effects of use of innovative technologies of water conservation are identified. The conclusion is drawn on need of active state support of projects of rational water consumption for agrarian and industrial complex on the basis of use of innovative technologies that has a strategic importance for maintenance of projects of import substitution and realization of problems of social and economic development of regions. An effective solution to the problems of intensive development of agriculture is inextricably linked with the use of resource-saving technologies, among which an important place is occupied by water resources. Modern innovative methods of irrigation, based on the technology of drip irrigation, are convincingly evidenced by the already existing positive domestic and foreign experience, contributes significantly to increase the bio-productivity of agricultural land.

For citation

Chernova O.A., Mitrofanova I.V., Din Lan An (2017) Vodosberegayushchie innovatsionnye tekhnologii v APK yuga Rossii [Water-conservation innovative technologies in agrarian and industrial complex of the South of Russia]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 7 (3B), pp. 312-325.

Keywords

Water-retaining capacity, innovations, agricultural production, rational water use, resource-saving technologies, drop irrigation.

References

1. Aliev Z.G. (2013) K resheniyu problem gorno-oroshaemogo zemledeliya v Azerbaidzhane [Towards the solution of the problems of mountain-irrigated agriculture in Azerbaijan]. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy], 2 (22), pp. 4-10.
2. Antonova A.V. (2013) Realizatsiya Vodnoi strategii regionami Sibirskogo federal'nogo okruga [Implementation of the Water Strategy by the Regions of the Siberian Federal District]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional Economy: Theory and Practice], 31, pp. 49-54.
3. Anfinogentova A.A., Dudin M.N., Lyasnikov N.V., Protsenko O.D. (2017) Metodika otsenki kachestva deyatel'nosti predpriyatii APK na osnove ekologicheskoi otvetstvennogo podkhoda

- [A technique for assessing the quality of the activities of enterprises of the agroindustrial complex on the basis of an ecologically responsible approach]. *Ekonomika regiona* [The Economy of the Region], 13, 2, pp. 579-590. Doi 10.17059/2017-2-22.
4. Boyarko G.Yu., Tsibul'nikova M.R., Vazim A.A. et al. (2017) *Aktual'nye voprosy ekonomiki prirodopol'zovaniya* [Topical issues of the economics of nature management]. Tomsk: STT Publ.
 5. Isainov Kh.R. (2007) *Effektivnost' primeneniya perspektivnykh sposobov poliva v usloviyakh oroshaemogo zemledeliya Tadzhikistana* [Efficiency of application of perspective irrigation methods in conditions of irrigated agriculture in Tajikistan]. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Proc. of Timiryazev Agricultural Academy], 3, pp. 60-67.
 6. Kosolapova N.A. (2014) *Matematicheskii instrumentarii strategicheskogo upravleniya vodnymi resursami regiona* [Mathematical tools for strategic management of water resources in the region]. *Terra Economicus*, 12, 2-3, pp. 192-196.
 7. Lipina S.A. (2008) *Prioritety razvitiya Respublik Severnogo Kavkaza* [Priorities of the development of the Republics of the North Caucasus]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional economy: theory and practice], 16, pp. 3-9.
 8. Lychagina O.V. (2012) *Analiz sostoyaniya i puti povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya vody dlya proizvodstva sel'skokhozyaistvennoi produktsii na oroshaemykh zemlyakh* [Analysis of the state and ways of increasing the efficiency of water use for the production of agricultural products on irrigated lands]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proc. of Orenburg State Agrarian University], 1-1, pp. 186-188.
 9. Mitrofanova I.V., Starokozheva G.I., Mitrofanova I.A., Shkarupa E.A., Batmanova V.V. (2015) *Ecological External Effects of the Functioning of the Economic Complex of the South of Russia*. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 15-1, pp. 97-114.
 10. Molina J.L., Aróstegui J.L., Benavente J., Varela C., Hera A., Geta J.A. (2009) *Aquifers Overexploitation in SE Spain: A Proposal for the Integrated Analysis of Water Management*. *Water Resources Management*, 23, 13, pp. 2737-2760. Doi 10.1007/s11269-009-9406-5.
 11. Pazdnikova N.P. (2014) *Otsenka integral'noi effektivnosti sotsial'no-ekonomicheskoi sistemy regiona* [Evaluation of the integrated effectiveness of the socio-economic system of the region]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship], 11-4 (52-4), pp. 268-270.
 12. Silin Ya.P., Animitsa E.G., Novikova N.V. (2017) *Regional'nye aspekty novoi industrializatsii* [Regional aspects of the new industrialization]. *Ekonomika regiona* [Economy of the region], 13, 3, pp. 684-696. Doi 10.17059/2017-3-4.

-
13. Storchous V.N. (2015) Kapel'noe oroshenie – rezerv effektivnosti ispol'zovaniya zemli, vody i energii. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proc. of Orenburg State Agrarian University], 5 (55), pp. 30-33.
 14. Voevodina L.A. (2010) Osobennosti kapel'nogo orosheniya na chernozemakh Rostovskoi oblasti [Features of drip irrigation on the chernozems of the Rostov region]. *Vestnik agrarnoi nauki Dona* [Bulletin of the Agrarian Science of the Don], 4, pp. 107-111.
 15. Zhang D., Guo P. (2016) Integrated agriculture water management optimization model for water saving potential analysis. *Agricultural Water Management*, 170, pp. 5-19. Doi 10.1016/j.agwat.2015.11.004.