

где  $\mu_{\text{Alg}}$  — максимальная удельная скорость роста водорослей (сутки<sup>-1</sup>);  $f_1(N)$  — отражает влияние концентрации питательных веществ ( $0 \leq f_1 \leq 1$ );  $f_2(I)$  — отражает влияние интенсивности освещения ( $0 \leq f_2 \leq 1$ );  $f_3(\text{pH})$  — отражает влияние pH ( $0 \leq f_3 \leq 1$ ); и  $f_4(T)$  символизирует влияние температуры ( $f_4 > 1$  при  $T > 20^\circ\text{C}$ ).

Эта модель используется для оптимизации условий в очистных сооружениях, оценки эффективности удаления питательных (загрязняющих) веществ из состава сточных вод.

**Выводы.** Математическое моделирование зарекомендовало себя как эффективный инструмент для оценки степени очистки сточных вод с помощью микроорганизмов, в частности водорослей. Существенным достоинством математического моделирования выступает возможность принимать во внимание широкий спектр параметров, оказывающих влияние на процесс очистки сточных вод с использованием микроводорослей. Среди таких параметров — температурный режим, уровень освещения, концентрация питательных элементов, кислотно-щелочной баланс (pH) и присутствие загрязняющих компонентов. Однако для адаптации существующих кинетических уравнений к открытым системам, такие как пруды отстойники и иные очистные сооружения требуется разработка комплексного инструмента, учитывающий не только процессы жизнедеятельности микроводорослей, но также особенности формирования таких факторов как географическое расположение объекта, состав сточных вод и другие, что повысит точность моделирования процессов очистки сточных вод в открытых системах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Головин Е.Э., Стрельбицкая Е.Б., Соломина А.П. Использование и совершенствование сорбционного метода очистки дренажного стока мелиоративных систем // Мелиорация и водное хозяйство. 2021. № 4. С. 30–35.
2. Грудяева Е.К., Душин С.Е., Кузьмин Н.Н. Динамические модели управляемых биохимических процессов очистки сточных вод // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2015. № 9. С. 732–737.
3. Харьковина О.В. Эффективная эксплуатация сооружений биологической очистки. Волгоград: Панорама, 2015. 433 с.
4. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика. Практик. курс: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по хим., биолог. и мед. специальностям. М.: Изд.-торговый дом «ГРАНД», ФАИР-ПРЕСС, 1999. 716 с.

5. Jørgensen, S.E., 2002. Diurnal cycles of variation of physical-chemical parameters in waste stabilization ponds. Ecol. Eng. 18, 287–291.
6. Monod J. The growth of bacterial cultures // Annu. Rev. Microbiol. 1949. V. 3. P. 371–394.
7. Ación Fernández F.G. A Model for Light Distribution and Average Solar Irradiance Inside Outdoor Tubular Photobioreactors for the Microalgal Mass Culture // Biotechnol. Bioeng. 1997. V. 55(5). P. 701–714.
8. Steele J.H. Environmental control of photosynthesis in the sea // Limnol. Oceanogr. 1962. Vol. 7, no 2. P. 137–150.
9. Smith R.A., 1980. The theoretical basis for estimating phytoplankton production and specific growth rate from chlorophyll, light and temperature data. Ecol. Model. 10, 243–264.
10. Тренкеншу Р.П. Расчет удельной скорости роста микроводорослей // Морской биологический журнал. 2019. Т. 4, № 1. С. 100–108. <https://doi.org/10.21072/mbj.2019.04.1.09>
11. Beran B., Kargi F. A Dynamic Mathematical Model for Wastewater Stabilization Ponds // Ecol. Model. 2005. V. 181. P. 39–57.

#### REFERENCES

1. Golovinov E.E., Strelbitskaya E.B., Solomina A.P. The use and improvement of the sorption method for cleaning drainage runoff of meliorative systems // Melioration and water management. 2021. No. 4. Pp. 30–35.
2. Grudyaeva E.K., Dushin S.E., Kuzmin N.N. Dynamic models of controlled biochemical wastewater treatment processes // News of higher educational institutions. Instrument-making. 2015. No. 9. P. 732–737.
3. Kharkina O.V. Effective operation of biological treatment facilities. Volgograd: Panorama, 2015. 433 p.
4. Varfolomeev S.D., Gurevich K.G. Biokinetics Prakt. course, Textbook for university students studying chemistry, biology. and medical specialties. Moscow: Publishing and Trading House «GRAND», FAIR-PRESS, 1999. 716 p.
5. Jørgensen S.E., 2002. Diurnal cycles of variation of physical-chemical parameters in waste stabilization ponds. Ecol. Eng. 18, 287–291.
6. Monod J. The growth of bacterial cultures // Annu. Rev. Microbiol. 1949. V. 3. P. 371–394.
7. Ación Fernández F.G. A Model for Light Distribution and Average Solar Irradiance Inside Outdoor Tubular Photobioreactors for the Microalgal Mass Culture // Biotechnol. Bioeng. 1997. V. 55(5). P. 701–714.
8. Steele J.H. Environmental control of photosynthesis in the sea // Limnol. Oceanogr. 1962. Vol. 7, no 2. P. 137–150.
9. Smith R.A., 1980. The theoretical basis for estimating phytoplankton production and specific growth rate from chlorophyll, light and temperature data. Ecol. Model. 10, 243–264.
10. Trenkenshu R.P. Calculation of the Specific Growth Rate of Microalgae // Marine Biological Journal. 2019. Vol. 4, No. 1. Pp. 100–108. <https://doi.org/10.21072/mbj.2019.04.1.09>
11. Beran B., Kargi F. A Dynamic Mathematical Model for Wastewater Stabilization Ponds / B. Beran, // Ecol. Model. 2005. V. 181. P. 39–57.

**Стрижников Олег Александрович**, аспирант, [oleg.strijnikov@yandex.ru](mailto:oleg.strijnikov@yandex.ru) (ФГБНУ ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, Москва, Россия).

УДК 631.617

DOI: 10.32962/0235–2524–2025–6–33–38

## ОРОШЕНИЕ КАК ФАКТОР РЕАЛИЗАЦИИ БИОПРОДУКЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПАСТБИЦ АРИДНОЙ ЗОНЫ ЗАВОЛЖЬЯ

**В.А. ТАРБАЕВ, В.М. ЯНЮК**

**Ключевые слова:** пастбища, орошаемая пашня, площадь, нормативная продуктивность, проектная урожайность, зеленые корма, поголовье скота.

**Keywords:** pastures, irrigated arable land, area, standard productivity, projected yield, green fodder, livestock.

**Аннотация.** Значительная доля продукции с орошаемой пашни, наряду с продукцией естественных кормовых угодий, служит сырьем для получения животноводческой продукции. Адекватное отражение оценки эффективности использования отдельных сельскохозяйственных угодий на основе совокупного конечного дохода животноводства, предпо-

лагает рациональное сочетание структуры продукции растениеводства с различными видами угодий.

Цель работы — обосновать метод оценки дополнительного эффекта орошения, связанного с более полной реализацией биопродукционного потенциала не орошаемого компонента агроландшафта — пастбищ. В условиях засушливой и полупустынной зон Саратовского Заволжья основным лимитирующим фактором эффективного использования пастбищ является короткий период потребления основной части их продуктивности. На основе разработанного авторами ресурсного подхода оценки проектной урожайности орошаемых земель установлены

соотношения площади пастбищ и орошаемой пашни, обеспечивающих нормативный уровень реализации биопродукционного потенциала пастбищ. В зависимости от почвенно-климатических условий это соотношение изменяется в диапазоне от 9,3 в степной зоне черноземов до 36,6 в полупустынной зоне светло-каштановых почв. Вовлечение неиспользуемых в настоящее время пастбищ в производство кормов обеспечивает дополнительное поступление налоговых платежей в приходных статьях государственного бюджета от 2594 рублей при производстве молока до 3956 рублей с продукции овцеводства (мясо и шерсть) на одну тонну кормовых единиц, используемой в конечной продукции животноводства.

**Abstract.** A significant proportion of products from irrigated arable land, along with products from natural forage lands, serve as raw materials for livestock production. An adequate reflection of the assessment of the effectiveness of the use of individual agricultural lands based on the total final income of livestock production implies a rational combination of the structure of crop production from various types of land.

The purpose of the work is to substantiate a method for assessing the additional irrigation effect associated with a more complete realization of the bioproductive potential of the non-irrigated component of the agrolandscape – pastures. In the conditions of the dry-steppe and semi-desert zones of the Saratov Trans-Volga region, the main limiting factor for the effective use of pastures is the short period of consumption of the main part of their productivity. Based on the resource approach developed by the authors for estimating the design yield of irrigated lands, the ratios of the area of pastures and irrigated arable land have been established, ensuring the regulatory level of realization of the bioproductive potential of pastures. Depending on the soil and climatic conditions, this ratio varies from 9.3 in the steppe zone of chernozems to 36.6 in the semi-desert zone of light chestnut soils. The involvement of currently unused pastures in feed production provides additional tax payments in the state budget receipts from 2594 rubles for milk production to 3956 rubles for sheep products (meat and wool) per ton of feed units used in the final livestock products.

**Введение.** Изменения в 90-е годы прошлого столетия, связанные с реорганизацией АПК, ростом цен на средства производства привели к спаду производства мясной и молочной продукции с одновременным резким сокращением поголовья животных. Указанное обстоятельство негативно отразилось на состоянии мелиоративно-водохозяйственном комплексе, в котором более 60 % орошаемых площадей занимали кормовые культуры. В нормативно-методическом обосновании эколого-экономической эффективности реконструкции объектов мелиоративного комплекса [1] не нашли отражения аспекты положительного влияния орошения на эффективность использования других компонентов агроландшафта, в частности пастбищ. В условиях сухостепной и полупустынной зон Саратовского Заволжья, где основной биопродукционный потенциал пастбищ реализуется за относительно короткий срок, эффективность его использования напрямую обусловлена наличием орошения, которое предопределяет величину поголовья скота и потенциально возможный объем потребления кормов с пастбищ.

В структуре затрат на производство животноводческой продукции, где на корма приходится более 50 %, оптимизация именно затрат во многом и предопределяет

рентабельность отрасли. Опыт передовых стран указывает на исключительный ресурсный потенциал естественных кормовых угодий в производстве мясной и молочной продукции [2]. В структуре общих затрат удельный вес затрат на корма при пастбищном содержании по сравнению со стойловым снижается с 60...65 до 30 %, затраты на горюче-смазочные материалы в 6...7 раз.

**Материалы и методы.** Изменения экономических и связанных с ними институциональных условий в после реформенных период с 1990 г. привели к резкому сокращению поголовья скота, структура кормления которого включает зеленые корма с пастбищ (табл. 1). При этом преобладающая часть поголовья приходится на хозяйства населения и крестьянские (фермерские) хозяйства (КФХ) [3].

Изменения в послереформенный период поголовья крупного рогатого скота и овец в реорганизованных сельскохозяйственных предприятиях и создаваемых крестьянских (фермерских) хозяйствах отразились на полноте использования биопродукционного потенциала пастбищ. В табл. 2 приведены результаты расчета потребности в зеленых кормах имеющегося поголовья скота по данным Саратовстата в муниципальных районах, относящихся по агроклиматическому оценочному зонированию [4] к 5-й и 6-й подзонам, расположенных в сухостепной и полупустынной зонах Заволжья соответственно. Доля использования продуктивности пастбищ в районах варьирует от 18 до 157 %. При этом не учитывалась возможность поступления кормов с неиспользуемой в настоящее время пашни, которая в данных районах по отчетным данным управлений АПК варьирует от 4 до 50 %.

Результаты наших работ по агропроизводственной оценке земель указанных муниципальных районов [5], где среднерайонная нормативная урожайность зерновых находится в интервале 0,8...1,2 т/га, показали, что значительная доля площади (30...40 %), относящаяся к пашне не состоянии обеспечить рентабельное производство растениеводческой продукции при современных экономических условиях. Оптимизация использования агроресурсного потенциала земель этих районов, связана не с сохранением, а с сокращением доли обрабатываемой пашни, при одновременном переводе низко плодородных почв из состава пашни в пастбища.

С учетом необрабатываемой в настоящее время пашни, как дополнительной площади пастбищ, доля использования их суммарной продуктивности имеющимся поголовьем скота составляет в среднем 32,6 %.

Специфика климатических условий в сухостепной зоне Поволжья предопределяет явно неравномерный характер продуцирования биомассы трав на пастбищах. До 75...80 % биопродукционной способности пастбищ реализуется в мае-июне [6]. Полнота использования продуктивности пастбищ, предполагает наличия соот-

Таблица 1

Динамика поголовья скота в хозяйствах всех категорий Саратовской области на конец года, тыс. голов

С.-х. животные	Год						Доля поголовья на 2023 г., %		
	1990	1995	2000	2010	2015	2023	Организации	Хозяйства населения	КФХ
Крупный рогатый скот	1639	974,6	660,5	547,3	405,6	401,5	19,4	60,5	20,1
Овцы и козы	2820,6	951,6	366,1	604,6	522,3	501,1	5,6	67,8	26,6

Состояние использования пастбищ на юго-востоке Саратовского Заволжья

Агроклиматическая подзона [4]	Район	Сельскохозяйственных угодий, тыс. га	Наличие пашни по состоянию на 01.01.2021, тыс. га	Неиспользуемая пашня		Наличие пастбищ			Пастбища + неиспользуемая пашня	
				Всего, тыс. га	%	Всего, тыс. га	НПП <sub>0,75</sub> *	ДИПП, %**	Всего, тыс. га	ДИПП, %
5	Дергачевский	422,4	297,7	55,2	18,5	123,9	22,5	18,2	179,1	11,3
	Краснокутский	249,0	202,5	7,9	3,9	46,1	72,5	157,3	54	120,7
	Новоузенский	385,0	206,1	45,5	22,1	172,3	43,4	25,2	217,8	18,0
	Озинский	381,9	223,1	22,5	10,1	158,6	87,2	55,0	181,1	43,3
	Питерский	241,5	190,0	46,7	24,6	51,4	67,1	130,5	98,1	61,6
6	Александрово-Гайский	257,7	36,8	18,4	50,0	191,9	47,6	24,8	210,3	20,4
Всего в 5-й и 6-й агроклиматических подзонах		1937,5	1156,2	196,2	17,0	744,2	340,2	45,7	940,4	32,6

Примечание. \*НПП<sub>0,75</sub> – необходимая площадь пастбищ, обеспечивающая потребность в зеленых кормах имеющегося поголовья скота при коэффициенте использования продуктивности пастбищ 0,75; \*\*ДИПП, % – доля использования продуктивности пастбищ имеющимся поголовьем скота, %.

ветствующего поголовья скота, способного ее употребить в этот период. В свою очередь, поголовье скота в хозяйстве лимитируется возможностью формирования кормовой базы, включающей все виды кормов, основная часть которых производится на пашне. В рассматриваемых нами условиях Заволжья с весьма ограниченной естественной влагообеспеченностью, стабильную кормовую базу, включающую большую долю зеленых и сочных кормов, может обеспечить только орошаемая пашня. В сухостепной зоне Заволжья, где почвенный покров представлен темно-каштановыми и каштановыми почвами, величина дефицита зеленых кормов практически совпадает с объемом, продуцируемых пастбищами в мае-июне (рисунок).

Для обоснования условий эффективного использования агроресурсного потенциала пастбищ их продуктивность определяли в соответствии Методическими указаниями о государственной кадастровой оценке [7], которые воспроизводят алгоритм, предложенный Методическими рекомендациями [8], где продуктивность естественных кормовых угодий устанавливается с использованием коэффициента 0,32 от нормативной урожайности многолетних трав. Дополнительно для засушливых территорий предлагается вводить коэффициент на допустимое снижение пастбищной нагрузки, обеспечивающий «резерв экологической безопасности» [9]. Таким образом, общий коэффициент перевода урожайности многолетних трав в эффективную продуктивность пастбищ принимается равным  $K = 0,32 \cdot 0,75 = 0,24$ .

Урожайность многолетних трав при орошении принималась в размере проектной урожайности, определяемой по предлагаемому нами методу на основе развития ресурсного подхода к оценке агропроизводительной способности орошаемых почв [10]. Проектная урожайность культур задается в виде функции, преобразованного при дополнительном увлажнении агроэкологического потенциала (АП) территории с учетом влияния на него агрофизических свойств почв, мелиоративного состояния земель, параметров технического состояния гидромелиоративной системы

**Результаты и обсуждение.** Расчет площади орошаемой пашни, обеспечивающей покрытие дефицита зеленых кормов пастбищ, на основе соотношения продуктивности пастбищ и орошаемой пашни устанавливается по формуле:

$$\frac{P_{пс}}{P_{ор}} = \frac{K_{пую} D_{зкс} D_{кор}}{(1 - D_{кор})},$$

где  $P_{пс}$  и  $P_{ор}$  – площадь пастбищ и орошаемой пашни, соответственно;  $K_{пую}$  – отношение урожайности трав на орошаемой пашне и пастбищах;  $D_{зкс}$  – доля трав на зеленый корм в орошаемом севообороте;  $D_{кор}$  – доля зеленых кормов, от общей потребности в них, получаемая на орошаемой пашне.

Результаты расчета указанного выше соотношения площади пастбищ и орошаемой пашни, когда доля зеленых кормов с пашни составляет 50 % от общей в них потребности, для агроклиматических подзон Саратовского Заволжья приведены в табл. 3. В зависимости от почвенно-климатических условий это соотношение изменяется в диапазоне от 9,3 в степной зоне черноземов до 36,6 в полупустынной зоне светло-каштановых почв.

Повышение использования биопродукционного потенциала естественных кормовых угодий на основе кормов с орошаемых участков не учитывается в настоящее время как дополнительный фактор в обосновании



Относительная продуктивность пастбищ и соотношение объемов поступления зеленых кормов с пастбищ (1) и с пашни (2)

Таблица 3

Соотношение  $\Pi_{nc}/\Pi_{op}$  для покрытия дефицита зеленых кормов

Агроклиматическая подзона	Преобладающий подтип почв	Нормативная продуктивность зеленой массы трав богарных пастбищ, т/га	Проектная урожайность зеленой массы многолетних трав на орошении, т/га	$\Pi_{nc}/\Pi_{op}$ при доле трав в орошаемом севообороте, %	
				33	50
2	Черноземы южные	1,92...2,03	5,71	9,3...9,8	14,1...14,9
3	Темно-каштановые	1,68...1,81	6,15	11,2...12,1	17,0...18,3
4	Темно-каштановые	1,36...1,60	6,15	12,7...15,9	19,2...22,7
5	Каштановые	1,10...1,31	6,47	16,3...19,4	24,7...29,4
6	Комплексы светло-каштановых с солонцами	0,71	5,18	24,2	36,6

агро-экологической эффективности реализации проектов строительства и реконструкции участков орошаемых земель. При этом дополнительный эффект проявляется как у непосредственного землепользователя, так и в системе налоговых платежей в приходных статьях консолидированного бюджета.

Дополнительный эффект землепользователя при производстве животноводческой продукции обусловлен значительным сокращением затрат на производство кормов в общей цене производства при использовании зеленых кормов с пастбищ (от 7 до 30%), затраты на получение которых значительно ниже чем при производстве их на пашне (табл. 4). Вместе с тем, обоснованные показатели затрат на производство кормов и рентабельность животноводческой продукции можно установить только на основе прикладного экономического анализа, который выполняется при разработке землеустроительного документа – проекта организации угодий и севооборотов. Только в этом случае можно корректно учесть весь комплекс факторов определяющих, как величину продуктивности, так и связанные с ней затраты.

Дополнительный эффект за счет более полного использования биопродукционного потенциала пастбищ в форме дополнительных налоговых поступлений (ДНП) обусловлен увеличением объектов налогооблагаемой базы (добавленной стоимости, фонда оплаты труда), вовлекаемых в производство дополнительного объема животноводческой продукции (табл. 4).

В определении ДНП, которые обеспечивает вовлечение в производство 1 т кормовых единиц зеленых кормов с пастбищ, используется расчетная цена реализации кормов на основе информации о ценах реализации животноводческой продукции за 2024 г. [11] и объемы ресурсов, вовлекаемые в производство:

$$ДНП = \Pi_{рк} C_{ндс} K_{кп} + НЛ_{зп} + НДС_{мр},$$

где  $C_{ндс}$  – ставка налога на добавленную стоимость для продукции животноводства, 10%;  $K_{кп}$  – коэффициент удорожания розничной цены продукции по отношению к стоимости сырья, принимаемый в расчетах равным 2;  $НЛ_{зп}$  – налог на доход физических лиц в структуре затрат на использование пастбищ, руб./т. к.ед.;  $НДС_{мр}$  – величина НДС на стоимость материальных ресурсов в соответствии с моделью затрат на использование пастбищ, руб./т. к.ед.;  $\Pi_{рк}$  – расчетная цена реализации кормов (руб./т. к.ед.):

$$\Pi_{рк} = \frac{\Pi_{ржп} D_{ккж}}{P_{кжп}},$$

где  $\Pi_{ржп}$  – цена реализации животноводческой продукции, руб./т;  $D_{ккж}$  – доля корма в себестоимости животноводческой продукции;  $P_{кжп}$  – расход корма на производство животноводческой продукции, т. к.ед./т [12].

Результаты определения параметров экономической эффективности вовлечения в производство дополнительного объема кормов пастбищ за счет увеличения площади орошаемой пашни в различных агроклиматических подзонах Саратовской области приведены в табл. 5. Расчеты выполнены для доли трав в составе орошаемого севооборота – 33% в двух вариантах:

- при вовлечении неиспользуемых земель в производство кормов в составе пастбищ;
- при доведении существующего среднего уровня использования продуктивности пастбищ – 33% до нормативного.

Эффективность существенно зависит от вида животноводческой продукции. Максимальное ее значение для продукции овцеводства, что связано с максимальной долей зеленых кормов – 0,52, получаемых с пастбищ в структуре кормов овцеводства [12].

**Заключение.** Нормативно-методическое обоснование эколого-экономической эффективности реконструкции объектов мелиоративного комплекса ориентируется исключительно на минимизации негативных

Таблица 4

Показатели экономической эффективности вовлечения в производство дополнительных объемов кормов пастбищ

Вид животноводческой продукции (ЖП)	Цена реализации ЖП, руб./т	Доля зеленых кормов пастбищ в структуре кормления	Снижение затрат на производство кормов в расчете на 1 т ЖП		ДНП на одну т. к.ед., конечной продукции пастбищ, руб.
			руб.	%	
Молоко	37999	0,16	1009	7,0	3279
Мясо КРС	173112*	0,20	7911	7,9	2594
Продукция овцеводства	220444	0,52	26625	29,6	3956
в т. ч. живого веса мяса	176355				

Таблица 5

Показатели дополнительного объема налоговых поступлений, руб., за счет повышения использования биопродукционного потенциала пастбищ на основе продуктивности 1 га орошаемой пашни

Агроклиматическая подзона (АКП)	Преобладающий подтип почв	При вовлечении в производство кормов в составе пастбищ неиспользуемых земель			При доведении уровня использования продуктивности пастбищ до нормативного		
		Молоко	Мясо КРС	Овцеводство	Молоко	Мясо КРС	Овцеводство
2	Черноземы южные	7909	6256	9541	5299	4192	6393
3	Темно-каштановые	8518	6739	10277	5707	4515	6885
5	Каштановые	8968	7095	10820	6009	4753	7249
6	Комплексы светло-каштановых и солонцов	7175	5676	8656	4807	3803	5799

факторов, связанных с изменением гидрохимического режима в зоне ирригационного освоения, не принимая во внимание аспекты влияния орошения на повышение эффективности использования других компонентов агроландшафта, не включаемых в состав оросительных систем.

Пастбища в сухостепной и полупустынной зонах Саратовского Заволжья занимают значительную долю в структуре сельскохозяйственных угодий (19...45%) и при существующих экономических условиях производства растениеводческой продукции, будет возрастать. Агробιοлогический потенциал пастбищ в настоящее время используется на 30...35%. В силу климатических условий эффективность его использования напрямую обусловлена наличием орошения, которое предопределяет величину поголовья скота и потенциально возможный объем потребления зеленых кормов с пастбищ. В зависимости от почвенно-климатических условий соотношение площади пастбищ и орошаемой пашни, необходимой для покрытия дефицита зеленых кормов, производимых пастбищами, изменяется в диапазоне от 9,3 в степной зоне черноземов до 36,6 в полупустынной зоне комплексов светло-каштановых почв и солонцов.

Вовлечения в производство дополнительного объема кормов пастбищ за счет продуктивности одного гектара орошаемой пашни обеспечивает дополнительные налоговые поступления в зависимости от зональных условий и вида животноводческой продукции: при вовлечении неиспользуемых земель в производство от 6 до 11 тыс. руб.; при доведении существующего среднего уровня использования продуктивности пастбищ до нормативного от 4 до 7 тыс. руб. Максимальные значения относятся к использованию кормов в овцеводстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Методика оценки экономической эффективности мероприятий по реконструкции мелиоративных систем с учетом технического состояния гидромелиоративных объектов, вероятностного характера изменения природно-климатических условий, хозяйственных, экологических и социальных условий функционирования мелиорируемых агроландшафтов, экологической ценности природных экосистем, степени эрозии, структуры природных ландшафтов и ущерба здоровью человека: науч. издание. Коломна: ИП Воробьев О.М., 2015. 116 с.
2. Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. М.: РАН, 2018. 132 с.
3. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: стат. сб. М. Росстат, 2024. 1081 с.

4. Зонирование агроэкологического потенциала территории для оценки сельскохозяйственных угодий Саратовской области / В.А. Тарбаев, В.М. Янюк, А.А. Дорогобед, Ю.И. Шадау, Т.В. Кузниченкова // Аграрный научный журнал. 2020. № 4. С. 37–43.

5. Оценка качества земель Саратовского Заволжья при вовлечении неиспользуемой пашни в производство / В.А. Тарбаев, В.В. Нейфельд, В.М., Янюк, П.В. Порывкини, М.С. Павлов // Московский экономический журнал. 2024. № 4. С. 131–153.

6. Природные сенокосы и пастбища: учебное пособие / В.А. Бориневич, Н.С. Конищков, И.В. Ларин и др.; под ред. акад. И.В. Ларина. М.-Л.: Сельхозиздат [Ленингр. отд.], 1963. 549 с.

7. Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке: приказ Росреестра от 04.08.2021 № П/0336 // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». URL: <http://www.consultant.ru>

8. Методические рекомендации по оценке качества и классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве (со справочными материалами) / А.К. Оглезнев, Т.А. Курьян, Т.Е. Норкина [и др.] / ФГУП «Росземкадастръемка» – ВИС-ХАГИ. М., 2003. 169 с.

9. Зубарев П.А., Шакаров О.В. Рациональное использование естественных пастбищ для развития овцеводства и мясного скотоводства в полупустынях Поволжья // Состояние и проблемы овцеводства и козоводства: материалы науч.-практ. конф. Ставрополь: ВНИИОК, 2000. С. 59–62.

10. Тарбаев В.А., Янюк В.М., Тарасенко П.В. Проектная урожайность в системе оценки агропроизводительности способности орошаемых земель // Мелиорация и водное хозяйство. 2025. № 1. С. 25–31.

11. Информация о средних ценах производителей сельскохозяйственной продукции. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57693> 2025

12. Справочник экономиста аграрного производства / Под ред. Е.Ф. Заворотина. Саратов: Саратовский источник, 2012. 384 с.

#### REFERENCES

1. Metodika otsenki ekonomicheskoi effektivnosti meropriyatiy po rekonstruktsii meliorativnykh sistem s uchetom tekhnicheskogo sostoyaniya gidromeliorativnykh ob'ektov, veroyatnostnogo kharaktera izmeneniya prirodno-klimaticheskikh uslovii, khozyaistvennykh, ekologicheskikh i sotsial'nykh uslovii funktsionirovaniya melioriruemykh agrolandshaftov, ekologicheskoi tsennosti prirodnykh ekosistem, stepeni erozii, struktury prirodnykh landshaftov i ushcherba zdorov'yu cheloveka: nauchn. izdanie. Kolomna. IP Vorob'ev O.M., 2015. 116 s.
2. Ratsional'noe prirodopol'zovanie i kormoproizvodstvo v sel'skom khozyaistve Rossii / V. M. Kosolapov, I. A. Trofimov, L. S. Trofimova, E. P. Yakovleva. M.: RAN, 2018. 132 s.
3. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2024: R32 Stat. sb. M.: Rosstat, 2024. 1081 s.
4. Tarbaev, V.A. Zonirovaniye agroekologicheskogo potentsiala territorii dlya otsenki sel'skokhozyaistvennykh ugodii Saratovskoi oblasti / V.A. Tarbaev, V.M. Yanyuk, A.A. Dorogobed, Yu.I. Shadau, T.V. Kuznichenkova // Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2020. № 4. S. 37–43.
5. Tarbaev V.A. Otsenka kachestva zemel' Saratovskogo Zavolzh'ya pri vovlechenii neispol'zuemoi pashni v proizvodstvo / V.A. Tarbaev V.A., V.V. Neifel'd, V.M., Yanyuk, P.V. Poryvkinin, M.S. Pavlov // Moskovskii ekonomicheskii zhurnal. № 4. 2024. S. 131–153.
6. Prirodnye senokosy i pastbishcha: uchebnoe posobie / V.A. Borinevich, N.S. Konyushkov, I. V. Larin i dr.; pod red. akad. I.V. Larina. Moskva-Leningrad: Sel'khozizdat. [Leningr. otd-nie], 1963. 549 s.

7. Ob utverzhenii Metodicheskikh ukazanii o gosudarstvennoi kadastrovoi otsenke: prikaz Rosreestra ot 04.08.2021 № P/0336 // Spravochno-pravovaya sistema «Konsul'tant Plyus». URL: <http://www.consultant.ru>

8. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke kachestva i klassifikatsii zemel' po ikh prigodnosti dlya ispol'zovaniya v sel'skom khozyaistve (so spravochnymi materialami) / A.K. Ogleznev, T.A. Kupriyan, T.E. Norkina [i dr.] / FGUP «Roszemkadastr» — VISKhAGI. M., 2003. 169 s.

9. Zubarev P.A., Shakarov O.V. Ratsional'noe ispol'zovanie estestvennykh pastbishch dlya razvitiya ovtsevodstva i myasnogo skotovodstva v polupustynnykh Povolzh'ya // Sostoyanie i problemy ovtsevodstva i kozovodstva: materialy nauch.-prakt. konf. Stavropol': VNIPOK, 2000. S. 59–62.

10. Tarbaev V.A., Yanyuk V.M., Tarasenko P.V. Proektnaya urozhainost' v sisteme otsenki agroproduktov: sposobnosti oroshaemykh zemel' // Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo. 2025. № 1. S. 25–31.

11. Informatsiya o srednikh tsenakh proizvoditelei sel'skokhozyaistvennoi produktsii. <https://www.fedstat.ru/indicator/57693> 2025

12. Spravochnik ekonomista agrarnogo proizvodstva / Pod red. E.F. Zavorotina. Saratov: Saratovskii istochnik, 2015. 384 s.

**Тарбаев Владимир Александрович**, канд. с.-х. наук, зав. кафедрой; **Янюк Вячеслав Михайлович**, доктор с.-х. наук, профессор, кафедра «Землеустройство и кадастры», [tarbaev1@mail.ru](mailto:tarbaev1@mail.ru), (Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия).

УДК 631.674.5; 631.171

DOI: 10.32962/0235-2524-2025-6-38-41

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОРОШЕНИЯ РАССАДНЫХ ТЕПЛИЦ

А.В. ГРУШИН, С.А. ГЖИБОВСКИЙ, А.В. КОЛОМЕЕЦ

**Ключевые слова:** теплица, рассадка, орошение, микродождевание, автоматизация.

**Keywords:** greenhouse, seedlings, irrigation, micro-drip, automation.

**Аннотация.** В статье анализируется текущее состояние и тенденции производства капусты в России, основанные на данных Росстата, а также рассмотрены основные аспекты совершенствования устройства автоматизированной установки для полива рассады капусты при кассетной технологии выращивания в теплице, так как данный способ выращивания позволяет отслеживать прорастание корневой системы в субстрате или почве, обеспечивая равномерное орошение и внесение удобрений. Отмечается, что потребление капусты на душу населения значительно ниже рекомендованных норм, что подчеркивает необходимость увеличения производства для поставки на российские рынки. В результате выполненных работ усовершенствована конструкция тележек с учетом устранения недостатков жесткой конструкции, не позволяющей компенсировать неровности направляющих и боковое смещение от асимметричности точки приложения усилий на перемещение, а также улучшен механизм натяжения питающего шланга и приводного троса, с учетом компенсации температурных деформаций.

**Abstract.** This article analyzes the current state and trends of cabbage production in Russia, based on Rosstat data for [year missing]. It also examines key aspects of improving the design of an automated irrigation system for cabbage seedlings grown in a greenhouse using a cassette cultivation method. This method allows for monitoring the root system's growth in the substrate or soil, ensuring uniform irrigation and fertilization. It is noted that per capita cabbage consumption is significantly lower than recommended standards, highlighting the need to increase production to supply Russian markets. As a result of the work performed, the design of the trolleys was improved, eliminating the shortcomings of the rigid structure, which does not compensate for uneven guides and lateral displacement due to the asymmetry of the application point of the movement forces. The tensioning mechanism of the feed hose and drive cable was also improved, accounting for temperature deformations.

**Введение.** По данным Росстата, в 2023 г. посевные площади капусты всех видов в России в хозяйствах всех категорий составили 76,8 тыс. га, в том числе 46,5 тыс. га в хозяйствах населения (60,5 %) и 30,3 тыс. га в промышленных сельхозпредприятиях (39,5 %).

В 2024 г. сбор капусты всех видов составил 2,3 млн т. На каждого жителя приходится по 15,7 кг в год. Тогда как в 1990 г. производство капусты было на уровне 3 млн т. В отличие от многих других стран в России производство капусты сокращается, причем весьма заметно — около 30,3 % за 10 лет [1].

Из условий медицинских норм потребления на одного человека в год должно приходиться около 40 кг капусты, по другим источникам — от 73 до 110 кг в год.

Из условий того, что большая часть посевных площадей капусты выращивается через рассадку, с забегом в 35...55 дней, возникает необходимость в тепличных площадях для ее производства.

Для выращивания рассады капусты в тепличном хозяйстве важно создание и поддержание постоянного микроклимата, который достигается благодаря соблюдению температурного режима, питания, влажности и освещения.

Температурный режим для рассады капусты — оптимальная температура при прорастании семян от 17 до 20 °С, в вегетационный период, в вегетационный период от 15 до 18 °С. Продолжительное воздействие высоких температур, особенно при отсутствии влаги, может замедлить рост растения. За 12...15 дней до высадки рассады в грунт температуру в теплице снижают до 10...12 °С днем и до 6...8 °С ночью, проветривая помещение. Постепенно температуру выравнивают до уличной, открывая боковые стенки теплицы.

Процент влажности для рассады капусты находится в диапазоне от 80...90 % влажности воздуха. Для поддержания этого диапазона, важно соблюдать частоту проведения поливов. Поливы должны быть равномерными, нельзя допускать пересыхания почвы или, наоборот.

Капуста требовательна к освещению, поэтому ее не рекомендуется выращивать в затененных местах. Для большинства сортов капусты продолжительность светового дня длится от 15 до 16 ч. В этот период рассада активно потребляет необходимые питательные элементы важные для дальнейшего формирования растения [2, 3].

При выращивании кассетной рассады капусты большую роль играет водно-химический баланс, который включает в себя такие параметры как: влажность почвы (субстрата), кислотность (рН), наличие питательных элементов в почве и дезинфекция.