

АГРОЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ ЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ ЮГА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (ЕТР)

Е. А. КОРНЕЕВА,

кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (400062, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 97; тел.: +7 917 840-79-04; e-mail: korneeva.eva@list.ru)

Ключевые слова: эрозия почв, ущерб, стокорегулирующие лесные полосы, природная зона, уклон местности, экономическая оценка, агроэкономическая эффективность.

Достижения мировой науки и техники дают возможность повышать продуктивность склоновых сельскохозяйственных угодий (и в первую очередь пашни) путем различного рода мелиораций, внесения удобрений и т. д. На фоне общей высокой культуры земледелия и значительной базисной урожайности стокорегулирующие лесные полосы (СЛП) также оказывают существенное влияние на повышение валовых сборов сельскохозяйственных культур за счет предупреждения эрозионных процессов и дополнительному задержанию осадков. В данной статье для оценки эффективности противоэрозионной лесомелиорации в современных природно-экономических условиях представлен развернутый анализ динамики базовых агроэкономических показателей при изменении параметров уклона местности, степени смытости почв и биоинженерных особенностей лесонасаждений. Приведены модели расчета зональных (для климатического пояса лесостепь — сухая степь) параметров агроэкономического эффекта — дисконтированного и за срок службы. Установлено, что наиболее значительный размер предотвращенных с помощью лесной мелиорации потерь урожая базовых зерновых культур достигается при уклонах местности 5,1–6,0° на сильноэродированных почвах (3,8–5,4 тыс. руб./га склоновой пашни), дополнительного чистого дохода от продукции растениеводства — при уклонах местности 2,1–3,0° на слабоэродированных почвах (2,6–4,2 тыс. руб./га). Использование скороспелых пород среднегодовой (дисконтированный) эффект увеличивает на 20–26 %. По функциональному сроку службы наибольшую выгоду в лесостепи и степи получают от лесомелиоративного обустройства агроландшафтов системой долговечных насаждений — 70–240 тыс. руб. с 1 га освоенной ими территории. На каштановых почвах сухой степи на 10–14 % эффективно выращивание скороспелых пород. Проведенные исследования позволяют повысить экономическую обоснованность лесомелиоративных мероприятий для выбора оптимального режима облесения склоновой пашни.

AGRO-ECONOMIC SUBSTANTIATION OF EFFICIENCY OF ANTI-EROSION FOREST RECLAMATION ON SLOPING GROUND OF SOUTH EUROPEAN RUSSIA (ETR)

E. A. KORNEYEVA,

candidate of agricultural sciences, research associate, Federal Scientific Center for Agro-Ecology, Integrated Land Reclamation and Protective Forestation of Russian Academy of Sciences

(97 Universitetskii Av., 400062, Volgograd; tel: +7 917 840-79-04; e-mail: korneeva.eva@list.ru)

Keywords: soil erosion, damage, runoff-regulating forest belts, natural zone, locality incline, economic evaluation, agro-economic efficiency.

The achievements of world science and technology provide an opportunity to increase the productivity of sloping agricultural ground (first and foremost arable land) by different kinds of land reclamation, fertilizer, etc. Given the General high culture of farming and a significant basis of productivity runoff-regulating forest belt (SLP) also have a significant impact on improving the gross yield of agricultural crops by preventing erosion processes and further detention of precipitation. In this article to assess the effectiveness of anti-erosion forest reclamation in the current environmental and economic conditions presented a detailed analysis of dynamics of basic agro-economic indicators in the change of locality incline, degree of soil erosion and bioengineering parameters of forests. Given models of calculation of zonal (for climatic zones forest-steppe — dry-steppe) parameters of the discounted and over the life agro-economic effect. It is established that the most significant size of prevented from using the forest reclamation of post-harvest losses of basic grain crops is achieved when the locality incline 5.1–6.0° on highly eroded soils (3.8–5.4 thousand rub./ha of arable ground), additional net income from crop products — at a locality incline 2.1–3.0° on weakly eroded soils (2.6–4.2 thousand rub./ha). Use early maturing breeds are increases the average annual (discounted) the effect on 20–26 %. On the functional durability the greatest benefit in the forest-steppe and steppe receive from agroforestry arrangement of agricultural land system durable plantings — 70–240 thousand rub from 1 ha undeveloped site. On chestnut soils of dry-steppe at 10–14 % is effectively growing early-maturing breeds. The conducted research will improve the economic feasibility of agroforestry interventions to assess the different modes of afforestation of sloping arable land.

Положительная рецензия представлена В. М. Ивановым, заслуженным работником высшей школы РФ, заслуженным деятелем науки и образования (РАЕ), академиком РАЕ, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Волгоградского государственного аграрного университета.

Агрессивная хозяйственная деятельность человека зачастую приводит к непредсказуемым последствиям для локальных экосистем. В стремлении получить прибыль и развить эффективное производство наносится огромный урон окружающей среде, при котором обостряются процессы деградации пахотных земель, ведущие к падению плодородия почв и ежегодному недобору продукции [1]. Наиболее масштабным видом деградации почв на юге европейской территории России является водная эрозия почв. Установлено, что только оврагами полностью выведено из сельскохозяйственного пользования 12–15 млн. га земель [2, 3].

Многолетние исследования, отечественная и зарубежная практика свидетельствуют о том, что защитное лесоразведение является одним из наиболее надежных и долгодействующих средств мелиорации деградированных земель. Наряду с почвозащитными функциями лесополос немаловажное значение имеет их способность предотвращать ущерб от гибели растениеводческой продукции. При этом положительное воздействие систем лесонасаждений возрастает по мере увеличения освоенной ими территории. Так, при правильном размещении лесных полос и защитной лесистости полей севооборотов 1,5–3,0 % смыв почвы снижаются до допустимых пределов, а при 4–8 % водная эрозия блокируется полностью [4]. Величина предотвращаемого стокорегулирующими лесополосами ущерба от потери почвы составляет 9,3–143,2 тыс. руб./га агролесоландшафта в год. За эксплуатационный срок службы семенного поколения древостоя (30–60 лет) на сильноэродированных склоновых землях они имеют противозероэрозийную эффективность в размере 1,2–7,2 млн. руб. на 1 га агролесоландшафта [5]. При этом средняя урожайность зерновых культур увеличивается на 18–23 %, технических — на 20–26 %, кормовых — на 29–41 % [6].

Цель и методика исследований.

Исследования позволяют повысить технологичность и объективность расчета агроэкономической эффективности системы стокорегулирующих лесных полос на склоновых пахотных землях в современных природно-хозяйственных условиях.

Объекты исследований — имитационные модели облесенных севооборотов, построенные с учетом требований действующих нормативов на их создание и достижений науки в области борьбы с водной эрозией почв.

Расчеты выполнены для базовых зерновых культур. В агроэкономический эффект от действия стокорегулирующих лесных полос включали предотвращенные потери чистого дохода (выражаются в виде недобора сельскохозяйственной продукции на смытых площадях) и дополнительный чистый доход

(выражается в виде прибавки урожая на защищенной лесополосами площади).

Предотвращенные потери чистого дохода определяли по шкале снижения урожая на склоновых землях разной степени смытости с вероятностью формирования эрозионноопасного стока.

Дополнительный чистый доход на защищенных лесными полосами склоновых угодьях оценивали с использованием нормативных данных, а также специальной литературы в области агроэкономической оценки противозероэрозийных насаждений [7].

Биоинженерные параметры лесных полос с учетом их пространственного размещения в агроландшафте устанавливали на основании ранее полученных данных [8].

Агроэкономический эффект от влияния системы стокорегулирующих лесных полос на склоновую пашню рассчитан в предельных ценах, установленных Минсельхозом РФ для проведения интервенций на рынке зерна урожая 2017 г. [9].

Результаты исследований.

Расчеты показывают (табл. 1), что денежный эквивалент сокращения потерь урожая в результате прекращения смыва почв (при условии полной защиты агроландшафта) имеет большую величину на сильносмытых почвах (3,8–5,4 тыс. руб./га склоновой пашни), на слабосмытых площадях с уклоном 2,1–3,0° потери менее значительны — в 2,8–3,3 раза меньше. Дополнительный чистый доход от продукции растениеводства, наоборот, с увеличением крутизны склона сокращается (на 30–33 %). Совокупный агроэкономический эффект в расчете на 1 га поля уменьшается с ухудшением лесорастительных условий с 5,4–6,6 тыс. руб. в лесостепи (серые лесные почвы) до 3,3–4,7 тыс. руб. в сухой степи (каштановые почвы). Увеличение крутизны склона с 2,1 до 6,0° вызывает рост эффекта в 1,2–1,4 раза.

Системный анализ пространственного влияния стокорегулирующих лесных полос на агроландшафты с учетом фактора времени свидетельствует о том, что среднегодовой (дисконтированный) агроэкономический эффект находится в строгой зависимости от качества почвенно-климатических условий (природной зоны), уклона территории и биоинженерных особенностей насаждений (табл. 2). Так, при использовании долговечных пород на серых лесных почвах он составляет 3,3–4,0 тыс. руб., на каштановых почвах — 2,0–2,9 тыс. руб./га агролесоландшафта. В системах полос из скороспелых пород эффект на 20–26 % выше, что объясняется более ранним проявлением их защитных функций. Лесомелиоративное обустройство склоновой сильноэродированной пашни (уклон 5,1–6,0°) за счет предотвращения негативных процессов обеспечивает в 1,2–1,5 раза больше агроэкономического эффекта по сравнению со слабоэродированной почвой (уклон 2,1–3,0°).

Таблица 1
Совокупный агроэкономический эффект от стокорегулирующих лесных полос на склоновых землях, тыс. руб./га эродированной пашни

Table 1
Total agro-economic effect of runoff-regulating forest belts on sloping lands, th. rub./ha of erodum arable land

Расчетный показатель <i>Estimated</i>	Серые лесные почвы <i>Gray forest soils</i>	Черноземы выщелоченные <i>Leached Chernozem</i>	Черноземы обыкновенные <i>Ordinary black</i>	Каштановые почвы <i>Chestnut soils</i>
Слабосмытые почвы (крутизна склона 2,1–3,0°) <i>Weakly washed out of the soil (slope 2,1–3,0°)</i>				
Предотвращенные потери чистого дохода, тыс. руб. <i>Prevented loss of net income, th. rub.</i>	1,8	1,6	0,9	0,7
Дополнительный чистый доход, тыс. руб. <i>Additional net income, th. rub.</i>	3,6	3,0	3,7	2,6
Агроэкономический эффект <i>Agro-economic effect</i>	5,4	4,6	4,5	3,3
Среднесмытые почвы (крутизна склона 3,1–5,0°) <i>Medium washed out of the soil (slope 3,1–5,0°)</i>				
Предотвращенные потери чистого дохода, тыс. руб. <i>Prevented loss of net income, th. rub.</i>	3,6	3,3	1,7	1,5
Дополнительный чистый доход, тыс. руб. <i>Additional net income, th. rub.</i>	2,9	2,5	3,0	2,0
Агроэкономический эффект <i>Agro-economic effect</i>	6,5	5,8	4,7	3,5
Сильносмытые почвы (крутизна склона 5,1–6,0°) <i>Highly washed out of the soil (slope 5,1–6,0°)</i>				
Предотвращенные потери чистого дохода, тыс. руб. <i>Prevented loss of net income, th. rub.</i>	5,4	4,9	4,5	3,8
Дополнительный чистый доход, тыс. руб. <i>Additional net income, th. rub.</i>	1,2	1,1	1,3	0,9
Агроэкономический эффект <i>Agro-economic effect</i>	6,6	6,0	5,8	4,7

Таблица 2
Дисконтированный агроэкономический эффект от СЛП на склоновых землях ЕТР, тыс. руб. на 1 га агролесоландшафта

Table 2
Discounted agro-economic effect of SLP on sloping lands ETR, rub th. per 1 ha of agro forest landscape

Почва <i>Soil</i>	Крутизна склона, ° <i>Slope, °</i>		
	2,1–3,0	3,1–5,0	5,1–6,0
	Слабосмытые почвы <i>Weakly washed out of the soil</i>	Среднесмытые почвы <i>Medium washed out of the soil</i>	Сильносмытые почвы <i>Highly washed out of the soil</i>
Скороспелые породы <i>Early-maturing breeds</i>			
Серые лесные почвы <i>Gray forest soils</i>	4,3	5,1	5,2
Черноземы выщелоченные <i>Leached Chernozem</i>	3,7	4,6	4,8
Черноземы обыкновенные <i>Ordinary black</i>	3,5	3,8	4,6
Каштановые почвы <i>Chestnut soils</i>	2,6	2,8	3,8
Долговечные породы <i>Durable breeds</i>			
Серые лесные почвы <i>Gray forest soils</i>	3,3	3,9	4,0
Черноземы выщелоченные <i>Leached Chernozem</i>	2,9	3,6	3,7
Черноземы обыкновенные <i>Ordinary black</i>	2,8	2,9	3,5
Каштановые почвы <i>Chestnut soils</i>	2,0	2,2	2,9

Таблица 3
Зависимость дисконтированного агроэкономического эффекта (у, тыс. руб./га агролесоландшафта) от качества почвенно-климатических условий (х, ГТК) при различных уклонах территории

Table 3
The dependence of the discounted agro-economic effect (y, th. rub/ha of agro forest landscape) the quality of soil and climatic conditions (x, SHR) at different slopes-site

Крутизна склона, ° Slope, °	Уравнение регрессии для скороспелых пород The regression equation for early-maturing breeds	Уравнение регрессии для долговечных пород The regression equation for the durable breeds
2,1–3,0	$y = 3,77x + 0,49$ $R^2 = 0,98$	$Y = 3,14x + 0,16$ $R^2 = 0,97$
3,1–5,0	$y = 5,86x - 0,76$ $R^2 = 0,99$	$Y = 4,40x - 0,48$ $R^2 = 0,98$
5,1–6,0	$y = 3,43x + 1,78$ $R^2 = 0,99$	$Y = 2,71x + 1,29$ $R^2 = 0,99$

Таблица 4
Агроэкономическая эффективность СЛП на склоновых землях юга ЕТР за срок службы древостоя, тыс. руб. на 1 га агролесоландшафта

Table 4
Agro-economic effectiveness of the SLP on sloping lands in the South of ETR over the lifetime of the stand, rub. th. per 1 ha of agro forest landscape

Природная зона Natural zone	Срок службы, лет Service life, years	Крутизна склона, ° Slope, °			
		2,1–3,0	3,1–4,0	4,1–5,0	5,1–6,0
		Слабосмытые почвы Weakly washed out of the soil	Среднесмытые почвы Medium washed out of the soil	Сильносмытые почвы Highly washed out of the soil	
Скороспелые породы Early-maturing breeds					
Лесостепь, серые лесные почвы Forest-steppe, gray forest soils	40	172	204	205	208
Лесостепь, черноземы выщелоченные Forest-steppe, leached Chernozem	40	148	184	185	192
Степь, черноземы обыкновенные Steppe, ordinary black	35	129	133	134	161
Сухая степь, каштановые почвы Dry-steppe, chestnut soils	30	81	84	85	114
Долговечные породы Durable breeds					
Лесостепь, серые лесные почвы Forest-steppe, gray forest soils	60	198	234	236	240
Лесостепь, черноземы выщелоченные Forest-steppe, leached Chernozem	60	174	216	218	222
Степь, черноземы обыкновенные Steppe, ordinary black	50	140	145	147	175
Сухая степь, каштановые почвы Dry-steppe, chestnut soils	35	70	77	79	102

Связь дисконтированного агроэкономического эффекта с почвенно-климатическими условиями хорошо описывают линейные уравнения (табл. 3). Количественным показателем природной зоны принят гидротермический коэффициент (ГТК) — отношение суммы осадков к испарению [10].

Противоэрозионная лесомелиорация за срок службы семенного поколения древостоя (до возобновительной рубки) имеет высокую агроэкономическую эффективность. За счет предотвращения потерь урожая от смыва, а также получения дополнительного дохода от реализации основных зерно-

вых культур, эффект от влияния СЛП на склоновых угодьях равен 70–240 тыс. руб./га агролесоландшафта (табл. 4). В лесостепи и степи использование в качестве главной породы дуба (на слабосмытых почвах) или лиственницы (на средне- и сильносмытых) увеличивает эффект на 8–15 % по сравнению с аналогичными посадками из тополя и березы. В сухой степи, наоборот, наиболее эффективны скороспелые породы (на 10–14 %) за счет более высокой энергии их роста, а также незначительном превышении срока службы у долговечных пород в сухой степи. Агроэкономический эффект за срок службы уменьшается

от лесостепи к сухой степи в 1,8–2,4 раза (долговечные породы) и в 2,3–3,0 раза (скороспелые породы). С ухудшением качества почв и повышением степени их эродированности, в диапазоне от 2,1 до 6,0°, он увеличивается на 17–31 %.

Среднегодовой (Y_1 , в тыс. руб./га агролесоландшафта) и за срок службы (Y_2) агроэкономический эффект, получаемый от лесомелиоративного обустройства склоновой пашни системами стокорегулирующих лесных полос, удовлетворительно аппроксимируют следующие функции:

$$Y_1 = 6,48ГТК + 0,29У_{кл} - 0,05А - 0,77 (R^2 = 98,07 \%),$$

$$Y_2 = 250,71ГТК + 12,37У_{кл} + 1,31А - 163,04 (R^2 = 99,21 \%),$$

где ГТК — гидротермический коэффициент;

Укл — крутизна склона, град;

А — срок службы (долговечность) стокорегулирующих лесных полос, лет.

В рамках этих функций на величину среднего (дисконтированного) эффекта наибольшее влияние оказывают природно-климатические усло-

вия ($r^2 = 64,1 \%$). Уклон местности влияет на эффект меньше ($r^2 = 26,0 \%$). Связь с породным составом древостоя незначительная — $r^2 = 8,0 \%$. Агроэкономический эффект за срок службы древостоя обусловлен указанными факторами, соответственно, на 54,8, 33,3 и 11,1 %.

Выводы.

Представленные расчеты свидетельствуют о том, что системы стокорегулирующих лесных полос во всех сценариях обеспечивают значительный экономический эффект от влияния на урожайность склоновой пашни. Наряду с общей культурой земледелия, уровнем технической оснащенности и организацией сельскохозяйственного производства, несмотря на степень эродированности земель, крутизну склонов и разнообразные почвы, они обеспечивают стабильное сохранение посевов от смыва и значительное увеличение валового сбора урожая зерновых культур без дополнительного расширения посевных площадей.

Литература

1. Строков А. С., Якубович Е. Н., Красильников П. В. Экономико-экологическая оценка изменения землепользования (на примере Карелии) // Экономика региона. 2017. Т. 13. Вып. 2. С. 422–433.
2. Ермолаев О. П. Геоинформационное картографирование эрозии почв в регионе Среднего Поволжья // Почвоведение. 2017. № 1. С. 130–144.
3. Никольская И. И., Прохорова С. Д. Картографическая оценка структуры эрозионной сети Европейской территории России // Геоморфология. 2014. № 2. С. 53–60.
4. Кулик К. Н., Манаенков А. С., Раков А. Ю. и др. Полезащитное лесоразведение: значение, состояние, пути выхода из кризиса // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 1. С. 24–27.
5. Манаенков А. С., Корнеева Е. А. Почвозащитная эффективность лесной мелиорации на склоновых землях юга Европейской территории России // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 1. С. 24–27.
6. Кузьмина Т. С. Агроэкономическая и экологическая эффективность защитных лесных насаждений // Экономика природопользования. 2014. № 3. С. 33–45.
7. Барабанов А. Т. Принципы адаптивно-ландшафтного обустройства территории и разработки почвозащитных систем земледелия // География и природные ресурсы. 2016. № 2. С. 19–26.
8. Манаенков А. С., Корнеева Е. А. Затратность мероприятий по лесной мелиорации пахотных земель на юге России, подверженных ветровой и водной эрозии // Региональная экономика. Юг России. 2015. № 2 (8). С. 69–76.
9. Проект Приказа Министерства сельского хозяйства РФ «Об определении предельных уровней минимальных цен на зерно урожая 2017 г. при проведении государственных закупочных интервенций в 2017–2018 гг.». [Электронный ресурс] // Минсельхоз РФ, 2017. URL : <http://www.garant.ru>.
10. Сажин А. Н., Васильев Ю. И., Чичагов В. П., Ларионов Г. А. Эолийский морфогенез и современный климат Евразии // Геоморфология. 2012. № 3. С. 10.

References

1. Stokov A. S., Yakubovich E. N., Krasilnikov P. V. Economic-environmental assessment of land use changes (on the example of Karelia) // Economy of region. 2017. Vol. 13. Issue. 2. P. 422–433.
2. Yermolaev O. P. GIS mapping of soil erosion in the region of the Middle Volga region // Soil science. 2017. No. 1. P. 130–144.
3. Nikolskaya I. I., Prokhorov S. D. Cartographic evaluation of the structure and erosion of the network of European Russia // Geomorphology. 2014. No. 2. P. 53–60.

4. Kulik K. N., Manayenkov A. S., Rakov A. Ju. et al. Field-protective afforestation: value, status, ways out of crisis // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2012. No. 1. P. 24–27.
5. Manayenkov A. S., Korneyeva Ye. A. Soil protective efficiency of forest amelioration on sloping ground of south European Russia (ETR) // Bulletin of the Russian Agricultural Science. 2016. No. 1. P. 24–27.
6. Kuzmina T. S. Agro-economic and environmental efficiency of protection forests // Environmental Economics. 2014. No. 3. P. 33–45.
7. Barabanov A. T. The principles of adaptive-landscape generation and development of soil protection agricultural system // Geography and natural resources. 2016. No. 2. P. 19–26.
8. Manayenkov A. S., Korneyeva Ye. A. Costly characteristic of measures on forest melioration of plough lands exposed to wind and water erosion in the south of Russia // Regional economy. The South of Russia. 2015. No. 2 (8). P. 69–76.
9. The draft Order of the Ministry of agriculture of the Russian Federation “On establishing the limit levels of minimum prices for grain harvest in 2017 when conducting state purchase interventions in 2017–2018”. [Electronic resource] // Russian Ministry of agriculture, 2017. URL : <http://www.garant.ru>.
10. Sazhin A. N., Vasilyev Y. I., Chichagov V. P., Larionov G. A. Aeolian morphogenesis and recent climate of Eurasia // Geomorphology. 2012. No. 3. P. 10.