

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-399-406>

Экономическое обоснование промышленного производства ресурсосберегающего агрегата для полосовой обработки почвы

И.Л. Воротников¹ , К.П. Колотырин¹ , С.А. Богатырев¹ , Д.Ю. Савон² 

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 410012, Саратов, просп. им. Петра Столыпина, д. 4, стр. 3, Российская Федерация

² Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 119049, Москва, Ленинский просп., д. 4, стр. 1, Российская Федерация

 di199@yandex.ru

Аннотация. Известно, что существующие приемы сплошной плужной обработки почвы связаны с высоким расходом антропогенной энергии на вспашку и с вероятностью проявления в ней деградационных процессов. Альтернативой сплошной вспашке являются системы обработки почвы без инверсии, относящиеся к ресурсосберегающему земледелию. В настоящее время широко используются комбинированные почвообрабатывающие орудия, оснащенные устройствами для внесения удобрений во вспаханные полосы, в которые весной точно по ряду модернизированной сеялкой, оснащенной агронавигатором для точного земледелия, высевают семена определенной, как правило, пропашной культуры, например, подсолнечника или кукурузы. Задачей исследования является предварительное экономическое обоснование целесообразности использования различных видов рабочих органов для рыхления почвы полосным консервационным вспахиванием и необходимости промышленного производства комбинированного агрегата для одновременного с полосовой вспашкой внесения удобрений. Вопросы внедрения современных зарубежных технологий обработки почвы и орудий для их осуществления должны учитывать, прежде всего, эколого-ресурсные условия возделывания пропашных культур в отдельно взятых российских регионах. Особенно это касается технологии полосовой обработки почвы и агрегатов для ее осуществления. То есть дальнейшие исследования должны быть посвящены экономическим составляющим, учитывающим рельеф местности, ландшафтный покров, климатические особенности, состав и тип почвы, мелиоративное состояние земель. Современная ситуация диктует необходимость постепенного замещения импортной почвообрабатывающей техники отечественными разработками, не уступающими по качеству, надежности, производительности и безопасности зарубежным аналогам. Речь идет о замещении и ремонте дорогостоящих комбинированных агрегатов для полосовой вспашки иностранного производства. Предлагается для этих целей использовать более дешевые собственные разработки с учетом природно-климатических особенностей отдельно взятого региона и обладающие технической новизной. В статье использована оригинальная методология так называемого упрощенного экспресс-анализа ключевых экономических показателей, дающая возможность оценить в начале проектирования до изготовления с необходимой точностью экономическую целесообразность совершенствования технических характеристик модернизируемого устройства с использованием ограниченного набора доступных параметрических данных исследуемого образца машины, что в конечном итоге влияет на принятие правильного решения о целесообразности промышленного производства комбинированного почвообрабатывающего орудия.

Ключевые слова: аграрное производство, обработка почвы, вспашка, полосовая обработка, агрегаты, почвообрабатывающие орудия, экономическая целесообразность, экспресс-анализ, ресурсосбережение, промышленное производство

Для цитирования: Воротников И.Л., Колотырин К.П., Богатырев С.А., Савон Д.Ю. Экономическое обоснование промышленного производства ресурсосберегающего агрегата для полосовой обработки почвы. *Экономика промышленности*. 2022;15(4):399–406. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-399-406>

Economic justification of industrial production of a resource-saving unit for strip tillage

I.L. Vorotnikov¹ , K.P. Kolotyryn¹ , S.A. Bogatyrev¹ , D.Yu. Savon² 

¹ Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, 4-3 Petr Stolypin Ave., Saratov 410012, Russian Federation

² National University of Science and Technology MISiS, 4-1 Leninskiy Ave., Moscow 119049, Russian Federation

 di199@yandex.ru

Abstract. It is a well-known fact that the existing methods of continuous plow tillage are associated with high consumption of anthropogenic energy for plowing and with probability of occurrence of degradation in it. The alternative to the continuous plowing is non-inversion tillage systems related to resource-saving agriculture. At present, combined tillage implements are widely used. They are equipped with devices for applying fertilizers to plowed strips, and in spring the seeds of a certain row crop (sunflower or corn, for example) are sown there exactly in line with the upgraded seeder equipped with an agronavigator for precision farming. The task of the study is to make the preliminary economic justification of the expediency of using various implements for soil-loosening by strip conservation plowing and the need for industrial production of a combined unit for simultaneous application of fertilizers and strip plowing. The issues of implementation of modern foreign tillage technology and devices should primarily consider environmental and resource conditions for row crops cultivation in individual Russian regions. This is especially true for the strip tillage technology and the devices for its implementation. Therefore, further studies should be devoted to the economic component considering the terrain, landscape cover, climatic features, composition and type of soil, land reclamation condition. Due to the current situation, it is essential to gradually replace the imported tillage equipment by domestic developments that are not inferior in quality, reliability, performance and safety to foreign analogues. The authors mean the replacement and repair of expensive foreign produced combined units for strip plowing. To this end, it is suggested to use less expensive domestic technologically new products developed with the consideration of natural and climatic peculiarity of an individual region. The authors apply original methodology of the so-called simplified express analysis of key economic indicators. The methodology provides the opportunity to conduct accurate evaluation of the economic expediency of improving technical characteristics of the upgraded device at the beginning of the design before its production by means of a limited number of available parametric data of the machine sample under study. This eventually influences making a correct decision about the expediency of industrial production of a combined tillage device.

Keywords: agricultural production, tillage, plowing, strip tillage, device, tillage device, economic expediency, express analysis, resource-saving, industrial production

For citation: Vorotnikov I.L., Kolotyryn K.P., Bogatyrev S.A., Savon D.Yu. Economic justification of industrial production of a resource-saving unit for strip tillage. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(4):399–406. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-399-406>

一种用于条耕的资源节约型联合机工业生产经济可行性研究

I.L. Vorotnikov¹ , K.P. Kolotyryn¹ , S.A. Bogatyrev¹ , D.Yu. Savon² 

¹ 萨拉托夫国立遗传学、生物技术与工程大学瓦维洛夫命名, 410012, 俄罗斯联邦 萨拉托夫以彼得·斯托雷平命名的大道4-3号

² 国立研究型技术大学MISIS, 119049, 俄罗斯联邦莫斯科市列宁斯基大街4-1号

 di199@yandex.ru

摘要：众所周知，现有的连续犁耕方法可能关系到用于耕作的人为能源消耗高以及土壤的退化过程等问题。连续耕作的替代方法是与资源保护型农业相关的非倒置耕作系统。目前，联合耕作机具被广泛使用，配有向犁过的垄沟施肥的装置，在春季由配备了农业导航装置的现代化播种机播种某种（通常是）行间作物，如向日葵或玉米，进行精确播种。本研究的目的是对使用不同类型的工作部件进行条耕的可行性进行初步的经济论证，以及对工业化生产中需要同时施肥和条耕的联合机组的必要性进行论证。引进国外现代耕作技术和工具时，应该首先考虑到俄罗斯各地区种

植行间作物的环境和资源条件。这对于条耕技术和工具来说尤其如此。也就是说，进一步的研究应该关注经济成本，同时考虑到地形、景观覆盖、气候特征、土壤的组成和类型、土地的改良状态等。目前的形势表明，需要用质量、可靠性、生产能力和安全性等方面不逊色于国外同类产品的国产设备逐步取代进口耕作设备。这里所指的是替代和维修国外生产的用于条耕的昂贵的联合耕作机具。建议为此目的使用更便宜的自主研发产品，同时考虑到特定地区的自然和气候特征以及技术新颖性。本文使用了所谓的关键经济指标简化快速分析的原始方法，这使得在设计到制造初期，能够以必要的准确性来评估改善现代化设备的技术特性的经济可行性。所研究的机械样本的可用参数数据有限，这最终会影响对联合耕作机具工业化生产可行性的正确判断。

关键词: 农业生产, 土壤处理, 耕作, 条耕, 集料, 耕作机具, 经济可行性, 快速分析, 资源节约, 工业化生产

Введение

Для сбережения энергоресурсов необходимо свести к минимуму количество агроприемов, включая число технологических циклов [1; 2]. В этой связи в целях сохранения плодородия почвы эффективнее, вместо традиционного сплошного вспахивания, применять ресурсосберегающую технологию полосной вспашки Strip Tilling с уровнем прибыльности свыше 15 % [3; 4].

Использование в точном земледелии для короткоротационных севооборотов системы Strip-Till благодаря синхронному внесению питательных веществ позволяет повысить почвенное плодородие и обеспечить за счет локального разрыхления в местах произрастания пропашных культур благоприятные условия для развития корневой системы культивируемых растений [5; 6], сохранить нетронутыми междурядья, защищенные пожнивными остатками соломы, свести к минимуму эрозию на склонах, увеличить содержание азота в заданных агрономом слоях пахотного слоя [7–9] и в конечном итоге увеличить плодородие на 15–20 % [10]. Особенно ощутимо (примерно до 30 %) уменьшаются

расходы на комплексные удобрения и пестициды [11; 12].

Прогрессивные технологии возделывания почвы в последнее время стали широко применяться в засушливом левобережье Саратовской области [13], требующие трудозатратной обработки в условиях недостатка влаги, засоренности сорняками, облучения земли прямыми солнечными лучами, сухого климата, неплодородных почв [14].

Результаты сравнительного детерминированного многофакторного анализа эколого-экономических и технических показателей щадящих технологий приведены в **табл. 1**.

Следовательно, полосная почвообработка имеет определенное конкурентное преимущество. Методика рейтинговой оценки технологий возделывания пропашных сельскохозяйственных культур по технико-экономическим и экологическим параметрам приведена в источнике [4]. При оценке эффективности применения элементов новой технологии возделывания сельскохозяйственных культур необходимо предварительно провести укрупненный экономический расчет целесообразности ее применения.

Таблица 1 / Table 1

Оценка почвозащитных мероприятий

Scoring of soil protection measures

Параметр оценки	Баллы, ед.		
	Технология Strip-Till	Классическая чизельная обработка	Минимальное чизелевание
Количество проходов	3	1	2
Степень механизации	3	1	2
Воздействие химических веществ	1	3	2
Количество сельхозмашин	3	1	2
Стоимостные характеристики	1	3	2
Расходы на производство	3	1	2
Косвенные затраты	2	3	1
Доходность	3	2	1
Прибыльность	3	2	1
Суммарная балльная оценка	22	17	15

Методы исследований

Использованный в работе модернизированный упрощенный метод предварительной экономической оценки технической системы, описанный в работе [15], дает возможность получения достоверного конечного результата с применением минимального количества доступных на этапе бизнес-проектирования параметрических данных. При этом ключевыми показателями для оценки экономической целесообразности применения технологии Strip-Till и агрегата для ее осуществления являются: доля снижения энергоемкости процесса основной обработки почвы, уровень расходов на реализацию предлагаемого технического решения, расходы на обслуживающий персонал, а также разница в стоимости почвообрабатывающих орудий и эксплуатационных материалов (рис. 1). В качестве основных методов оценки эффективности мероприятий предлагается использовать метод затраты–выгоды, балансовый метод, метод статистической обработки информации, моделирование экономических процессов.

Технико-экономический анализ

Необходимость проведения экономической оперативной оценки целесообразности проведения работ по созданию новейших отечественных образцов сельскохозяйственной техники для минимальной обработки почвы в условиях возникшего регионального технологического суверенитета, связанного с необходимостью импортозамещения, определяется, прежде всего, снижением энергоемкости процесса полосной вспашки в пределах от 30 до 50 % в сравнении со сплошной обработкой почвы.

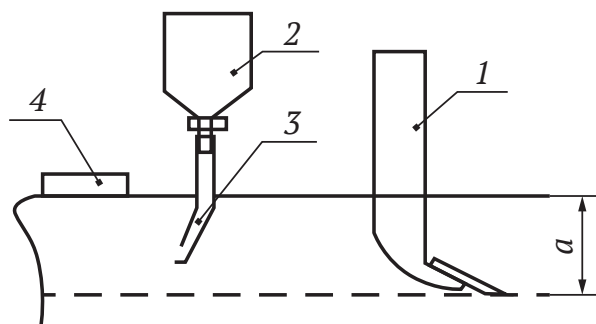


Рис. 1. Принципиальная схема комбинированного почвообрабатывающего агрегата: 1 – чизельный рабочий орган; 2 – бункер для минеральных удобрений; 3 – анкер; 4 – гребнеобразователь; а – глубина вспашки, см

Fig. 1 Schematic diagram of the combined tillage unit: 1 – chisel working body; 2 – bunker for mineral fertilizers; 3 – anchor; 4 – comb former; а – plowing depth (cm)

Технико-экономическая обоснованность применения технологии Strip-Till на пригодных для этого территориях связана, первую очередь, с уменьшением расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в этом направлении [16].

Наиболее приемлемым экономическим критерияльным показателем E является отношение эффективности разработки к затратам на ее промышленное производство:

$$E = \frac{\Xi}{З}, \quad (1)$$

где Ξ – планируемая эффективность, тыс. руб.; $З$ – расходы (затраты) на производство промышленных образцов сельскохозяйственной техники, тыс. руб.

Правильность принятия решения о замене существующей технологии на более прогрессивную зависит от разности критериев, удовлетворяющих неравенству

$$E_2 - E_1 \geq 0, \quad (2)$$

где E_1 комплексно характеризует существующее технико-технологическое решение; E_2 – новую комбинированную обработку.

Исходя из сложившихся в настоящее время непростых условий производства сельскохозяйственной продукции и ограничений с поставками импортной техники для возделывания агрокультур, а также из-за многосторонней хозяйственной деятельности сельхозтоваропроизводителей и предприятий, занятых производством и ремонтом используемой ими техники, следует воспользоваться неравенством

$$\frac{1}{E_2} - \frac{1}{E_1} \leq 0. \quad (3)$$

Суммарные затраты (3) определяются путем сложения производственных затрат ($C_{пр}$) с эксплуатационными ($C_{экс}$) с поправкой на срок службы ($T_{сл}$):

$$З = C_{пр} + C_{экс} \cdot T_{сл}. \quad (4)$$

Производственные расходы $C_{пр}$ определялись с учетом стоимости обрабатывающих почву орудий ($C_{обр.ор}$) и вложений в производство (K):

$$C_{пр} = C_{обр.ор} + K. \quad (5)$$

Так как инновации касаются только проектирования и изготовления принципиально новых почвообрабатывающих орудий и совмещенных с ними устройств для внесения сыпучих удобре-

ний с монтажом их на серийном имеющемся в хозяйстве тракторе [17], то можно с высокой долей вероятности принять $K \approx 0$.

Расходы на эксплуатацию сельскохозяйственной техники ($C_{\text{экс}}$) укрупненно можно подчитать по формуле

$$C_{\text{экс}} = C_{\text{м}} + C_{\text{обсл}} + C_{\text{эн}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{пр}}, \quad (6)$$

где $C_{\text{м}}$ – годовые расходы на комплектные материалы; $C_{\text{обсл}}$ – заработная плата рабочим, занятых обслуживанием техники; $C_{\text{эн}}$ – энергетические затраты; $C_{\text{рем}}$ – ремонтные расходы; $C_{\text{ам}}$ – амортизация; $C_{\text{пр}}$ – расходы на прочие нужды.

Критерий оценки экономической целесообразности, определяемый по формуле (1), приобретает следующий вид:

$$E_1 = \frac{\Delta}{C_{\text{обр.ор}} + T_{\text{сл}}(C_{\text{м}} + C_{\text{обсл}} + C_{\text{эн}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{пр}})}. \quad (7)$$

Можно предположить, что использование новой полосовой технологии обработки почвы повысит экономическую эффективность в $k_{\text{э}}$ раз.

Учитывая возможность возникновения дополнительных расходов на покупку новых унифицированных или оригинальных комплектующих, можно предположить, что конечная цена предлагаемого к промышленному изготовлению устройства – почвообрабатывающего орудия ($C_{\text{обр.ор.нов}}$) – может возрасти в $k_{\text{обр.ор}}$ раз:

$$C_{\text{обр.ор.нов}} = (1 + k_{\text{обр.ор}})C_{\text{обр.ор}}. \quad (8)$$

Предполагается, что изменения коснутся расходов на эксплуатацию техники. Так, расходы на сопутствующие материалы могут увеличиться в $k_{\text{м}}$ раз, на зарплату обслуживающих технику работников – в $k_{\text{обсл}}$ раз, энергетические затраты возрастут – в $k_{\text{эн}}$ раз, на ремонтные мероприятия – в $k_{\text{рем}}$ раз, на амортизацию – в $k_{\text{ам}}$ раз, другие неучтенные расходы возрастут в $k_{\text{пр}}$ раз. Срок службы также может измениться в $k_{\text{сл}}$ раз.

Следовательно, оценочный технико-экономический критерий принятия выгодного и целесообразного с точки зрения запуска в промышленное производство решения можно определить с помощью математического выражения

$$E_2 = \frac{k_{\text{э}} \cdot \Delta}{\left[(1 + k_{\text{обр.ор}})C_{\text{обр.ор}} + k_{\text{сл}}T_{\text{сл}} \times \right.} \quad (9)$$

$$\left. \times (k_{\text{м}}C_{\text{м}} + k_{\text{обсл}}C_{\text{обсл}} + k_{\text{эн}}C_{\text{эн}} + k_{\text{рем}}C_{\text{рем}} + k_{\text{ам}}C_{\text{ам}} + k_{\text{пр}}C_{\text{пр}}) \right]$$

После подстановки E_1 , E_2 в формулу (3) и проведения ряда математических преобразо-

ваний получим окончательное выражение для критериальной экономической оценки целесообразности конструирования, патентования и запуска в промышленное производство инновационного продукта, в нашем случае принципиально нового комбинированного почвообрабатывающего орудия:

$$(1 + k_{\text{обр.ор}} - k_{\text{э}})C_{\text{обр.ор}} + T_{\text{сл}}[(k_{\text{сл}} \cdot k_{\text{м}} - k_{\text{э}})C_{\text{м}} + (k_{\text{сл}} \cdot k_{\text{обсл}} - k_{\text{э}})C_{\text{обсл}} + (k_{\text{сл}} \cdot k_{\text{эн}} - k_{\text{э}})C_{\text{эн}} + (k_{\text{сл}} \cdot k_{\text{рем}} - k_{\text{э}})C_{\text{рем}} + (k_{\text{сл}} \cdot k_{\text{ам}} - k_{\text{э}})C_{\text{ам}} + (k_{\text{сл}} \cdot k_{\text{пр}} - k_{\text{э}})C_{\text{пр}}] \leq 0. \quad (10)$$

В сложившихся условиях повышения урожайности в среднем от 15 до 20 % [18] можно принять значение коэффициента эффективности равным $k_{\text{э}} = 1,2$.

В существующих условиях требуется полная замена морально устаревшей техники на новую, поэтому принимаем $k_{\text{обр.ор}} = 1$. Так как расходы на эксплуатацию техники остались прежними, помимо уменьшения расходов на горюче-смазочные материалы на 53 % в сравнении со сплошной вспашкой, то принимаем $k_{\text{эн}} = 0,53$ и $k_{\text{м}} = k_{\text{обсл}} = k_{\text{рем}} = k_{\text{ам}} = k_{\text{пр}} = 1$. Коэффициент, учитывающий изменение сроков службы техники, принимаем равным $k_{\text{сл}} = 1$.

Преобразовав математическое выражение (10) после подстановки в него численных значений $k_{\text{э}} = 1,2$; $k_{\text{обр.ор}} = 1$; $k_{\text{эн}} = 0,53$, получаем формулу

$$-0,2C_{\text{обр.ор}} + T_{\text{сл}}[-0,2C_{\text{м}} - 0,2C_{\text{обсл}} - 0,67C_{\text{эн}} - 0,2C_{\text{рем}} - 0,2C_{\text{ам}} - 0,2C_{\text{пр}}] \leq 0. \quad (11)$$

Численное значение ключевого показателя долговечности исследуемого орудия ($T_{\text{сл}}$) – срока службы – выбираем из источников [19; 20] и назначаем равным 6 лет.

Следуя предположению, что расходы на эксплуатацию комбинированного почвообрабатывающего орудия будут не более 15 % от стоимости его изготовления, можно считать, что $C_{\text{экс}} \approx 0,15 C_{\text{обр.ор}}$.

Следовательно,

$$-0,2C_{\text{обр.ор}} - 8 \cdot 0,15C_{\text{обр.ор}} < 0, \quad (12)$$

также

$$-1,4C_{\text{обр.ор}} < 0. \quad (13)$$

Так как цена исследуемого устройства не может иметь численного значения меньше нуля, то формулу (11) можно применять для произвольно взятого значения $C_{\text{обр.ор}}$.

Заключение

Результаты данного исследования демонстрируют экономическую целесообразность применения при возделывании пропашных культур технологии и орудия, обеспечивающие обработку почвы не по всей площади поля с одновременным внесением во вспаханную полосу гранулированных минеральных удобрений. Доказанное проведенными экономическими расчетами предположение подтверждается результатами эксплуатационных испытаний, согласно

которым технология Strip-Till и устройство для ее осуществления позволят не только сократить затраты на горюче-смазочные материалы, но и будут способствовать улучшению состояния почвы, создадут пространство для оптимального развития корневой системы растения и в конечном итоге повысят урожайность. Промышленное производство агрегатов для полосовой обработки почвы целесообразно наладить на отечественных предприятиях сельскохозяйственного машиностроения.

Список литературы

1. Бакиров Ф.Г. Эффективность ресурсосберегающих систем обработки черноземов степной зоны Южного Урала: автореф. д-ра с.-х. наук. Оренбург; 2008. 48 с.
2. Воротников И.Л. Организационно-экономические основы формирования и развития ресурсосберегающего уклада АПК: дисс. ... д-ра экон. наук. Саратов; 2006. 382 с.
3. Бойков В.М., Воротников И.Л., Нарушев В.Б., Старцев С.В. Обоснование целесообразности использования полосовой (Strip-till) обработки почвы в условиях степного Поволжья. *Аграрный научный журнал*. 2019;(10):99–104. <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i10pp99-104>
4. Борисенко И.Б., Мезникова М.В. Технология Strip-till в современных экономических условиях. В сб.: *Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 30-летию системы сухого земледелия Волгоградской области «Научно обоснованные системы сухого земледелия в современных условиях»*. 17 мая 2016 г., Волгоград. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ; 2016. С. 70–74.
5. DeJong-Hughes J., Vetsch J. On-farm comparison of conservation tillage systems for corn following soybeans. *University of Minnesota Extension Publication. Bulletin 08483*; 2007. 15 p.
6. Olson B.L.S., Falk J., Aiken R. Sunflower yield as affected by strip-till. In: *Proc. 28th Sunflower Research Workshop. National Sunflower Association, Fargo, ND, 11–12 January 2007*.
7. Endres G., Hendrickson P. Row crop performance with tillage systems and placement of fertilizer. In: *A report of agricultural research and extension in Central North Dakota. Carrington Research Extension Center. USA: North Dakota State University*; 2009. Vol. 50. P. 7–8.
8. Faaborg R., Wente C., De Jong-Hughes J.M., Reicosky D.C. A comparison of soil CO₂ emissions following moldboard plowing, disk ripping and strip tilling. *USDA-ARS research update*. 2005.
9. Overstreet L.F., Franzen D., Cattanaach N.R., Gegner S. Strip-tillage in sugarbeet rotations. In: *Sugarbeet Research and Extension Reports. USA: NDSU Extension*; 2007. Vol. 38.
10. Шабаетов А.И. Адаптивно-экологические системы земледелия в агроландшафтах Поволжья. Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова; 2003. 284 с.
11. Сафиулин М. Опыт США: технология полосовой обработки. *Ресурсосберегающее земледелие*. 2011;(2):17–19.
12. Родионова И.А., Колотырин К.П., Калашникова С.П. Управление инновационными проектами в АПК. Саратов: АПСИП «Приволжская книжная палата»; 2021. 96 с.
13. Огрызков Е.П., Огрызков В.Е., Кобяков И.А. Экологический аспект работы лаповых глубоких-рыхлителей. *Техника в сельском хозяйстве*. 1993;(5):18–20.
14. Тиссен Р.У. Обоснование технологии полосовой обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур: автореф. дис. канд. техн. наук. Барнаул; 2017. 24 с.
15. Макаренко С.И. Техничко-экономический анализ целесообразности внедрения новых технологических решений. *Системы управления, связи и безопасности*. 2016;(1):278–287. <https://doi.org/10.24411/2410-9916-2016-10112>
16. Богатырев С.А. Разработка общей модели формирования теоретических основ восстановления деталей. *Научная мысль*. 2015;(3):320–322.
17. Жук А.Ф., Шубин А.В. Эффективность комбинированных почвообрабатывающих агрегатов АПК-6 и АПК-3. *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2010;(5):18–20.
18. Бойков В.М., Воротников И.Л., Старцев С.В., Башмаков И.А. Технологические направления снижения энергоемкости процесса основной обработки почвы. *Аграрный научный журнал*. 2019;(11):86–88. <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i11pp86-88>
19. Бойков В.М. Механико-технологическое обоснование эффективных способов и технических средств основной обработки почвы: дисс. ... д-ра техн. наук. Саратов; 1998. 370 с.
20. Доценко А.Е. Совершенствование технологического процесса глубокой обработки почвы за счет разработки комбинированного рабочего органа: дисс. ... канд. техн. наук. Волгоград; 2017. 166 с.

References

1. Bakirov F.G. Efficiency of resource-saving systems for processing chernozems in the steppe zone of the Southern Urals. Summary Diss. Dr. Sci. (Agricul.). Orenburg; 2008. 48 p. (In Russ.)
2. Vorotnikov I.L. Organizational and economic foundations for the formation and development of a resource-saving way of the agro-industrial complex. Diss. Dr. Sci. (Econ.). Saratov; 2006. 382 p. (In Russ.)
3. Boykov V.M., Vorotnikov I.L., Narushev V.B., Startsev S.V. Substantiation of expediency of use of Strip-till soil treatment in steppe Volga region. *The Agrarian Scientific Journal*. 2019;(10):99–104. <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i10pp99-104>
4. Borisenko I.B., Meznikova M.V. Strip-till technology in modern economic conditions. In: *Proceed. of the Inter. scient.-pract. conf. dedicated to the 30th anniversary of the system of dry farming in the Volgograd region "Scientifically based systems of dry farming in modern conditions". May 17, 2016, Volgograd*. Volgograd: FSBEI HE Volgograd SAU; 2016. P. 70–74. (In Russ.)
5. DeJong-Hughes J., Vetsch J. On-farm comparison of conservation tillage systems for corn following soybeans. *University of Minnesota Extension Publication. Bulletin 08483*; 2007. 15 p.
6. Olson B.L.S., Falk J., Aiken R. Sunflower yield as affected by strip-till. In: *Proc. 28th Sunflower Research Workshop. National Sunflower Association, Fargo, ND, January 11–12, 2007*.
7. Endres G., Hendrickson P. Row crop performance with tillage systems and placement of fertilizer. In: *A report of agricultural research and extension in Central North Dakota. Carrington Research Extension Center*. USA: North Dakota State University; 2009. Vol. 50. P. 7–8.
8. Faaborg R., Wente C., De Jong-Hughes J.M., Reicosky D.C. A comparison of soil CO₂ emissions following moldboard plowing, disk ripping and strip tilling. USDA-ARS research update. 2005.
9. Overstreet L.F., Franzen D., Cattanach N.R., Gegner S. Strip-tillage in sugarbeet rotations. In: *Sugarbeet Research and Extension Reports*. USA: NDSU Extension; 2007. Vol. 38.
10. Shabaev A.I. Adaptive-ecological farming systems in agrolandscapes of the Volga region. Saratov: Saratov State Vavilov Agrarian University; 2003. 284 p. (In Russ.)
11. Safiulin M. US experience: strip processing technology. *Resursoberegayushchee zemledelie*. 2011;(2):17–19. (In Russ.)
12. Rodionova I.A., Kolotyryn K.P., Kalashnikova S.P. Management of innovative projects in the agro-industrial complex. Saratov: APSIP "Privolzhskaya knizhnaya palata"; 2021. 96 p. (In Russ.)
13. Ogyzkov E.P., Ogryzkov V.E., Kobayakov I.A. Ecological aspect of the operation of the hoe subsoilers. *Tekhnika v sel'skom khozyaistve*. 1993;(5):18–20. (In Russ.)
14. Thyssen R.U. Substantiation of the technology of strip tillage in the cultivation of agricultural crops. Summary Diss. Cand. Sci. (Eng.). Barnaul; 2017. 24 p. (In Russ.)
15. Makarenko S.I. Technical and economic assessment for new technologies which realize at technical systems. *Systems of Control, Communication and Security*. 2016;(1):278–287. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2410-9916-2016-10112>
16. Bogatyrev S.A. Development of the general model of forming the theoretic foundations of parts restoration. *Nauchnaya mysl'*. 2015;(3):320–322. (In Russ.)
17. Zhuk A.F., Shubin A.V. Efficiency of combined soil-cultivating aggregates APK-6 and APK-3. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2010;(5):18–20. (In Russ.)
18. Boikov V.M., Vorotnikov I.L., Startsev S.V., Bashmakov I.A. Technological directions for reducing the energy intensity of the main tillage process. *The Agrarian Scientific Journal*. 2019;(11):86–88. (In Russ.). <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i11pp86-88>
19. Boikov V.M. Mechanical and technological substantiation of effective methods and technical means of basic tillage. Diss. ... Dr. Sci. (Eng.). Saratov; 1998. 370 p. (In Russ.)
20. Dotsenko A.E. Improvement of the technological process of deep tillage through the development of a combined working body. Diss. ... Cand. Sci. (Eng.). Volgograd; 2017. 166 p. (In Russ.)

Информация об авторах

Воротников Игорь Леонидович – д-р экон. наук, профессор кафедры проектного менеджмента и внешнеэкономической деятельности, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И.Вавилова, 410012, Саратов, просп. им. Петра Столыпина, д. 4, стр.3, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3631-8275>; e-mail: nir@sgau.ru

Information about authors

Igor L. Vorotnikov – Dr.Sci. (Econ.), Professor of the Project Management and Foreign Economic Activity in Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, 4 / 3 Petra Stolypina Ave., Saratov 410012, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3631-8275>; e-mail: nir@sgau.ru

Колотырин Константин Павлович – д-р экон. наук, профессор кафедры проектного менеджмента и внешнеэкономической деятельности, АПК Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова, 410012, Саратов, Театральная пл., д. 1, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9259-0666>; e-mail: kpk75@mail.ru

Богатырев Сергей Аркадьевич – д-р техн. наук, профессор кафедры проектного менеджмента и внешнеэкономической деятельности, АПК Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова, 410012, Саратов, Театральная пл., д. 1, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4212-9948>; e-mail: tettet@inbox.ru

Савон Диана Юрьевна – д-р экон. наук, профессор кафедры промышленного менеджмента, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 119049, Москва, Ленинский просп., д. 4, стр. 1, Российская Федерация; e-mail: di199@yandex.ru

Konstantin P. Kolotyryn – Dr.Sci. (Econ.), Professor of the Project Management and Foreign Economic Activity in Agro-Industrial Complex, Vavilov Saratov State Agrarian University, 1 Teatralnaya Sq., Saratov 410012, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9259-0666>; e-mail: kpk75@mail.ru

Sergey A. Bogatyrev – Dr.Sci. (Eng.), Professor of the Project Management and Foreign Economic Activity in Agro-Industrial Complex, Vavilov Saratov State Agrarian University, 1 Teatralnaya Sq., Saratov 410012, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4212-9948>; e-mail: tettet@inbox.ru

Diana Yu. Savon – Dr.Sci. (Econ.), Professor of the Department of Industrial Management, National University of Science and Technology MISiS, 4-1 Leninskiy Ave., Moscow 119049, Russian Federation; e-mail: di199@yandex.ru

Поступила в редакцию **14.10.2022**; поступила после доработки **05.12.2022**; принята к публикации **12.12.2022**
Received **14.10.2022**; Revised **05.12.2022**; Accepted **12.12.2022**