

ОБОСНОВАНИЕ ПРИЁМОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Николай Васильевич Алдошин¹
Александр Сергеевич Васильев²
Вячеслав Викторович Голубев²

¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

²Тверская государственная сельскохозяйственная академия

Представлены результаты изучения влияния различных приёмов основной обработки (двукратное перекрёстное дискование тяжёлой дисковой бороной БПДТ-3-01 на глубину 18–20 см; однократное дискование тяжёлой дисковой бороной БДТ-3 на глубину 8–10 см с последующей отвальной вспашкой лемешным навесным плугом ПЛН-3-35 на глубину 20–22 см; однократное дискование тяжёлой дисковой бороной БДТ-3 на глубину 8–10 см с последующей отвальной вспашкой плугом с экспериментальными корпусами по патенту РФ на полезную модель 130773 на глубину 20–22 см) на агрофизические и технологические свойства дерново-подзолистой почвы при освоении средневозрастных залежей. Комплексные исследования проводились в 2015–2017 гг. сотрудниками Тверской ГСХА на опытном поле, находящемся в интенсивном использовании более 60 лет (в течение всего этого периода на нём возделывались полевые культуры). Для исследований были подобраны участки, выведенные из оборота за 7–8 лет до начала проведения опытов. Выявлено, что использование для основной обработки почвы залежных земель плуга с экспериментальными корпусами, в сравнении с другими почвообрабатывающими орудиями, позволяет значительно улучшить физико-механические свойства и структурно-агрегатный состав почвы, уменьшить количество всходов сорных растений при последующем посеве сельскохозяйственных культур. Так, доля агрономически ценной фракции в среднем за годы исследований составляла 70,3%, коэффициент структурности – 2,37 ед., водопрочность – 39,8%, плотность почвы – 1,27 г/см², численность сеgetальных растений – 107,2 шт./м². При этом следует отметить снижение энергоёмкости технологического процесса за счёт уменьшения тягового сопротивления корпуса плуга и расхода топлива. Суммарное улучшение обозначенных параметров способствует сокращению сроков эффективного освоения залежных земель и полноценному вводу их в эксплуатацию.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: приёмы обработки почвы, дискование, отвальная вспашка, агрофизические и технологические показатели, засорённость.

JUSTIFICATION OF TILLAGE METHODS IN THE DEVELOPMENT OF FALLOW LANDS

Nikolay V. Aldoshin¹
Alexander S. Vasiliev²
Vyacheslav V. Golubev²

¹Russian Timiryazev State Agrarian University

²Tver State Agricultural Academy

The authors present the results of studying the influence of such basic tillage methods as double cross disk plowing with the BPDT-3-01 heavy disk harrow to a depth of 18–20 cm, single disk plowing with the BDT-3 heavy disk harrow to a depth of 8–10 cm followed by moldboard plowing to a depth of 20–22 cm with the PLN-3-35 share mounted plough, single disk plowing with the BDT-3 heavy disk harrow to a depth of 8–10 cm followed by moldboard plowing to a depth of 20–22 cm with a plough equipped with experimental bottoms manufactured under utility model patent 130773 on the agrophysical and technological properties of sod-podzolic soil in the development of middle-aged fallow lands. Comprehensive research was conducted in 2015–2017 by the workers of Tver State Agricultural Academy in the experimental field that has been in intensive use for more than 60 years. During the whole period field crops were cultivated on it. For research the authors selected several plots that haven't been used for 7–8 years before the start of the experiment. It was revealed that the use for primary tillage of fallow land of a plough equipped with experimental bottoms can significantly improve soil structural-aggregate composition and physico-mechanical properties, reduce soil density and the number of seedlings of weeds in the subsequent plantings of crops as compared to the other technical means. Thus, the share of agronomically valuable fraction was 70.3% on average for the period of research, soil pedality coefficient was 2.37, soil water stability was 39.8%, the value of soil density was 1.27 g per cm², and the quantity of segetal plants was 107.2 pcs per m². Herewith, it should be noted that the

energy requirement reduces due to a decrease in the plowing resistance of the plough and fuel consumption. Overall improvement of the indicated performance characteristics makes it possible to shorten the time of effective development of fallow lands and bring these fields into productive service.

KEYWORDS: methods of tillage, disk plowing, moldboard plowing, agrophysical and technological properties, weed infestation of crops.

Введение
Российская Федерация обладает исключительными запасами земельных ресурсов, позволяющими при разумном использовании не только обеспечить собственную продовольственную безопасность, но и удовлетворить экспортные запросы мирового рынка сельскохозяйственного сырья и продукции [7, 8, 10]. Вместе с этим последние десятилетия функционирования отечественного сельскохозяйственного производства характеризовались значительным сокращением земель сельскохозяйственного назначения. Так, только за период с 1990 по 2013 г. размер сельскохозяйственных угодий сократился на 23 млн га, в том числе: пашня – на 16 млн га, посевная площадь – на 41 млн га [11, 13]. В последующие годы ежегодный объём выбытия земель из оборота несколько снизился, но по-прежнему в отдельных регионах остаётся высоким. Не стала исключением и Тверская область, являющаяся одним из крупнейших регионов Центрального Нечерноземья, где сформировался значительный банк залежных земель, составляющий, по данным регионального Минсельхоза (на 01.01.2018 г.), более 400 тыс. га, или 15,5% от всего фонда сельскохозяйственных угодий.

В структуре залежных земель Тверской области преобладают, как правило, средневозрастные залежи (4–12 лет) и старовозрастные (старше 12 лет), на которые приходится более 80% [5, 9]. Разработка действенной технологии освоения таких земель в России в целом и в Тверской области, в частности, является важной экономической и ресурсообусловленной задачей, стоящей перед аграрной наукой [11, 14, 15].

Особое значение при этом имеют различные приёмы обработки почвы и способы их технического обеспечения, позволяющие регулировать качество и сроки подготовки почв к размещению необходимых сельскохозяйственных культур [3, 6, 12]. Несмотря на наличие отдельных работ, посвящённых разработке технологий и средств механизации освоения залежных земель, многие аспекты эффективного ввода залежей в эксплуатацию остаются слабоизученными, что требует проведения специальных исследований.

Целью представленных исследований являлось изучение влияния различных приёмов и средств механизации основной обработки на агрофизические и технологические свойства дерново-подзолистой почвы при освоении средневозрастных залежей.

Методика исследований

Комплексные исследования проводились на опытном поле Тверской государственной сельскохозяйственной академии в 2015–2017 гг. Почва опытного поля находится в интенсивном использовании более 60 лет, в течение всего этого периода на ней возделывались полевые культуры. Освоение сопровождалось внесением органических удобрений – навоза и торфяных компостов. За ротацию севооборотов их применяли 1–2 раза из расчёта 5–7 т/га в год, преимущественно под пропашные культуры (картофель, корнеплоды). Примерно за 27–28 лет до закладки опыта на всем массиве было проведено фосфоритование с дозой внесения 1,5 т/га фосфоритной муки, что объясняет высокое содержание доступных форм фосфора и калия в супесчаных почвах, имеющих низкую ёмкость поглощения.

Согласно классификации почва – дерново-среднеподзолистая освоенная глееватая супесчаная на флювиогляциальных отложениях, подстилаемых мореной, имеет следующие характеристики:

- $pH_{KCl} = 5,9$;
- обеспеченность подвижным фосфором – высокая (250 мг/кг);
- обеспеченность обменным калием – средняя (100 мг/кг почвы);
- содержание гумуса в перегнойном горизонте – 2,1%.

Для исследований были подобраны участки средневозрастной залежи, то есть участки, выведенные из оборота за 7–8 лет до начала проведения опытов.

Растительность была представлена преимущественно пыреем ползучим, мятликом обыкновенным, луговиком дернистым, бодяком полевым, полынью обыкновенной, ежовником обыкновенным, ромашкой непахучей, васильком синим, тысячелистником обыкновенным. Также в краевых зонах встречались отдельные растения борщевика Сосновского.

Повторность опыта трёхкратная, размер делянки составлял 450 м². Делянки опыта располагались методом рандомизации. Опытная культура в первый год освоения – овёс сорта Конкур.

Схема опыта включала следующие варианты обработок почвы:

1) двукратное перекрёстное дискование тяжёлой дисковой бороной БПДТ-3-01 на глубину 18–20 см;

2) однократное дискование тяжёлой дисковой бороной БДТ-3 на глубину 8–10 см с последующей отвальной вспашкой лемешным навесным плугом ПЛН-3-35 на глубину 20–22 см;

3) однократное дискование тяжёлой дисковой бороной БДТ-3 на глубину 8–10 см с последующей отвальной вспашкой плугом с экспериментальными корпусами (патент РФ на полезную модель 130773) на глубину 20–22 см.

Для исследований, наряду с традиционными почвообрабатывающими агрегатами, использовался экспериментальный корпус плуга, представленный на рисунке 1 [4].

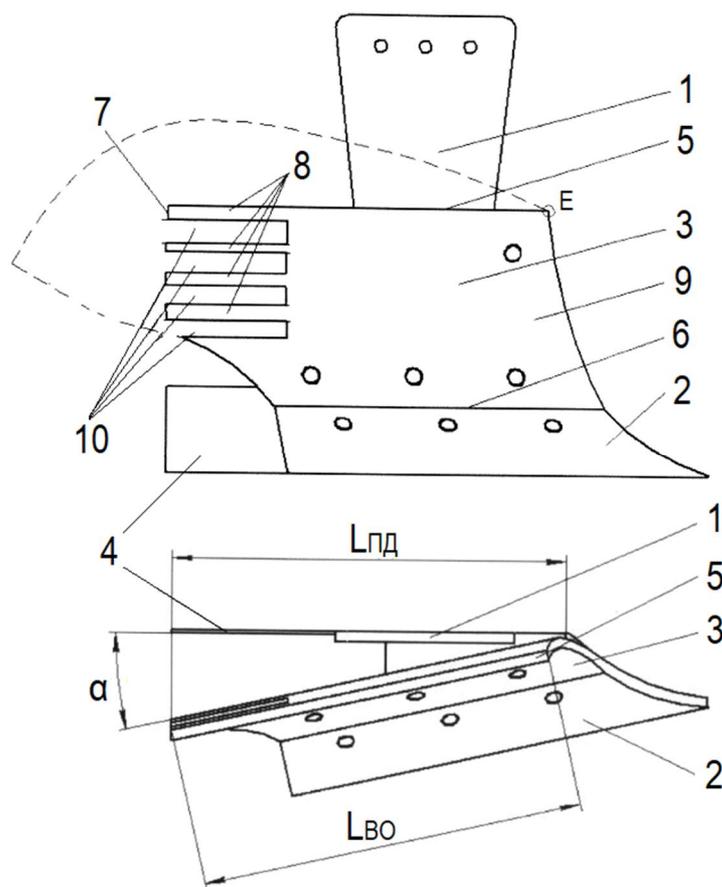


Рис. 1. Экспериментальный корпус плуга в двумерной проекции: 1 – стойка; 2 – лемех; 3 – отвал; 4 – полевая доска; 5 – верхний обрез; 6 – нижний обрез; 7 – кромка рабочей поверхности; 8 – полосы; 9 – грудь отвала; 10 – прямоугольные вырезы; L_{во} – длина верхнего обреза отвала; L_{пд} – длина полевой доски

Разработанный корпус плуга отличается тем, что рабочая поверхность отвала выполнена в виде полос, образованных в результате создания прямоугольных вырезов одинаковой глубины на рабочей поверхности отвала, причём каждый последующий к верхнему обрезу отвала вырез имеет ширину большую, чем предшествующий, а расстояние между вырезами уменьшается по мере приближения к верхнему обрезу отвала. При этом длина верхнего обреза отвала и длина полевой доски связаны соотношением

$$\cos \alpha = L_{\text{ПД}} / L_{\text{ВО}},$$

где α – угол резания, град;

$L_{\text{ПД}}$ и $L_{\text{ВО}}$ – соответственно длина полевой доски и длина верхнего обреза отвала, м.

Благодаря такой конструкции рабочей поверхности отвала у почвенного пласта, проходящего по отвалу в зоне вырезов, нет опорной поверхности, что способствует созданию напряжений и разрывающих сил внутри пласта, которые обеспечивают увеличение интенсивности крошения почвы за счёт частичного прохода обрабатываемого материала в вырезы и степени крошения верхнего слоя почвы.

Представленная конструкция отвала корпуса плуга обеспечивает выполнение технологического процесса обработки почвы по классической схеме работы плуга при свально-развальной вспашке с частичным оборотом пласта почвы, что создаёт небольшое тяговое сопротивление корпуса плуга, чему способствует более низкая металлоёмкость рабочего органа.

Для изучения агрофизических и технологических параметров почвы применяли хорошо апробированные методики [1]:

- плотность почвы определяли объёмно-весовым методом с использованием цилиндра;
- влажность почвы – термостатно-весовым методом;
- строение пахотного слоя – методом насыщения почвы в цилиндрах;
- структурно-агрегатный состав почвы – методом Н.И. Саввинова;
- водопрочность структурных агрегатов – на приборе И.М. Бакшеева;
- твёрдость почвы – твёрдомером И.Ф. Голубева;
- засорённость посевов – количественно-весовым методом, путём наложения рамки $0,25 \text{ м}^2$ и подсчёта сорняков с последующим взвешиванием.

Математическая обработка результатов исследований выполнялась по методике Б.А. Доспехова [2].

Результаты и их обсуждение

Основной задачей обработки почвы является создание оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных растений, что определяется благоприятным сочетанием характеристик почвы. Наиболее важной формой почвенной влаги является капиллярная, поступающая сначала в зону семенного ложа, а затем и в зону развития корневой системы за счёт менисковых капиллярных сил. Разрушение рабочими органами сельскохозяйственных машин капилляров почвы ухудшает обеспеченность корневой зоны влагой и в условиях высокой пестроты агроклиматических условий способствует снижению общей потенциальной продуктивности агрофитоценозов. В связи с этим при обосновании параметров работы новых почвообрабатывающих машин обязательно следует принимать во внимание показатели влажности почвы. Так, результаты анализа влияния разных приёмов обработки на послойную влажность почвы в наших опытах свидетельствуют о наличии преимуществ использования плуга с экспериментальными корпусами (рис. 2). При реализации предложенного способа обработки почвы капиллярная структура почвы повреждается в меньшей степени и, как следствие, быстрее восстанавливается.

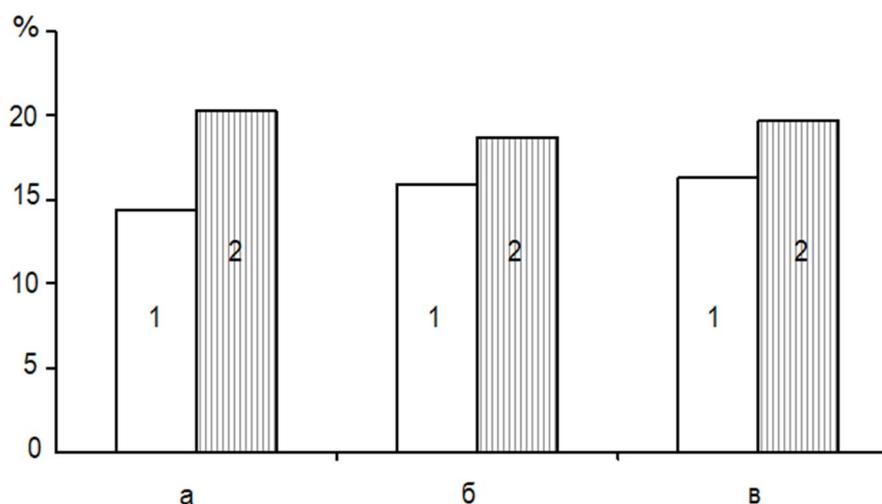


Рис. 2. Влияние приёмов обработки на влажность почвы (через 14 дней после обработки):
 а – двукратное перекрёстное дискование (борона БПДТ-3-01);
 б – однократное дискование (борона БДТ-3) + отвальная вспашка (плуг ПЛН-3-35 стандартный);
 в – однократное дискование (борона БДТ-3) + отвальная вспашка (плуг с экспериментальными корпусами); 1 – слой 0–10 см; 2 – слой 10–20 см

Наибольшее снижение влажности слоя почвы 0–10 см и наименьшее слоя 10–20 см отмечено при двукратном дисковании, что объясняется интенсивным разрушением верхнего слоя без его пространственного перемещения.

Оптимизация водного режима почвы наряду с созданием рыхло-комковатой структуры при качественных приёмах обработки обеспечивает увеличение доли агрономически ценной фракции (0,25–10 мм) и количества водопрочных агрегатов. Так, сравнительная оценка различных почвообрабатывающих орудий показала, что наилучшая степень крошения почвы достигалась при использовании плуга с экспериментальными корпусами, обеспечивающими полуоборот почвенного пласта с интенсивным разрушением его верхней части обрезной частью отвала (табл. 1). Доля агрономически ценной фракции при применении указанного орудия достигала в среднем за годы исследований 70,3% с коэффициентом структурности 2,37 ед. и водопрочностью 39,8%. Повышение коэффициента структурности почвы привело к снижению плотности сложения (с 1,36 до 1,27 г/см²), что положительно сказалось на дренажных свойствах почвы. Наименьшее положительное влияние на структурно-агрегатный состав почвы оказало дискование вследствие разноинтенсивного воздействия на почвенные слои пахотного горизонта.

Таблица 1. Влияние приёмов обработки на структурно-агрегатный состав и плотность сложения пахотного горизонта дерново-подзолистой почвы

Приёмы основной обработки почвы	Агрономически ценная фракция, %	Коэффициент структурности, ед.	Водопрочность, %	Плотность, г/см ²
Двукратное перекрёстное дискование (борона БПДТ-3-01)	65,1	1,87	37,0	1,36
Однократное дискование (борона БДТ-3) + отвальная вспашка (плуг ПЛН-3-35 стандартный)	68,2	2,14	38,9	1,31
Однократное дискование (борона БДТ-3) + отвальная вспашка (плуг с экспериментальными корпусами)	70,3	2,37	39,8	1,27
НСР ₀₅	1,2	0,11	0,6	0,02

Изменение структурно-агрегатного состава почвы оказало влияние и на её строение (табл. 2). Так, наибольшие значения капиллярной (32,8%) и общей (46,9%) пористости выявлены при применении однократного дискования и отвальной вспашки плугом с экспериментальными корпусами, а некапиллярной (15,6%) – при использовании однократного дискования и отвальной вспашки стандартным лемешным плугом. Улучшение капиллярной пористости определяет степень насыщения почвы влагой и её аэрацию. Наилучшие показатели влагообеспеченности были отмечены при использовании экспериментальных рабочих органов.

Таблица 2. Влияние приёмов обработки на строение пахотного горизонта дерново-подзолистой почвы

Приёмы основной обработки почвы	Пористость, %			Степень насыщения, %	Степень аэрации, %
	общая	капиллярная	некапиллярная		
Двукратное перекрёстное дискование (борона БПДТ-3-01)	41,6	28,6	13,0	60,3	39,7
Однократное дискование (борона БДТ-3) + отвальная вспашка (плуг ПЛН-3-35 стандартный)	45,5	29,9	15,6	62,1	7,9
Однократное дискование (борона БДТ-3) + отвальная вспашка (плуг с экспериментальными корпусами)	46,9	32,8	14,1	63,0	37,0
НСП ₀₅	0,9	0,8	0,6	0,5	0,7

При исследовании приёмов обработки почвы важно изучить её способность сопротивляться воздействию рабочих органов, а при размещении сельскохозяйственных культур – корневым системам растений. Основным параметром, иллюстрирующим описываемое взаимодействие, является твёрдость почвы.

При анализе воздействия различных машин и приёмов установлено, что наименьшие показатели твёрдости и, следовательно, сопротивления рабочим органам достигаются при использовании отвальной обработки почвы с преимуществом применения экспериментальных корпусов (рис. 3).

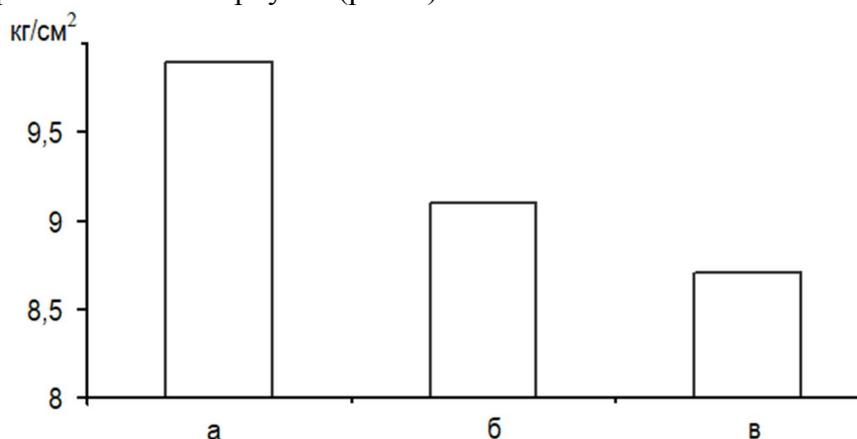


Рис. 3. Влияние приёмов обработки почвы на твёрдость почвы: а – двукратное перекрёстное дискование (борона БПДТ-3-01); б – однократное дискование (борона БДТ-3) + отвальная вспашка (плуг ПЛН-3-35 стандартный); в – однократное дискование (борона БДТ-3) + отвальная вспашка (плуг с экспериментальными корпусами)

Наряду с изучением характеристик почвы для обоснования приёмов её обработки необходимо также исследовать их влияние на сорные компоненты, так как разные технологические операции оказывают разнонаправленное воздействие на характер распределения семян и вегетативных частей в пахотном горизонте, что определяет дальнейшую засорённость посевов сельскохозяйственных культур и набор мер для её оптимизации.

Исследования обилия сорных видов во всходах овса (культуры первого года освоения) выявили наличие преимуществ использования двукратного перекрёстного дискования и однократного дискования в сочетании с отвальной вспашкой плугом с экспериментальными корпусами: на этих вариантах численность сеgetальных растений составляла соответственно 113,6 и 107,2 шт./м².

Таблица 3. Влияние приёмов обработки на засорённость всходов овса в первый год освоения

Приёмы основной обработки почвы	Засорённость посевов: число сорняков, шт./м ² масса сорняков, г/м ²		
	многолетние	малолетние	всево
Двукратное перекрёстное дискование (борона БПДТ-3-01)	<u>7,9</u>	<u>105,7</u>	<u>113,6</u>
	18,9	120,1	139,0
Однократное дискование (борона БДТ-3) + отвальная вспашка (плуг ПЛН-3-35 стандартный)	<u>7,5</u>	<u>114,2</u>	<u>121,7</u>
	15,8	146,9	162,7
Однократное дискование (борона БДТ-3) + отвальная вспашка (плуг с экспериментальными корпусами)	<u>6,0</u>	<u>101,2</u>	<u>107,2</u>
	12,6	109,0	121,6
НСР ₀₅	<u>0,6</u>	<u>3,8</u>	<u>4,6</u>
	1,3	4,8	5,5

Выводы

В результате комплексных полевых исследований по разработке технологий освоения средневозрастных залежей было выявлено, что использование для основной обработки залежных земель плуга с экспериментальными корпусами, в сравнении с другими почвообрабатывающими орудиями, позволяет значительно улучшить физико-механические свойства, структурно-агрегатный состав и строение почвы, а также уменьшить количество всходов сорных растений при последующем посеве сельскохозяйственных культур.

За счёт уменьшения тягового сопротивления корпуса плуга и снижения расхода топлива происходит снижение энергоёмкости технологического процесса.

Суммарное улучшение обозначенных параметров будет способствовать сокращению сроков эффективного освоения залежных земель и полноценному вводу их в эксплуатацию.

Библиографический список

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011. – 350 с.
2. Доспехов Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 383 с.
3. Лобачевский Я.П. Перспективные направления совершенствования конструкций лемешно-отвальных плугов / Я.П. Лобачевский, А.И. Панов, И.М. Панов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2000. – № 5. – С. 12–18.
4. Пат. на полезную модель 130773 Российская Федерация, МПК А01В 49/02 (2006.01). Корпус плуга для обработки почвы при возделывании топинамбура / Е.С. Рула, Д.М. Рула, З.И. Усанова, А.К. Осербаев,

В.В. Голубев; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия». – № 2013103117/13 ; заявл. 23.01.2013 ; опубли. 10.08.2013, Бюл. № 22. – 2 с.

5. Cramer V.A. What's new about old fields? Land abandonment and ecosystem assembly / V.A. Cramer, R.J. Hobbs, R.J. Standish // *Trends in Ecology & Evolution*. – 2008. – Vol. 23 (2). – Pp. 104–112. DOI: org/10.1016/j.tree.2007.10.005.

6. Design and performance test of plowing and rotary tillage combined machine / B. Xuanbin, Z. Xiangyu, H. Jin, L. Hongwen, W. Qingjie, L. Wenzheng // *INMATEH – Agricultural Engineering*. – 2019. – Vol. 58, No. 2. – Pp. 213–222. DOI: 10.35633/INMATEH-58-23.

7. Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia / A.V. Prishchepov, D. Müller, M. Dubinin, M. Baumann, V.C. Radeloff // *Land Use Policy*. – 2013. – Vol. 30. – Pp. 873–884. DOI: org/10.1016/j.landusepol.2012.06.011.

8. Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe / A.V. Prishchepov, V.C. Radeloff, M. Baumann, T. Kuemmerle, D. Müller // *Environmental Research Letters*. – 2012. – Vol. 7. – No. 024021. DOI: 10.1088/1748-9326/7/2/024021.

9. Hatna E. Abandonment and Expansion of Arable Land in Europe / E. Hatna, M.M. Bakker // *Ecosystems*. – 2011. – Vol. 14 (5). – Pp. 720–731. DOI: 10.1007/s10021-011-9441-y.

10. Post-Soviet cropland abandonment and carbon sequestration in European Russia, Ukraine, and Belarus / F. Schierhorn, D. Müller, T. Beringer, A.V. Prishchepov, T. Kuemmerle, A. Balmann // *Global Biogeochemical Cycles*. – 2013. – Vol. 27 (27). – Pp. 1–11. DOI: 10.1002/2013GB004654.

11. Recultivation of abandoned agricultural lands in Ukraine: patterns and drivers / A. Smaliychuk, D. Müller, A.V. Prishchepov, C. Levers, I. Kruhlov, T. Kuemmerle // *Global Environmental Change*. – 2016. – Vol. 38. – Pp. 70–81. DOI: org/10.1016/j.gloenvcha.2016.02.009.

12. Technology of the main tillage of the abandoned fields / V.M. Boykov, S.V. Startsev, A.A. Protasov, A.V. Pavlov, E.S. Nesterov // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Conference on Innovations and Rural Development 18–19 April, 2019. – Russia, Kurgan, 2019. – Vol. 341. – No. 012132. DOI:10.1088/1755-1315/341/1/012132.*

13. The potential of Russia to increase its wheat production through cropland expansion and intensification / F. Schierhorn, D. Müller, A.V. Prishchepov, M. Faramarzi, A. Balmann // *Global Food Security*. – 2014. – Vol. 3–4. – Pp. 133–141. DOI: org/10.1016/j.gfs.2014.10.007.

14. Tillage and soil carbon sequestration – What do we really know? / J.M. Baker, T.E. Ochsner, R.T. Venterea, T.J. Griffis // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. – 2006. – Vol. 118, No. 1–5. – P. 5. DOI: 10.1016/j.agee.2006.05.014.

15. Volkov C.H. Transfer into use of unused agricultural lands: significance, challenges, solutions / C.H. Volkov, E.V. Cherkashina // *International Agricultural Journal*. – 2018. – Vol. 61 (4). – No. 4. DOI: 10.24411/2588-0209-2018-10034.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Николай Васильевич Алдошин – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Сельскохозяйственные машины» Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, г. Москва, e-mail: naldoshin@yandex.ru.

Александр Сергеевич Васильев – кандидат сельскохозяйственных наук, зав. кафедрой технологии переработки и хранения сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Тверь, e-mail: vasilevtgsha@mail.ru.

Вячеслав Викторович Голубев – доктор технических наук, зав. кафедрой технологических и транспортных машин и комплексов ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Тверь, e-mail: 135slava@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 05.02.2020

Дата принятия к печати 15.03.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Nikolay V. Aldoshin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Farm Machinery, Institute of Engineering and Energy named after V.P. Goryachkin, Russian Timiryazev State Agrarian University, Russia, Moscow, e-mail: naldoshin@yandex.ru.

Alexander S. Vasiliev, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Dept. of Technologies of Processing and Storage of Agricultural Products, Tver State Agricultural Academy, Russia, Tver, e-mail: vasilevtgsha@mail.ru.

Vyacheslav V. Golubev, Doctor of Engineering Sciences, Head of the Dept. of Technological and Transport Machines and Complexes, Tver State Agricultural Academy, Russia, Tver, e-mail: 135slava@mail.ru.

Received February 05, 2020

Accepted after revision March 15, 2020