

Механико-технологическое обеспечение эффективности аридного земледелия

Олег Анатольевич Иванов¹,
кандидат технических наук,
врио директора института,
e-mail: oleg3077@yandex.ru;

Геннадий Леонидович Утенков²,
кандидат технических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник;
Татьяна Екимовна Иванова¹,
кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник

¹Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии, с. Зеленое, Усть-Абаканский район, Республика Хакасия, Российская Федерация;

²Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Новосибирская область, Российская Федерация

Реферат. Развитие животноводства в засушливой зоне юга Средней Сибири предопределяет необходимость интенсивного развития кормопроизводства, особенно производства грубых и сочных кормов. Орошаемое земледелие – один из важнейших факторов стабилизации и гарантированного производства продукции растениеводства. (*Цель исследования*) Подтвердить оценку параметров технологии поверхностного полива по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин и нового технического ее обеспечения в аридных условиях юга Средней Сибири. (*Материалы и методы*) Определили технические параметры основных элементов временной поливной сети (безуклонной ложбины, водоудерживающего валика) при формировании участков поверхностного полива по результатам хронометражных измерений. Обеспечили технологический процесс формирования поливных участков с заданными техническими параметрами согласно эксплуатационно-технологической оценке испытания машинной технологии. Оценили результаты испытаний с помощью переносной информационно-измерительной системы ИП238МР для определения тяговых показателей машины по стандартам Ассоциации испытателей сельскохозяйственной техники и технологий СТО АИСТ 1.3-2007. (*Результаты и обсуждение*) Предложили технологию поверхностного полива по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин. Рекомендовали ее для орошения зерновых, кормовых культур, естественных сенокосов и пастбищ. Разработали комплекс технических средств для строительства и эксплуатации систем поверхностного полива по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин; орудия агрегируются с трактором марки МТЗ класса тяги 1,4 тонны. Технология поверхностного полива и комплекс машин прошли государственные испытания на Сибирской государственной зональной машиноиспытательной станции и рекомендованы для включения в базовую агротехнологию. (*Выводы*) Выявили, что комплексное применение новых машин Л-1.5, В-3.0 и ВП-4.0 при строительстве и эксплуатации оросительных систем позволяет сократить эксплуатационные затраты и сроки строительства поливных участков в 1,8 раза, повысить урожайность зеленой массы овса на 17,2 процента при снижении себестоимости возделывания на 10,1 процента. Производство зерна можно увеличить в 1,9 раза.

Ключевые слова: мелиорация, кормопроизводство, поверхностный полив, временная поливная сеть, безуклонная ложбина, водоудерживающий валик.

■ **Для цитирования:** Иванов О.А., Утенков Г.Л., Иванова Т.Е. Механико-технологическое обеспечение эффективности аридного земледелия // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. Т. 13. №1. С. 34-40. DOI 10.22314/2073-7599-2018-13-1-34-40.

Mechanical And Technological Support the Efficiency of Arid Farming

Oleg A. Ivanov¹,
Ph.D.(Eng.), acting director of the institute,
e-mail: oleg3077@yandex.ru;

Gennady L. Utenkov²,
Ph.D.(Eng.), professor, key research engineer;
Tatyana E. Ivanova¹,
Ph.D.(Agr.), senior research engineer



¹Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia, Zelenoe Village, Ust-Abakan district, Republic of Khakassia, Russian Federation

²Siberian Federal Scientific Research Center for Agrobiotechnology, Krasnoobsk, Novosibirsk district, Novosibirsk region, Russian Federation

Abstract. The priority direction of agricultural production in the arid zone of the south of Central Siberia is animal husbandry, which predetermines the need for intensive development of feed production and, in particular, the production of rough and succulent forage. One of the most important factors of the stabilized and guaranteed crop production is irrigated land cultivation. (*Research purpose*) To prove the efficiency of machine technology of surface irrigation in the arid conditions of the south of Central Siberia. (*Materials and methods*) The authors have determined technical parameters of the main elements of the temporary irrigation network (non-inclined hollow and a water-retaining roller) during the formation of surface irrigation areas by the results of time-length observations made in accordance with the requirements of the testing station. The technological process of forming irrigated plots with specified technical parameters was carried out according to the operational and technological evaluation of the machine technology testing. The evaluation was carried out using a computer-based portable information-measuring system IP238MR to determine the traction indicators of the machine, carried out by the STO AIST 1.3-2007. (*Results and discussion*) The authors have proposed a technology of surface irrigation over wide long strips with level furrows, recommended for irrigation of grain, forage crops, natural hay making areas and pastures. A set of technical means has been developed for the construction and operation of surface irrigation systems in wide long lanes with level furrows. The tools can be coupled with an MTZ tractor of 1.4 tons. Comprehensive use of machines in the construction and operation of irrigation systems for surface irrigation as compared with existing machines in land reclamation construction allows to improve the quality of work and labor productivity by 3-5 times. Surface irrigation technology and a set of machines have passed state tests at the Siberian State Zonal Machine Testing Station and are recommended to be included in the basic agricultural technology. (*Conclusions*) It has been found that the integrated use of new machines L-1.5, V-3.0 and VP-4.0 in the construction and operation of irrigation systems allows reducing the operating costs and construction time of irrigated plots by 1.8 times, increase the yield of green mass of oats by 17.2 percent while reducing the cost of cultivation by 10.1 percent. Grain production can be increased by 1.9 times. **Keywords:** land improvement, forage production, surface irrigation, temporary irrigation network, level furrow, water-retaining roller.

For citation: Ivanov O.A., Utenkov G.L., Ivanova T.E. Mekhaniko-tekhnologicheskoe obespechenie effektivnosti aridnogo zemledeliya [Mechanical and technological support the efficiency of arid farming]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2019. Vol. 13. N1. 34-40. DOI 10.22314/2073-7599-2018-13-1-34-40 (In Russian).

В рамках принятых Правительством Российской Федерации законов и программ, направленных на развитие мелиорации земель, повышение плодородия почв, обеспечение продовольственной безопасности, по решению коллегии Минсельхоза РФ разработана Концепция федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель России на период до 2020 года». Согласно инновационному варианту Концепции для достижения продовольственной безопасности России общая площадь мелиорируемых земель должна составить 10,3 млн га, что предусматривает выполнение работ по техническому переустройству орошаемых земель на площади 1,9 млн га, по реконструкции – 2,4 млн га, по новому строительству – 0,6 млн га с продуктивностью кормовых культур до 6,5 тыс. корм. ед. с 1 га. При этом возрастает роль экономии водных, энергетических и материально-технических ресурсов и улучшения экологической обстановки на орошаемых землях.

Эффективность возделывания зерновых в Си-

бирском федеральном округе (СФО) невысока, так как генетический потенциал яровых культур реализуется всего на 35-45% [1]. Повысить рентабельность растениеводства в регионе можно путем дополнительных финансовых вложений, направленных на улучшение использования биоклиматического потенциала территории [2]. Неустойчивость производства зерна и низкая его урожайность связаны с устаревшей технологией, которая без изменения используется многие годы [3]. Экономическая эффективность производства и его экологическая безопасность зависят от соединения трех компонентов: агроэкологических условий, требований культур и технологий возделывания [4]. В качестве интегрального показателя оценки эффективности принимают зерновой эквивалент [5]. Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства определил три уровня интенсивности агротехнологий возделывания зерновых культур, в соответствии с которыми предложена новая методика расчета урожайности [6]. Показано, что в условиях

СФО долевое участие природно-климатических условий в конечной величине урожайности, обеспечивающей получение максимума прибыли, должно быть не менее 56% [7].

Действенным документом для сельхозтоваропроизводства и сельхозмашиностроения при проектировании машинных агротехнологий служит разработанная сотрудниками ВИМ система машин и технологий [8]. Для принятия решений по проектированию эффективных технических средств в агротехнологиях сформулирован глобальный критерий прибыли; определены условия обеспечения экстремума [9]. Полученные выражения позволяют обосновать выбор двух стратегий безубыточного возделывания зерновых культур.

Согласно первой стратегии по имеющейся точке безубыточности δY можно определить структуру и долевое участие затрат, оцениваемых величиной q :

$$q = \delta Y (\beta - 1),$$

где β – вновь создаваемая стоимость (относительная цена) производимой продукции;

$$\beta = 1,3-2,2 \text{ – для России;}$$

$\beta = 2,0-4,0$ – для развитых стран. Например, по данным Института почвоведения и агрохимии Сибирского отделения РАН, величина урожайности, обеспечивающая безубыточное возделывание зерновых культур в условиях Новосибирской области, составляет $\delta Y = 2,0$ т/га.

В соответствии со второй стратегией по известной структуре и долевым участию затрат q (они могут быть взяты из технологической карты на возделывание культуры), а также по рекомендуемой относительной цене β для условий России можно определить точку безубыточности δY :

$$\delta Y = q / (\beta - 1).$$

Стабильному и гарантированному производству продукции растениеводства в большей мере соответствует орошаемое земледелие [10-11]. В связи с этим особую значимость и актуальность приобретает использование орошаемых земель с применением сертифицированных инновационных технологий поверхностного полива и комплекса машин для его обеспечения. Однако существующие в мелиоративном строительстве технические средства высокзатратны и не соответствуют требуемому качеству выполненных работ. Совершенствованию технологий поверхностного полива посвящены результаты научных исследований, выполненные в Научно-исследовательском институте аграрных проблем Хакасии.

Цель исследования – экспериментально подтвердить оценку параметров технологии поверхностного полива по широким длинным полосам с

устройством безуклонных ложбин и нового технического ее обеспечения в аридных условиях юга Средней Сибири.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Экспериментальные исследования проводили на опытно-производственном участке поверхностного полива общей площадью 11 га на темно-каштановой слабоэродированной почве водопроницаемостью 98 мм/ч. Технические параметры основных элементов временной поливной сети (безуклонной ложбины, водоудерживающего валика) при формировании участков поверхностного полива определяли по результатам хронометражных наблюдений, выполненных в соответствии с требованиями машиноиспытательной станции. Технологический процесс формирования поливных участков с заданными техническими параметрами проводили согласно эксплуатационно-технологической оценке (ГОСТ 24055-88, ГОСТ 24057-88) испытания машинной технологии. При оценке использовали переносную информационно-измерительную систему ИП238МР для определения тяговых показателей машины по СТО АИСТ 1.3-2007 «Машинные технологии производства продукции растениеводства. Программа и методы испытаний».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Технология поверхностного полива по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин (предложена В.Ф. Тютюкиным, а.с. № 206415) рекомендуется для орошения зерновых (пшеница, овес) и кормовых (кукуруза, многолетние травы) культур, естественных сенокосов и пастбищ, при регулярном орошении, лиманном орошении, основанном на местном стоке, и на земледельческих полях. Для полива необходимы отсутствие поперечных уклонов более 0,001 и наличие на орошаемом участке травостоя, дернины или стерни.

Технологию поверхностного полива по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин используют для орошения однолетних культур (на поливных участках с уклоном от 0,007 до 0,040) и травосмесей многолетних трав (на поливных участках с уклоном до 0,080). Поливной участок образуют продольными водоудерживающими валиками проходимого для сельскохозяйственной техники поперечного профиля (высотой 0,25-0,30 м с заложением откосов 1:5), которые располагают параллельно друг другу на расстоянии 80-100 м по наибольшему уклону поверхности орошаемого участка (рис. 1).

Длина поливного участка в результате опытных поливов и с учетом принятой организацией орошаемой территории, рельефа местности и почвенно-мелиоративных условий может достигать 300-500 м. Безуклонные поперечные ложбины в данной технологии полива предназначены для более рав-

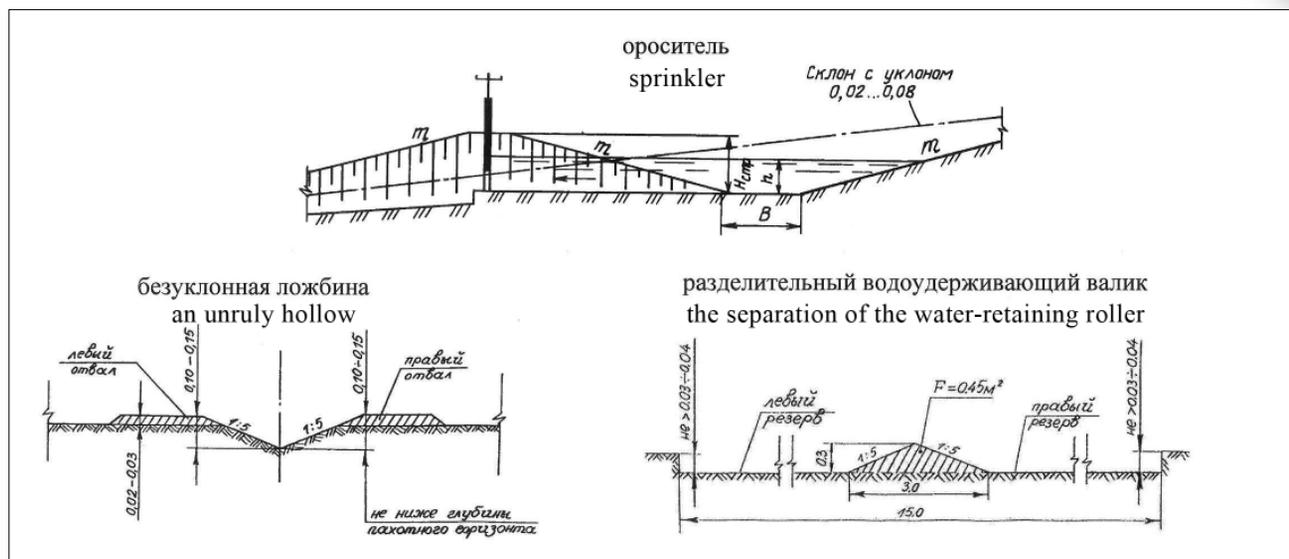


Рис. 1. Основные элементы оросительной системы поверхностного полива по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин

Fig. 1. The main elements of the surface irrigation system on wide long strips with the device of level furrows

номерного распределения поливной воды. Ложбины, перехватывая струи, опережающие фронт поливной воды, изливают их широким фронтом на нижележащую часть полосы вниз по уклону; трассируются по горизонтали поперек поливных полос через каждые 40-60 м, имеют проходимый для сельскохозяйственной техники поперечный профиль (глубиной 0,10-0,15 м с заложением откосов 1:5).

Формирование поливных полос на площади 10 га предусматривает выполнение земляных работ объемом 4175 м³ без учета строительства подводящих оросительных каналов и сооружений на них. При этом 3000 м³ грунта перемещают при выравнивании поливного участка (глубиной среза почвы 3 см), 500 м³ – при нарезке безуклонных ложбин (общей длиной 2 км, поперечным сечением 0,25 м²), 675 м³ – при устройстве водоудерживающих валиков (общей длиной 1,5 км, поперечным сечением 0,45 м²) [12-13].

Технология поверхностного полива по широким и длинным полосам с устройством безуклонных ложбин позволяет реализовать режимы орошения зерновых и кормовых культур сплошного сева, естественных сенокосов и пастбищ. Учитывают, что на одной поливной полосе удельный расход составляет 2-3 л/(с·м), поливная норма – 700-900 м³/га, производительность труда поливальщика – до 1,5 га/чел·ч.

Исследования подтвердили возможность применения поверхностного полива по полосам с широким фронтом продвижения воды для реализации режимов орошения сельскохозяйственных культур, естественных сенокосов и пастбищ при среднем урожае сена многолетних трав до 5 т/га, дикорастущих трав – до 3 т/га.

Необходимым условием соблюдения технологической дисциплины поверхностного орошения служит качественная подготовка поверхности участка к поливу. К основным элементам технологии поверхностного полива по широким длинным полосам относят:

1) безуклонные ложбины (глубиной 0,10-0,15 м, заложением откосов 1:5), аккумулирующие часть поливного расхода воды для последующего равномерного распределения водного потока по поверхности поливного участка;

2) разделительные водоудерживающие валики (высотой 0,25-0,30 м, заложением откосов 1:5).

При этом необходимо обеспечить беспрепятственный проход сельскохозяйственных машин и орудий при выполнении технологических операций. Для формирования участков поверхностного полива по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин разработали комплекс машин:

- ложбиноделатель Л-1,5 для нарезки безуклонных ложбин, шириной захвата в рабочем положении 1,5 м (рис. 2). С помощью зуба и лемехов агрегат заглубляется на 0,10-0,15 м и производит выемку грунта с заложением откосов 1:5, одновременно формирует левый и правый отвал за один проход (RU 2274982 C1);

- валиковосстановитель В-3,0 формирует водоудерживающий валик, разрушенный в результате агротехнических обработок почвы (вспашки, культивации); ширина захвата в рабочем положении – 2,5 м. С помощью лемехов орудие заглубляется до основания валика, собирает и стягивает грунт в верхнюю его часть, формируя профиль (высотой 0,25-0,30 м, с заложением откосов 1:5) за один проход (RU 2338347 C1) (рис. 3);



Рис. 2. Ложбиноделатель Л-1.5
Fig. 2. Furrow shaper L-1.5



Рис. 3. Валиковосстановитель В-3.0
Fig. 3. Roller reshaper V-3.0



Рис. 4. Выравниватель полунавесной ВП-4.0
Fig. 4. Semi-mounted equalizer VP-4.0

- выравниватель полунавесной ВП-4,0 выравнивает свальные гребни, развальные борозды на поверхности поливного участка; ширина захвата в рабочем положении – 4 м. Он устраняет неровности на поверхности поливного участка величиной до 0,10-0,12 м протяженностью до 13-15 м по существующим схемам (диагональным, диагонально-перекрестным, зигзагообразным или загонным способом) (RU 2238618 С2) (рис. 4).

Машины применяют в степных районах на всех почвах, за исключением каменистых, песчаных и просадочных типов грунтов второй степени. В диапазоне влажности почвы 8-28% и при твердости в обрабатываемом слое до 3,5 МПа техника обеспечивает удовлетворительное качество работы. Все машины агрегируются с тракторами МТЗ-80 тягового класса 1,4 и обслуживаются одним механизатором (таблица).

Урожайность зеленой массы овса сорта Сельма, выращенного по новой технологии, составила

Технические характеристики машин / Machine specifications			
Показатели / Indicators	Ложбиноделатель / Furrow shaper	Валиковосстановитель / Roller reshaper	Выравниватель / Leveller
Марка машины / Machine brand	Л-1,5	В-3,0	ВП-4,0
Тип машины / Machine type	навесная / mounted	навесная / mounted	полунавесная / semi-mounted
Производительность за 1 ч эксплуатационного времени / Productivity per 1 h of operating time: км / km га / ha	3,96-5,04 –	6,30-6,58 –	– 1,15-1,17
Рабочие скорости, км/ч / Operating speeds, km / h	7,1	9,1	6,9
Расход топлива, кг/ед. наработки / Fuel consumption, kg / unit. of groundwork	1,1-1,2	1,1-1,2	3,7-5,4
Потребляемая мощность, кВт / Power consumption, kW	18,1-21,3	15,6-22,1	4,7-5,6
Рабочая ширина захвата, м / Working width, m	1,5	2,5	4,0
Масса конструкционная, кг / Structural weight, kg	230	250	960



7,5 т/га, что на 2,1 т/га больше показателя, достигнутого при базовой технологии. А себестоимость возделывания оказалась заметно ниже – 395,80 против 440,12 руб./т.

Урожайность зерна овса достигла 1,8 т/га, в то время как средняя многолетняя продуктивность зерновых в Хакасии составляет 0,95 т/га. Разработанный комплекс машин обеспечивает повышение производительности и качества выполняемых работ в сравнении с серийно выпускаемыми мелиоративными агрегатами.

Выводы. Технология поверхностного полива по широким длинным полосам с устройством безуклонных ложбин отличается простотой технического исполнения, небольшими затратами средств и материалов на строительство, надежностью, высокой производительностью и экономией энерго-ресурсов. В технологии орошения заложены пред-

посылки для полной автоматизации полива с применением каскадного и дистанционного управления водоподачей и контроля за расходом воды.

Технология прошла государственные испытания и рекомендована Сибирской государственной зональной машиноиспытательной станцией (г. Омск) для включения в базовую агротехнологию.

Комплексное применение новых машин Л-1.5, В-3.0 и ВП-4.0 при строительстве и эксплуатации оросительных систем позволяет сократить эксплуатационные затраты и сроки строительства поливных участков в 1,8 раза, повысить урожайность зеленой массы овса на 17,2% при снижении себестоимости возделывания на 10,1%. Производство зерна можно увеличить в 1,9 раза

Новизна предлагаемых технических решений защищена пятью патентами РФ на изобретения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булгаков Д.С., Рухович Е.А., Шишконокова Е.А., Вильчевская Е.В. Использование почвенно-климатического индекса при оценке агрономического потенциала пахотных земель в лесостепной зоне России // *Почвоведение*. 2018. N4. С. 473-485.
2. Романенко И.А. Проектирование эффективного сельского хозяйства с учетом агропотенциала // *Экономика сельского хозяйства России*. 2014. N1. С. 59-65.
3. Липкович Э.И. Экономические проблемы технического и технологического перевооружения сельского хозяйства России // *АПК: экономика, управление*. 2014. N5. С. 12-20.
4. Власенко А.Н. Совершенствование научных основ сибирского земледелия // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2009. N10. С. 27-35.
5. Полунин Г.А., Алакоз В.В., Черкашин К.И. Неиспользуемый земельный потенциал России и возможности продовольственного самообеспечения // *АПК: экономика, управление*. 2018. N6. С. 4-16.
6. Утенков Г.Л., Рапопорт Э.О. Метод оценки параметров машинных технологий возделывания зерновых культур // *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2017. N6. С. 22-27.
7. Утенков Г.Л. К оценке эффективности машинных технологий возделывания зерновых культур // *Фундаментальные исследования*. 2017. N12. Ч. 1. С. 229-233.
8. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 г. // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2013. Т. 7. N6. С. 6-10.
9. Утенков Г.Л. Стратегия формирования машинных технологий возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Сибири // *Вестник КрасГАУ*. 2010. N2. С. 123-127.
10. Савостьянов В.К. Использование земель сельскохозяйственного назначения в засушливых условиях юга Средней Сибири для ведения земледелия: рекомендации. Абакан: Издательство Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. 2009. 12 с.
11. Черняев А.А., Ярославский В.А., Несмысленов А.П. Проблемы сохранения и развития оросительной мелиорации в Поволжье // *АПК: экономика, управление*. 2014. N5. С. 3-11.
12. Иванов О.А., Тютюкин В.Ф., Агибалов Б.И. Технические средства для эксплуатации оросительных систем поверхностного полива на юге Средней Сибири. Абакан: Журналист. 2010. 28 с.
13. Бейлис В.М., Ценч Ю.С., Старовойтов С.И., Кынев Н.Г. Тенденции развития прогрессивных машинных технологий и техники в сельскохозяйственном производстве // *Вестник ВИЭСХ*. 2018 N4(33). С. 150-156.

REFERENCES

1. Bulgakov D.S., Rukhovich E.A., Shishkonakova E.A., Vil'chevskaya E.V. Ispol'zovanie pochvenno-klimaticheskogo indeksa pri otsenke agronomicheskogo potentsiala pakhotnykh zemel' v lesostepnoy zone Rossii [Using the soil-climatic index in assessing the agronomic capacity of arable land in the forest-steppe zone of Russia]. *Pochvovedenie*. 2018. N4. 473-485 (In Russian).
2. Romanenko I.A. Proektirovanie effektivnogo sel'skogo khozyaystva s uchetom agropotentsiala [Designing an effective agriculture production system taking into account the land



- capacity]. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*. 2014. N1. 59-65 (In Russian).
3. Lipkovich E.I. Ekonomicheskie problemy tekhnicheskogo i tekhnologicheskogo perevooruzheniya sel'skogo khozyaystva Rossii [Economic problems of technical and technological re-equipment of Russian agriculture]. *APK: ekonomika, upravleniye*. 2014. N5. 12-20 (In Russian).
4. Vlasenko A.N. Sovershenstvovanie nauchnykh osnov sibirskogo zemledeliya [Improving the scientific foundations of Siberian agriculture]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2009. N10. 27-35 (In Russian).
5. Polunin G.A., Alakoz V.V., Cherkashin K.I. Neispol'zuemyy zemel'nyy potentsial Rossii i vozmozhnosti prodovol'stvennogo samoobespecheniya [Unused land capacity of Russia and the possibility of increasing food self-sufficiency]. *APK: ekonomika, upravlenie*. 2018. N6. 4-16 (In Russian).
6. Utenkov G.L., Rapoport E.O. Metod otsenki parametrov mashynnykh tekhnologiy vozdeystviya zernovykh kul'tur [The method of estimating the parameters of machine technologies used in the cultivation of grain crops]. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2017. N6. 22-27 (In Russian).
7. Utenkov G.L. K otsenke effektivnosti mashynnykh tekhnologiy vozdeystviya zernovykh kul'tur [To the effectiveness evaluation of machine technologies used in the cultivation of grain crops]. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2017. N12. Part 1. 229-233 (In Russian).
8. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P. Sistema mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii i avtomatizatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na period do 2020 g. [The system of machines and technologies for complex mechanization and automation of agricultural production for the period up to 2020]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2013. Vol. 7. N6. 6-10 (In Russian).
9. Utenkov G.L. Strategiya formirovaniya mashynnykh tekhnologiy vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v usloviyakh Sibiri [The formation strategy of machine technologies used in the cultivation of farm crops in the conditions of Siberia]. *Vestnik KrasGAU*. 2010. N2. 123-127 (In Russian).
10. Savost'yanov V.K. Ispol'zovaniye zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya v zasushlivykh usloviyakh yuga Sredney Sibiri dlya vedeniya zemledeliya: rekomendatsii [The use of land in arid conditions of the south of Central Siberia: some recommendations]. Abakan: Izdatel'stvo Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova. 2009. 12 (In Russian).
11. Chernyaev A.A., Yaroslavskiy V.A., Nesmyslenov A.P. Problemy sokhraneniya i razvitiya orositel'noy melioratsii v Povolzh'e [Problems of the conservation and development of irrigation melioration in the Volga region]. *APK: ekonomika, upravleniye*. 2014. N5. 3-11 (In Russian).
12. Ivanov O.A., Tyutyukin V.F., Agibalov B.I. Tekhnicheskie sredstva dlya ekspluatatsii orositel'nykh sistem poverkhnostnogo poliva na yuge Sredney Sibiri [Technical means for the use of surface irrigation systems in the south of Central Siberia]. Abakan: Zhurnalist. 2010. 28 (In Russian).
13. Beylis V.M., Tsench Yu.S., Starovoytov S.I., Kynev N.G. Tendentsii razvitiya progressivnykh mashynnykh tekhnologiy i tekhniki v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve [Trends in the development of advanced machine technologies and techniques in agricultural production]. *Vestnik VIESH*. 2018. N4(33). 150-156 (In Russian).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 29.11.2018
The paper was submitted
to the Editorial Office on 29.11.2018

Статья принята к публикации 12.02.2019
The paper was accepted
for publication on 12.02.2019