

Снижение потерь почвенной влаги на испарение

Юрий Александрович Савельев¹,
доктор технических наук, профессор;
Олег Николаевич Кухарев²,
доктор технических наук, профессор, ректор;
Николай Петрович Ларюшин²,
доктор технических наук, профессор;

Павел Александрович Ишкин^{1,3},
кандидат технических наук, заместитель директо-
ра по науке, доцент, e-mail: ishkin_pa@mail.ru;
Юрий Михайлович Добрынин^{1,3},
кандидат технических наук,
заведующий лабораторией

¹Самарская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Учебная, 2, пгт. Усть-Кинельский, г.о. Кинель, Самарская область, 446442, Российская Федерация

²Пензенский государственный аграрный университет, ул. Ботаническая, 30, г. Пенза, 440014, Российская Федерация

³Поволжская государственная зональная машиноиспытательная станция, ул. Шоссейная, 82, пгт. Усть-Кинельский, г.о. Кинель, Самарская область, 446442, Российская Федерация

Почвенно-климатические условия засушливых регионов России имеют большой потенциал для получения высоких урожаев различных сельскохозяйственных культур, но постоянный дефицит почвенной влаги сдерживает увеличение объемов их производства. Однако он обусловлен не только недостатком атмосферных осадков, но и неэффективным их сбережением. Установлено, что потери влаги на непродуктивное испарение достигают 40-70 процентов выпадающих осадков. Для эффективного накопления и сбережения почвенной влаги применяют осеннюю мелкую мульчирующую обработку, при которой создается разрыхленный верхний слой почвы с замульчированной поверхностью. От обработки верхнего слоя почвы зависит накопление и сохранение влаги не только в верхних, но и в более глубоких почвенных горизонтах. Для реализации такой обработки разработано и изготовлено новое комбинированное почвообрабатывающее орудие. Оно оснащено двумя батареями ножевых дисков, установленных в 2 ряда друг за другом, плоскорежущими лапами, установленными в 2 ряда в шахматном порядке, и катком с укрепленными по его рабочей поверхности штифтовыми элементами. Определили, что при обработке почвы предлагаемым орудием создается качественно разрыхленный слой с замульчированной поверхностью. Улучшенная водопроницаемость и увеличенная влагоемкость повышают проникновение атмосферных осадков в почву и снижают потери влаги на испарение. Проведенные исследования по определению потерь влаги на испарение в зависимости от вида и качества обработки почвы подтвердили преимущество предлагаемого вида обработки. Выявили, что запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы повысились на 31,8; 25,8 и 16,8 мм по сравнению с агрофонами без обработки, дискованием дисковым мульчировщиком ДМ-5,2 и мелкой плоскорежущей обработкой культиватором КПИР-3,6 соответственно. Установили, что урожайность ячменя сорта Волгарь на участке, обработанном экспериментальным орудием, составила 2,24 т/га, на участке, обработанном КПИР-3,6, – 2,12 т/га, ДМ-5,2 – 2,02 т/га, без обработки – 1,46 т/га.

Ключевые слова: водный баланс почвы, сохранение влаги в почве, мульчирующая обработка, температура почвы, осадки, испарение, влагомер, урожайность.

■ **Для цитирования:** Савельев Ю.А., Кухарев О.Н., Ларюшин Н.П., Ишкин П.А., Добрынин Ю.М. Снижение потерь почвенной влаги на испарение // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. №1. С. 42-47. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-1-42-47

Soil moisture loss reduction owing to evaporation

Yuriy A. Savel'ev¹, PhD (Eng.), professor,
Oleg N. Kuharev², Dr. Sc. (Eng.), head of university;
Nikolai P. Larjushin², Dr. Sc. (Eng.), professor;

Pavel A. Ishkin^{1,3}, PhD (Eng), deputy director for science,
associate professor, e-mail: ishkin_pa@mail.ru;
Yuriy M. Dobrynin^{1,3}, PhD (Eng), head of laboratory

¹Samara State Agrarian Academy, Uchebnaya St., 2, set. Ust'-Kinel'skiy, Kinel, Samara region, 446442, Russian Federation

²Penza State Agrarian University, Botanicheskaya St., 30, Penza, 440014, Russian Federation

³Volga State Machinery Testing Station, Shosseynaya St., 82, set. Ust'-Kinel'skiy, Kinel, Samara region, 446442, Russian Federation

Soil-climatic conditions of arid regions of Russia have a great potential for obtaining high yields of various crops, but the constant lack of soil moisture hampers the increase in production volumes. However, the deficiency of soil moisture is due not only to a lack of atmospheric precipitation, but also to inefficient saving. Moisture losses because of unproductive evaporation reach 40-70 percent of atmospheric precipitation. One of the effective ways to accumulate and conserve soil moisture is the autumn shallow mulching tillage, which creates a loosened top layer of soil with a mulched surface. The top layer of soil during loosening and mulching promotes the accumulation and conservation of moisture not only in the upper, but also in the deeper soil horizons. A new combined tillage tool was developed and manufactured to implement such tillage. The tool is equipped with 2 batteries of knife disks placed in two rows one behind the other, with flat hoes arranged in two rows in staggered order, and a roller with pins mounted on its working surface. When soil cultivation by the proposed tool, a qualitatively loosened layer with a mulch surface is created. Enhanced water permeability and moisture capacity increase the penetration of atmospheric precipitation into the soil and reduce the loss of moisture owing to evaporation. The research carried out to determine the loss of moisture due to evaporation, depending on the type and quality of soil cultivation, have confirmed the advantage of the proposed type of tillage. The reserves of productive moisture in a 1 m soil layer increase by 31.8; 25.8 and 16.8 mm in comparison with fields without tillage, shallow tillage by disc mulcher DM-5.2 and by cultivator KPIR-3.6 respectively. The productivity of barley variety Volgar' at the area cultivated by experimental tools was 2.24 t per hectare, by KPIR-3.6 – 2.12 t, DM-5.2 – 2.02 t, without tillage – 1.46 t per hectare.

Keywords: Water balance of soil; Moisture conservation; Mulching tillage; Soil temperature; Precipitation; Evaporation; Moisture meter; Yield.

For citation: Savel'ev Yu.A., Kuharev O.N., Larjushin N.P., Ishkin P.A., Dobrynin Yu.M. Soil moisture loss reduction owing to evaporation. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2018. Vol. 12; 1: 42-47. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-1-42-47

Главными задачами земледелия в зонах с недостаточным количеством осадков являются накопление, сбережение и рациональное использование почвенной влаги, так как в этих условиях именно влага стала ограничивающим фактором для получения высоких и устойчивых урожаев возделываемых культур [1-6]. Основная доля годовых осадков в таких зонах приходится на послеуборочный осенне-зимний период. При этом значительная их доля теряется на непродуктивное физическое испарение, снос ветром и поверхностный сток. Так, в условиях Среднего Поволжья потери влаги на непродуктивное физическое испарение с поверхности поля достигают 60-65% от суммы осадков [2]. Эффективность накопления и сбережения осадков осенне-зимнего периода зависит от способа послеуборочной обработки почвы [1, 4, 5].

Цель исследования – разработка комбинированного орудия для мелкой мульчирующей обработки почвы для снижения потерь почвенной влаги.

Материалы и методы. Установлено, что безотвальная мульчирующая обработка почвы имеет существенное преимущество перед другими способами в накоплении и сбережении почвенной влаги [7-9].

Для реализации безотвальной мульчирующей обработки почвы было разработано и изготовлено комбинированное почвообрабатывающее орудие (рис. 1). Оно состоит из рамы 2 с опорно-регулируемыми колесами 5, навесного устройства 1, батареи ножевых дисков 3, установленных на передней части рамы в два ряда, друг за другом, с противоположными углами атаки, механизмов ре-

гулирования 4 глубины обработки и угла атаки ножевых дисков, плоскорежущих лап 6, размещенных в два ряда в шахматном порядке на задней части рамы и имеющих рыхлительные элементы лемехов, катка 8 с установленными по его рабочей поверхности штифтовыми элементами и механизма до-грузки 7.

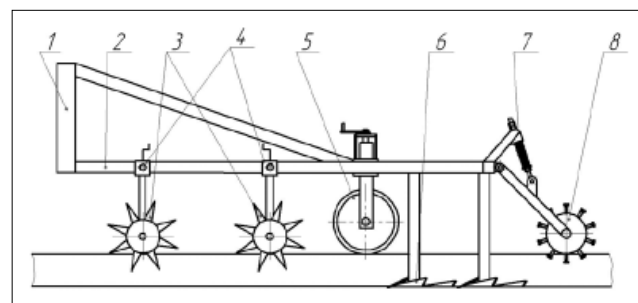


Рис. 1. Комбинированное орудие для мелкой мульчирующей обработки почвы

Fig.1. Combined tool for shallow mulching tillage

Батареи ножевых дисков имеют по периферии ножи, заточенные с двух сторон и выполняющие режущей кромкой условие устойчивого резания со скольжением.

Плоскорежущие лапы имеют стойку и лемехи с рыхлительными элементами, установленными друг за другом. У рыхлительного элемента, расположенного первым по отношению к стойке, угол крошения больше, чем у второго. Рыхлительные элементы выполнены в форме прямоугольных неравносторонних треугольников, длинные катеты которых заострены и образуют переднюю кромку лемехов,

а вершины, образованные гипотенузой и длинным катетом, обращены к стойке.

Каток со штифтовыми элементами на его рабочей поверхности имеет возможность регулирования уровня давления на почву путем изменения рабочей длины пружин механизма догружения.

Технологический процесс работы орудия осуществляется следующим образом. При проходе орудия по полю батареи ножевых дисков ножами выполняют резание со скольжением почвенных агрегатов и пожнивных остатков косым двукратным знакопеременным воздействием, а также рыхление почвы боковыми поверхностями ножей, образуя взрыхленный и замульчированный верхний слой. Плоскорезные лапы с рыхлительными элементами, установленные за батареями ножевых дисков, подрезают слой почвы, расположенный глубже – до заданной глубины мелкой обработки, и эффективно рыхлят его вследствие поочередно создающихся деформаций сжатия и растяжения рыхлительными элементами лемехов.

Каток рабочей поверхностью и штифтовыми элементами дополнительно крошит комки почвы, заделывает стерневые остатки в поверхностный слой с одновременным его уплотнением и выравниванием.

Таким образом, при обработке почвы предлагаемым орудием создается качественно разрыхленный слой с замульчированной поверхностью, который в силу увеличенной водопроницаемости и влагоемкости повышает проникновение атмосферных осадков в почву и в осенний период снижает потери влаги на испарение по сравнению с традиционной технологией обработки.

Для подтверждения эффективности предлагаемого вида осенней мелкой обработки и конструкции комбинированного почвообрабатывающего орудия проведены исследования по определению потерь влаги на испарение из слоя 0-0,30 м в зависимости от вида и качества обработки почвы.

Участок поля характеризовался слабовыраженным микрорельефом. Тип почвы – чернозем обыкновенный среднесуглинистый. Количество оставшихся на поверхности поля стерневых остатков после уборки урожая составляло 4,5 т/га. В исследовании рассматривали дискование, мелкую плоскорезную обработку с мульчированием поверхности и контрольный фон (агрофон без обработки). Дискование проведено дисковым мульчировщиком ДМ-5,2 на глубину 0,12 м, мелкая плоскорезная обработка с мульчированием поверхности – культиватором-плоскорезом игольчато-роторным КПИР-3,6 на глубину 0,16 м, а также предлагаемым комбинированным почвообрабатывающим орудием КОМО-2,0.

Осенью, в процессе суточных колебаний температуры, между почвой и воздухом происходит по-

стоянный обмен влагой – испарение и конденсация. Прежде всего скорость испарения влаги зависит от температуры почвы, которая в свою очередь во многом определяется свойствами мульчирующего слоя. На скорость испарения влияют также такие параметры, как влажность и плотность почвы, температура, влажность и скорость приземного слоя воздуха, величина полученной от солнца радиации и альбедо почвы, зависящее от типа почвы и наличия на поверхности мульчи, а также другие менее значимые параметры [7].

Сравнение изменения запасов влаги в пахотном слое 0-0,30 м на фонах с мелкой плоскорезной обработкой с мульчированием поверхности культиватором-плоскорезом игольчато-роторным КПИР-3,6 и предлагаемым комбинированным почвообрабатывающим орудием КОМО-2,0 проводили в период максимальной скорости испарения – весной перед закрытием влаги. При этом в течение 3 дней круглосуточно через каждые 3 часа измеряли температуру почвы и приземного слоя воздуха, скорость ветра, величину солнечного излучения и влажность почвы. Для измерения температуры почвы на каждом участке были заложены температурные датчики на глубине 0,25 м; 0,15 м; 0,05 м и на поверхности почвы, которые подсоединяли к электротермометру ЭТ-10, имеющему погрешность измерения $\pm 0,5^\circ\text{C}$ (рис. 2). Скорость ветра в приземном слое измеряли ручным чашечным анемометром, который используется для определения скоростей ветра в диапазоне 1-20 м/с с погрешностью $\pm 0,8$ м/с. Величину солнечного излучения и альбедо почвы измеряли с помощью фотоэлектрического люксметра Ю-116 (диапазон измерений – 0,1-100000 Лх, погрешность – $\pm 10\%$). Для проведения полевых измерений был оборудован переносной наблюдательный пост, на котором размещали используемое измерительное оборудование (рис. 3).



Рис. 2. Закладка температурных датчиков в пахотный горизонт

Fig. 2. Laying of temperature sensors in the arable horizon

Суммарное испарение рассчитывали по формуле [10, 11]:

$$E_c = r + (W_n - W_k), \quad (1)$$

где r – количество осадков, мм;

W_n, W_k – начальные и конечные запасы влаги в слое 0-0,30 м, мм.

Эффективность предлагаемого вида почвообработки сравнивали с дискованием дисковым мульчировщиком ДМ-5,2 и мелкой плоскорезной обработкой культиватором-плоскорезом игольчато-роторным КПИР-3,6 [8]. Для этого на каждом обработанном фоне, а также на стерневом фоне без

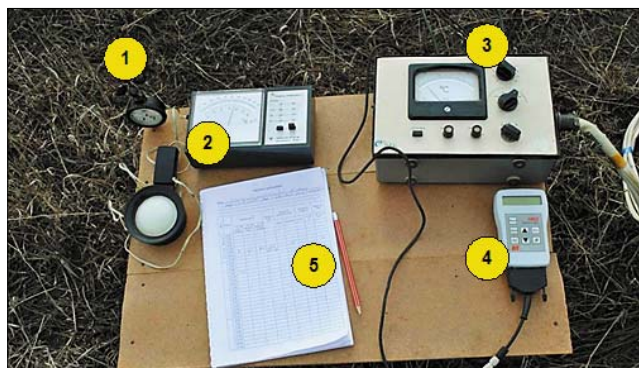


Рис. 3. Наблюдательный пост с приборным оборудованием: 1 – ручной анемометр; 2 – люксметр Ю-116; 3 – электротермометр ЭТ-10; 4 – электронный влагомер НН2; 5 – журнал наблюдений

Fig. 3. Observation post with instrumentation:

1 – hand-held anemometer; 2 – luxmeter Yu-116; 3 – electrothermometer ET-10; 4 – electronic moisture meter NN2; 5 – notebook of observations

обработки (контроль), начиная с закладки опыта и заканчивая проведением первой весенней обработки (закрытие влаги), определяли запасы влаги в метровом слое почвы. Влажность измеряли электронным влагомером НН2 с датчиком *Theta Probe ML2x* в каждом слое по 0,10 м и в самом верхнем – 0-0,05 м. Диапазон измерения влажности – 5-85%, точность измерения – $\pm 1\%$, дискретность – 0,1%.

Расчет запасов влаги в метровом слое вычисляли по формуле:

$$3B = \sum \frac{W \cdot \rho \cdot h}{10}, \quad (2)$$

где W – влажность весовая, %;

ρ – плотность почвы, г/см³;

h – толщина почвенного слоя, см.

Зимой влажность почвы определяли термостатно-весовым методом, используя бюксы, бур прободборник, линейку, сушильный шкаф СШ-3 и весы *GM-612* [9].

Пробы отбирали по диагонали каждого опытного участка в пяти местах послойно через 0,1 м до глубины 1 м. Навески массой 30-40 г помещали в алюминиевые бюксы с герметичной крышкой, нумеровали и взвешивали с точностью до 0,01 г.

Затем образцы высушивали в сушильном шкафу при температуре 105-110°C в течение 6 ч. После охлаждения образцов по разнице в массе до и после сушки определяли количество испарившейся воды.

Влажность почвы вычисляли по формуле, %:

$$W = \frac{g - g'}{g'} \cdot 100, \quad (3)$$

где g – масса образца влажной почвы, г;

g' – масса образца сухой почвы, г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. В результате исследований динамики запасов влаги в пахотном слое зафиксированы суточные колебания, связанные с изменениями температуры воздуха и почвы (рис. 4). В темное время суток при охлаждении поверхности почвы пахотный слой насыщается влагой из нижележащих слоев и приземного воздуха, повышая запас влаги на 2 мм. В светлое время суток происходит нагревание почвы, что влечет за собой испарение влаги из пахотного горизонта и вытеснение ее в более холодные нижележащие слои почвы.

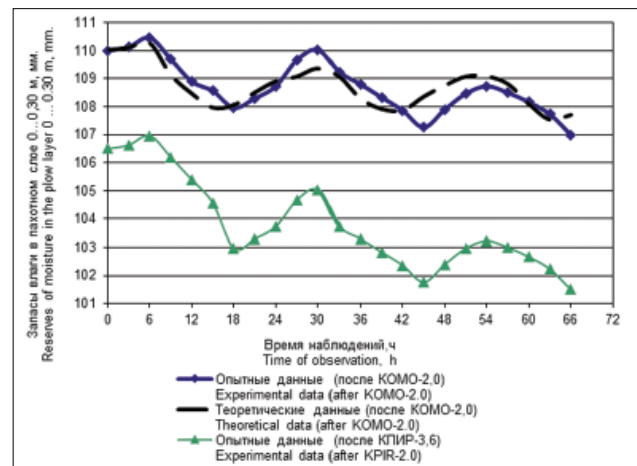


Рис. 4. Динамика запасов влаги в пахотном горизонте почвы при различных обработках

Fig. 4. Dynamics of moisture reserves in the arable soil horizon under various tillages

При этом теряется до 4 мм влаги.

Анализ результатов лабораторно-полевых исследований динамики изменения запасов влаги в пахотном слое почвы в зависимости от варианта обработки почвы показал, что при равных почвенных условиях за 66 ч наблюдений поверхность, обработанная культиватором КПИР-3,6, потеряла 5 мм запаса влаги, а в варианте с орудием КОМО-2,0 – 3 мм, что позволяет сделать вывод о лучших влагосберегающих свойствах замульчированной поверхности почвы, обработанной экспериментальным орудием.

Преимущество по общим запасам влаги агрофона с мелкой плоскорезной мульчирующей обработкой объясняется наличием мульчирующего поверхностного слоя, обладающего более низкой теплопроводностью и обеспечивающего снижение непродуктивных потерь влаги на испарение [10, 11].

В результате полевых исследований оценена эффективность применения экспериментального комбинированного орудия по динамике изменения запасов продуктивной влаги в метровом почвенном горизонте в течение осенне-весеннего периода. Сравнение проводили с агрофонами: без обработки, после обработки дисковым мульчировщиком

ДМ-5,2 на глубину 0,12 м, после мелкой плоскорезной обработки культиватором-плоскорезом игольчато-роторным КПИР-3,6 на глубину 0,16 м (рис. 5).

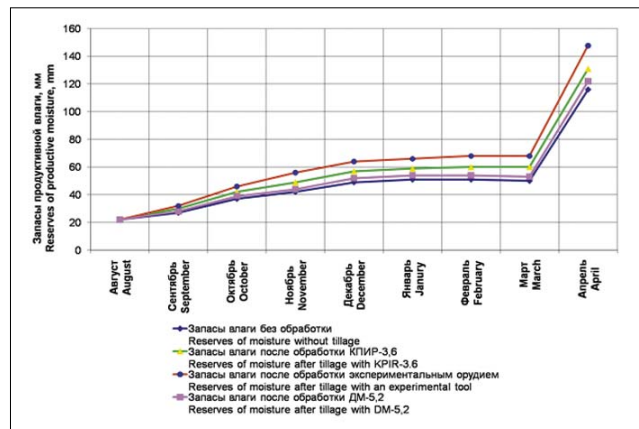


Рис. 5. Запасы продуктивной влаги в 1 м слое почвы на различных агрофонах

Fig. 5. Reserves of productive moisture in 1 m layer of soil at various tillages

Изменение запасов влаги в сравнении с агрофонами – без обработки, дискованием дисковым мульчировщиком ДМ-5,2 и мелкой плоскорезной обработкой культиватором-плоскорезом игольчато-ро-

торным КПИР-3,6 – показывает, что предлагаемая обработка имеет постоянное преимущество до периода проведения весенне-полевых работ в апреле-мае перед сравниваемыми агрофонами, соответственно, на 31,8; 25,8 и 16,8 мм.

После закрытия влаги на опытных участках высеяли яровой ячмень сорта Волгарь – посевным агрегатом АУП-18.05 с нормой высева 230 кг/га. Урожайность на участке, обработанном экспериментальным орудием, составила 22,4 ц/га, при обработке КПИР-3,6 – 21,2 ц/га, ДМ-5,2 – 20,2 ц/га, без обработки – 14,6 ц/га.

Выводы. Осенняя мелкая мульчирующая обработка почвы – перспективный агроприем. Он создает верхний мульчирующий слой почвы, обладающий необходимыми теплоизоляционными и влагоудерживающими свойствами, позволяет повысить запасы влаги в метровом слое почвы и урожайность возделываемых культур. Предлагаемое комбинированное орудие для реализации осенней мелкой мульчирующей обработки почвы в сравнении с мелкой плоскорезной обработкой культиватором-плоскорезом игольчато-роторным КПИР-3,6 обеспечивает прибавку урожайности ярового ячменя сорта Волгарь на 5,7% (1,2 ц/га).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корчагин В.А., Золотарев Н.И. Влаго- и ресурсосберегающие системы обработки почвы в степных районах Среднего Заволжья. Самара, 1997. 98 с.
2. Казаков Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье. Самара: Самарская ГСХА, 1997. 200 с.
3. Лобачевский Я.П. Новые почвообрабатывающие технологии технические средства // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2000. №8. 30-32.
4. Лачуга Ю.Ф., Савченко И.В., Чекмарев П.А., Шогенов Ю.Х., Кирсанов В.В., Шумов Ю.А., Голубев Д.А., Измайлов А.Ю., Мазитов Н.К., Кряжков В.М., Лобачевский Я.П., Елизаров В.П., Смирнов И.Г., Шайхов М.К., Жук А.Ф., Марченко О.С., Сорокин Н.Т., Белых С.А., Рычков В.А., Солдатова Т.Г. и др. Влагоаккумулирующие технологии, техника для обработки почв и использование минеральных удобрений в экстремальных условиях. Рязань: ВНИМС, 2014. 245 с.
5. Мазитов Н.К., Лобачевский Я.П., Сахапов Р.Л., Галютдинов Н.Х. Шарафиев Л.З. Влаго- и энергосберегающая технология обработки почвы и посева в остро засушливых условиях // *Техника и оборудование для села*. 2013. №3(189). С. 2-6.
6. Лачуга Ю.Ф., Мазитов Н.К., Бледных В.В., Кряжков В.М., Краснощеков Н.В., Черноиванов В.И., Кормановский Л.П., Попов В.Д., Липкович Э.И., Сысуев В.А., Ковалев Н.Г., Измайлов А.Ю., Федоренко В.Ф., Сахапов Р.Л., Рахимов Р.С., Хлызов Н.Т., Боровицкий М.В., Хаецкий Г.В., Алфеев В.Р., Стоян С.В. и др. Почвообрабатывающий и посевной комплекс для энерго-ресурсосберегающего производства продукции растениеводства: Рекомендации. М.: Столичная типография, 2008. 104 с.
7. Савельев Ю.А., Добрынин Ю.М., Ишкин П.А. Теоретическое исследование водного баланса почвы и процесса испарения почвенной влаги // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. №1. С. 23-28.
8. Патент №2421961 РФ. Комбинированное почвообрабатывающее орудие / Савельев Ю.А., Милюткин В.А., Добрынин Ю.М. 2011. Бюл. №18.
9. Савельев, Ю.А. Добрынин Ю.М. Орудие для мелкой мульчирующей обработки // *Сельский механизатор*. 2011. №11. С. 9.
10. Denisov Yu.M., Sergeev A.I., Bezbrodov G.A., Bezbrodov Yu.G. Moisture evaporation from bare soils. *Irrigation and Drainage Systems*. Netherlands. 2002; 16: 175-182.
11. Kalma J.D., McVicar T.R., McCabe M.F. Estimating land surface evaporation: A review of methods using remotely sensed surface temperature data. *Surv. Geophys.* 2008, 29: 421-469.



REFERENCES

1. Korchagin V.A., Zolotarev N.I. Vlogo-i resursosberegayushchie sistemy obrabotki pochvy v stepnykh rayonakh Srednego Zavolzh'ya [Moisture and resource saving systems of soil cultivation in the steppe areas of the Middle Transvolga]. Samara, 1997: 98. (In Russian)
2. Kazakov G.I. Obrabotka pochvy v Srednem Povolzh'e [Soil cultivation in the Middle Volga Region]. Samara: Samarskaya GSKhA, 1997: 200. (In Russian)
3. Lobachevskiy Ya.P. New soil-cultivating technologies and technical means. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*. 2000; 8: 30-32. (In Russian)
4. Lachuga Yu.F., Savchenko I.V., Chekmarev P.A., Shogonov Yu.Kh., Kirsanov V.V., Shumov Yu.A., Golubev D.A., Izmaylov A.Yu., Mazitov N.K., Kryazhkov V.M., Lobachevskiy Ya.P., Elizarov V.P., Smirnov I.G., Shaykhov M.K., Zhuk A.F., Marchenko O.S., Sorokin N.T., Belykh S.A., Rychkov V.A., Soldatova T.G., et al. Vlogoakkumuliruyushchie tekhnologii, tekhnika dlya obrabotki pochv i ispol'zovanie mineral'nykh udobreniy v ekstremal'nykh usloviyakh [Water storage technologies, machines for soil cultivation and mineral fertilization in extreme conditions]. Ryazan': VNIMS, 2014: 245. (In Russian)
5. Mazitov N.K., Lobachevskiy Ya.P., Sakhapov R.L., Galyautdinov N.Kh., Sharafiev L.Z. Moisture and energy saving technology of soil cultivation and sowing in strongly arid conditions. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2013; 3(189): 2-6. (In Russian)
6. Lachuga Yu.F., Mazitov N.K., Blednykh V.V., Kryazhkov V.M., Krasnoshchekov N.V., Chernoi Ivanov V.I., Kormanovskiy L.P., Popov V.D., Lipkovich E.I., Sysuev V.A., Kovalev N.G., Izmaylov A.Yu., Fedorenko V.F., Sakhapov R.L., Rakhimov R.S., Khlyzov N.T., Borovitskiy M.V., Khaetskiy G.V., Alfeev V.R., Stoyan S.V. Pochvoobrabatyvayushchiy i posevnoy kompleks dlya energo-resursosberegayushchego proizvodstva produktov rastenievodstva [Soil-cultivating and sowing complex for power-resource-saving production of crop industry]: Rekomendatsii. Moscow: Stolichnaya tipografiya, 2008: 104. (In Russian)
7. Savel'ev Yu.A., Dobrynin Yu.M., Ishkin P.A. Theoretical study of soil water balance and process of soil moisture evaporation. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2017; 1: 23-28. (In Russian)
8. Patent No2421961 RF. Kombinirovannoe pochvoobrabatyvayushchee orudie [Combined tillage tool]. Savel'ev Yu.A., Milyutkin V.A., Dobrynin Yu.M. 2011. Byul. N18. (In Russian)
9. Savel'ev, Yu.A. Dobrynin Yu.M. Tool for shallow mulching tillage. *Sel'skiy mekhanizator*. 2011; 11: 9. (In Russian)
10. Denisov Yu.M., Sergeev A.I., Bezbrodov G.A., Bezborodov Yu.G. Moisture evaporation from bare soils. *Irrigation and Drainage Systems*. Netherlands. 2002; 16: 175-182. (In English)
11. Kalma J.D., McVicar T.R., McCabe M.F. Estimating land surface evaporation: A review of methods using remotely sensed surface temperature data. *Surveys in Geophysics*. 2008; 29: 421-469. (In English)

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

объявляет набор

на бюджетные и платные места

высшее образование – программа подготовки научно-педагогических кадров

в аспирантуру

на 2017-18 учебный год

Лицензия №2498 от 15.02.2016

Государственная аккредитация № 2475 от 19 января 2017 года

По направлению подготовки 35.06.04

**Технология, средства механизации и энергетическое оборудование
в сельском, лесном и рыбном хозяйстве.**

Профиль: Машины, агрегаты и процессы (по отраслям);

Профиль: Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве;

Профиль: Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

Профиль: технологии и средства механизации сельского хозяйства.

высшее образование – программа Магистратуры на платные места

Лицензия №2498 от 15.02.2016

Адрес института: 109428, Москва, 1-й Институтский проезд, 5. Телефон для справок: 8 (499) 709-33-68.