

УДК 502/504 : 631.347

## Современные задачи и перспективные пути повышения эффективности и надежности широкозахватных дождевальных машин

Поступила 07.09.2018 г.

© Турапин Сергей Сергеевич, Костоварова Ирина Александровна  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», г. Коломна, Россия

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы и принципы развития широкозахватных дождевальных машин и ирригационного оборудования для внесения минеральных удобрений с поливной водой и определены современные задачи позволяющие добиться коренных улучшений в технико-эксплуатационных характеристиках. Методология проведения работы базируется на изучении и анализе конструктивно-компоновочных схем, принципов работы и конструкций современных электрифицированных дождевальных машин кругового действия ведущих зарубежных и отечественных производителей и оборудования для внесения удобрений к ним. В результате выявлены основные направления совершенствования дождевальной техники и определены концептуально новые технические решения по основным узлам и агрегатам.

**Ключевые слова.** Орошение, внесение удобрений, поливная вода, дождевание, широкозахватные дождевальные машины, новые технические решения, технические характеристики, многофункциональное использование поливной техники, гидрородкормщик.

## Modern problems and perspective ways of increase in efficiency and reliability of wide-cut sprinkling machine

Received on September 07, 2018

© Turapin Sergei Sergeevich, Kostovarova Irina Aleksandrovna  
Federal state budgetary scientific institution «All-Russian scientific research Institute «Raduga», Kolomna, Russia

**Abstract.** The article deals with the issues and principles of development of wide-reach sprinkler machines and irrigation equipment for the application of mineral fertilizers with irrigation water and identifies modern challenges to achieve fundamental improvements in technical and operational characteristics. The methodology of the work is based on the study and analysis of design and layout schemes, operating principles and designs of modern electrified circular sprinkler machines of leading foreign and domestic manufacturers and equipment for fertilizing them. As a result, the main directions of improvement of sprinkler equipment are identified and conceptually new technical solutions for the main units and assemblies are defined.

**Keywords.** Irrigation, fertilizer application, irrigation water, sprinkler irrigation, wide-cut sprinkling machine, new technical solutions, technical characteristics, multifunctional use of irrigation equipment, hydraulic feeder.

**Введение.** Вопросы стратегии развития орошаемого земледелия и совершенствования функциональных элементов при строительстве, реконструкции и техническом перевооружении гидромелиоративных систем весьма актуальны в настоящее время. Министерством сельского хозяйства РФ разработана концепция Федеральной целевой программы «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель России на период до 2020 года». Реализация Федеральной программы позволит восстановить, реконструировать

и построить технически совершенные мелиоративные системы, а также решить ряд других серьезных задач, стоящих перед мелиоративной отраслью [1–4].

Более трети всей сельскохозяйственной продукции в мире выращивается на орошаемых землях, которые составляют 17 % от всех используемых площадей. В России более 70 % всех сельскохозяйственных угодий и около 80 % пашни расположены в зонах недостаточного или неустойчивого увлажнения атмосферными осадками, с часто

повторяющимися засухами и суховеями, резко снижающими урожайность и валовые сборы сельскохозяйственной продукции. В связи с этим устойчивое развитие земледелия невозможно без орошения. Направленность и темпы его зависят, помимо материально-технических возможностей государства и других инвесторов, от продуктивности орошаемых земель и оросительной воды, наличия водных и земельных ресурсов, от решения социально-экономических и экологических проблем [5, 6].

Продуктивность орошаемых земель определяется, кроме агротехнических и организационно-экономических причин, мелиоративным благополучием и уровнем водообеспеченности земель, что напрямую зависит от наличия и технического состояния гидромелиоративных систем. Поиск стратегии развития и совершенствования гидромелиоративных систем (ГМС) для широкого диапазона природных условий РФ – задача первостепенной важности, требующая понимания механизма взаимодействия функциональных элементов ГМС [7–9].

Следует обратить внимание на то, что орошаемое поле непосредственно обслуживают средства полива и дренирования, остальные функциональные звенья ГМС имеют на него лишь косвенное влияние. Используемая при этом дождевальная техника и технологии полива оказывают решающее влияние на качество водо-распределения и регулирования водо-воздушного режима, а, следовательно, степень использования почвенно-климатических, материально-технических и энергетических ресурсов, обеспечение стабильной урожайности и экологическое состояние окружающей среды [10–13]. В связи с этим актуальным является совершенствование конструкции и улучшение технико-эксплуатационных и технологических параметров широкозахватных электрифицированных дождевальных машин.

Таким образом, целью исследования является разработка широкозахватной дождевальной машины нового поколения, обеспечивающей высокие технико-эксплуатационные показатели при фронтальном и круговом перемещении, взамен устаревших и вышедших из строя широкозахватных дождевальных машин.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследования являлись многофункциональные широкозахватные электрифицированные дождевальные машины и технические средства для внесения минеральных и органических удобрений с поливной водой. В качестве основы для исследования использовалась конструкторская документация на широкозахватную дождевальную технику отечественного и зарубежного производства, а так же рабочая конструкторская документация на гидроподкормщик, разработанная ФГБНУ ВНИИ «Радуга».

Методология проведения работы базируется на изучении и анализе конструктивно-компоновочных схем, принципов работы и конструкций современных электрифицированных дождевальных машин кругового действия ведущих зарубежных и отечественных производителей и оборудования для внесения удобрений к ним. Обзор литературных, технических и патентных источников, методик, рекомендаций выполнен с ретроспективной глубиной 20 лет.

**Результаты и обсуждение.** Анализ развития широкозахватной дождевальной техники отечественного и зарубежного производства позволил выявить основные направления совершенствования дождевальной техники, а именно [14, 15]:

1. Снижение материалоемкости машин (СМЕМ).
2. Увеличение сроков службы машин и повышение надежности узлов и агрегатов (УССМ).
3. Повышение агроэкологической надежности машин при эксплуатации (ПЭНМ).
4. Экономия энергетических и водных ресурсов (ЭЭВР).
5. Повышение эргономичности и технической эстетики машин (ПЭиТЭМ).

Проведя научно-технический анализ и изучив современное состояние широкозахватных дождевальных машин (ШДМ) отечественного и зарубежного производства, был принят ряд конструкторских решений, который позволяет добиться коренных улучшений в технико-эксплуатационных характеристиках ШДМ [5, 16–18]. Определены концептуально новые технические решения по основным узлам и агрегатам ШДМ, на сегодняшний день их 7:

1. В новой конструкции движителя ШДМ в отличие от классической компоновки и «главный редуктор - карданные валы - колесные червячные редукторы» впервые использована схема с индивидуальным приводом на каждое колесо опорной тележки через волновой редуктор. За счет этого достигается снижение энергопотребления на привод дождевальной машины в связи с повышением КПД (от 30...50 % у червячного редуктора до 80-90 % у волнового) также снизится и вес движителей ШДМ, что позволит снизить материалоемкость машины в целом. Так же у волновых редукторов более высокий уровень надежности и сроки службы (это даст возможность осуществить увеличение сроков эксплуатации дождевальной машины (ДМ) в целом) [5, 7].

2. Следующим отличием у нашего прототипа - применение прорезиненных колесных траков на жестком стальном ободе вместо камерных/бескамерных колесных покрышек. Это позволит повысить проходимость и снизить нагрузку на систему "почва-колесо". Кроме этого произойдет снижение весовых характеристик колес опорных тележек и повысится срок их службы [5, 14, 23].

3. Так же отличительной особенностью нашего прототипа является то, что в качестве дождеобразующих устройств используются универсальные дождевальные насадки со сменными форсунками устанавливаемыми на телескопической штанге, что позволит регулировать качество и количество искусственных осадков, а также высоту распыла дождевого облака в зависимости от потребности и вида выращиваемых с/х культур без значительных трудозатрат [5, 8, 9, 17, 24].

Это новшество позволит повысить урожайность сельскохозяйственных культур до экономически оптимальных уровней и снизить экологическую напряженность при проведении поливов (повышение эрозионной устойчивости, снижение сноса ветром капель искусственного дождя, расширение зон применения ШДМ).

4. Применение частотных преобразователей в сочетании с тензозадатчиками для управления движением и равномерным перемещением опорных тележек ДМ по орошаемому участку.

Это позволит обеспечивать плавное включение пусковых сопротивлений,

возможность регулировать ток в требуемых пределах, что уменьшит число ошибок, возникающих при пуске, и повысит производительность всей системы в целом. То же самое касается реверса и торможения [5, 12, 15, 23, 24].

Применение частотных преобразователей с оригинальной системой слежения за фронтальным перемещением тележек дождевальной машины, позволяет создать саморегулирующую систему, исключая выбег и отставание тележек, и соответственно изгиб машины. Применение частотных преобразователей даст возможность плавно регулировать скорость движения машины от нуля до номинальной и выше, обеспечит плавный разгон и торможение, ограничит токи на уровне номинального в пусковых, рабочих и аварийных режимах, увеличит срок службы электродвигателей и механической части электропривода тележек, снизит затраты на планово-предупредительные и ремонтные работы.

5. Интегрирование в систему управления ШДМ блока, отвечающего за схему перемещения ДМ по полю с комбинированными функциями: фронтально-поворотная; L – образная, ипподромная.

Это позволит максимально приблизить контур орошения ДМ к контуру существующего поля и повысит коэффициент земельного использования этого КЗИ и урожайность сельскохозяйственных культур [5, 14, 16].

6. Интегрирование в систему управления ШДМ блока информационной системы с передачей метеоданных и блока мониторинга влажности почвы с целью обеспечения оперативного регулирования режимов орошения. Это позволит снизить затраты на проведение поливов за счет своевременного получения информации и корректировки потребностей подачи воды на поле (экономия энергетических ресурсов и водных ресурсов) [5, 12, 25].

7. Применение новых композиционных материалов в конструкции ШДМ позволит снизить материалоемкость ДМ и увеличить сроки их эксплуатации [5, 13, 14].

С целью проведения ранжирования по наиболее значимым улучшениям каждое из технических решений проверялось на условие соответствия

направлениям развития техники. За счет этого технические решения, которые соответствовали наибольшему количеству направлений, ставились приоритетными. В таблице 1 приведены сравнительные характеристики ра-

зработываемого и серийного образца ШДМ. Схемы разрабатываемой дождевальной машины «Водолей-А» и серийной дождевальной машины «Радуга-70» приведены на рисунках 1 и 2.

Таблица 1  
Сравнительные характеристики нового и серийного образца ШДМ

Наименование показателей	Серийные образцы	Новый образец
Максимальная потребляемая средняя мощность, кВт (базовая модель длиной 450 м)	6,8	3,4
Материалоемкость на 1 ферменный пролет, кг (базовая модель длиной 450 м)	2050	1430
Средний диаметр капель, мм, не более	1,5	1,0
Коэффициент эффективного полива, не менее	0,7	0,85
Скорость движения последней тележки, регулируемая в пределах, м/мин	0,18...1,8	0,18...3,0
Количество машин обслуживаемых 1 оператором, шт.	6	12
Время работы машины без контроля оператором, ч	20...24	40...48
Срок службы машин, лет, не менее	12	20

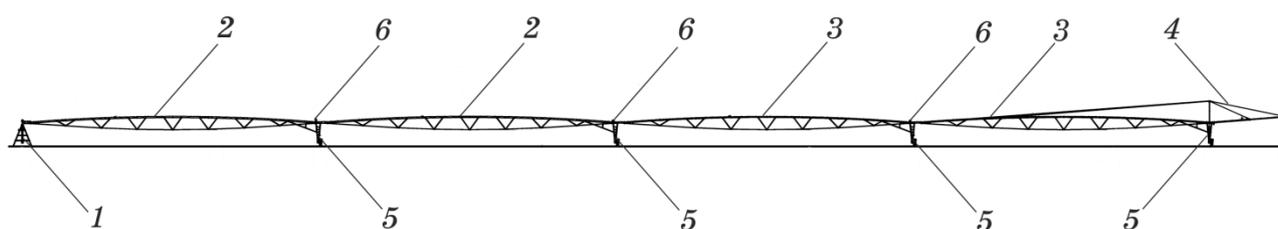


Рис. 1. Разрабатываемый образец широкозахватной дождевальной машины «Водолей-А»: 1 – неподвижная опора; 2 и 3 – фермы с трубопроводами Ø219 мм и Ø168 мм соответственно; 4 – консоль; 5 – тележка; 6 – система синхронизации

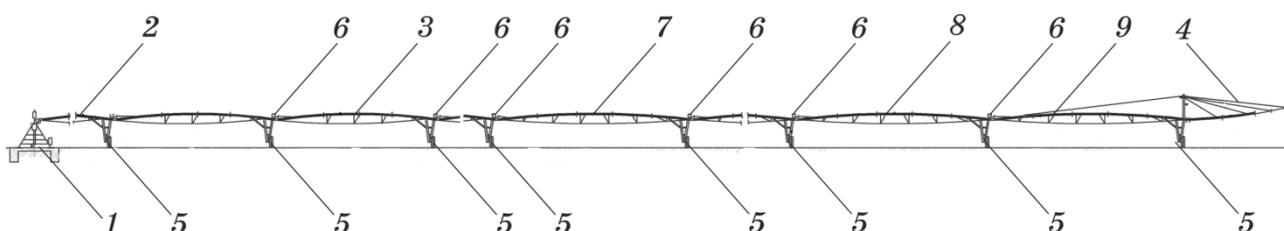


Рис. 2. Серийный образец МДЭК «Радуга-70»: 1 – неподвижная опора; 2 – ферма головная; 3 и 8 – фермы промежуточная; 4 – консоль; 5 – тележка; 6 – система синхронизации; 7 – ферма переходная; 9 – ферма предконсольная

Пути развития дождевальной техники не эффективны без применения системного внесения удобрений и химмелиорантов с поливной водой [19, 20].

Обзор литературных, технических и патентных источников, методик, рекомендаций технических средств внесения минеральных и органических удобрений,

химикатов с поливной водой показывает, что один из путей решения проблемы находится в комплексном к ней подходе. Прежде всего, функциональным звеном, ради которого создаются оросительные системы – является орошаемое поле, то есть, технологии производства продукции растениеводства и требования агротехники,

определяют степень совершенства систем орошения и оборудования к нему.

Совмещение операций полива и внесения удобрений, средств химизации сельскохозяйственного производства с оросительной водой, отвечает требованиям проведения своевременных подкормок и выполнения профилактических работ по борьбе с сорной растительностью, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур в соответствии с интенсивными и индустриальными технологиями, основанными на многократном, а иногда и постоянном внесении необходимых веществ за вегетацию. В тоже время обеспечивает проведение мер против осолонцевания почв, отвечает современным требованиям внедрения энергосберегающих экономичных технологий при механизации процессов ведения сельского хозяйства и программированном выращивании урожая растениеводческой продукции [21, 22].

Сказанное позволяет выявить следующие направления совершенствования по внесению удобрений с поливной водой:

1. Совершенствование оборудования для приготовления и внесения минеральных удобрений. Конструкция технических средств многоцелевого орошения непрерывно совершенствуется с целью снижения эксплуатационных затрат, повышения эффективности и надежности технологического процесса. Дальнейшее совершенствование технических средств многоцелевого орошения будет происходить в следующих направлениях:

- автоматизация технологического процесса внесения удобрений с поливной водой;

- универсальность конструкции с целью использования на различных видах дождевальной техники;

- точность объемов дозирования химмелиорантов при орошении;

- использование новых антикоррозионных и химически устойчивых материалов с целью повышения надежности и долговечности.

- объединение оборудования в компактный многофункциональный узел

2. Правильный выбор агрохимикатов.

3. Приемы и технологии внесения удобрений (обеспечение питания растений, модель реализации подкормок). Внесение минеральных и органических удобрений, химмелиорантов с поливной водой широко используется при дождевании различными типами дождевальной техники (широко-

захватными и шлангобарабанными дождевальными машинами, колесными трубопроводами, стационарными и передвижными дождевальными установками и другими техническими средствами). Равномерность внесения определяется типом машины и качеством распределения искусственного дождя по орошаемому участку. Качество внесения определяют технические средства для дозирования и наличие соответствующей технологической оснастки.

Многофункциональность заключается в использовании оборудования для следующих целей:

- подача удобрений

- промывка капельного оборудования с помощью кислот

- улучшение химического состава воды

- подача пробиотиков в прикорневую зону

- контроль pH и ЕС почвы

В качестве решения предлагается разработанный гидроподкормщик поршневой 2-х ходовой с приводом от давления воды, использующий принцип поддержания концентрации раствора удобрений в оросительной воде с помощью порционного насоса-дозатора типа «Дозатрон».

Агрегат предназначен для внесения концентрированных растворов минеральных удобрений на оросительных системах и других оросительных устройствах с соответствующими параметрами путем дозированного ввода концентрированного раствора в поток оросительной воды в процессе полива. Гидроподкормщик, который должен иметь собственно агрегат для отбора и ввода жидких удобрений, емкость для жидких удобрений, соединительные трубопроводы с запорно-регулирующей арматурой, приборы контроля давления. Дополнительно может оснащаться емкостью для приготовления растворов жидких минеральных удобрений из сухих туков. Предназначен для ввода жидких концентрированных удобрений в напорную трубопроводную сеть оросительной системы (рис. 3). В отличие от дозатрона и эжекторов, широко применяемых в оросительных системах для ввода жидких удобрений в напорную трубопроводную сеть, настоящий гидроподкормщик не требует создания перепада давления в магистральном трубопроводе, что значительно снижает энергоемкость системы орошения [26].

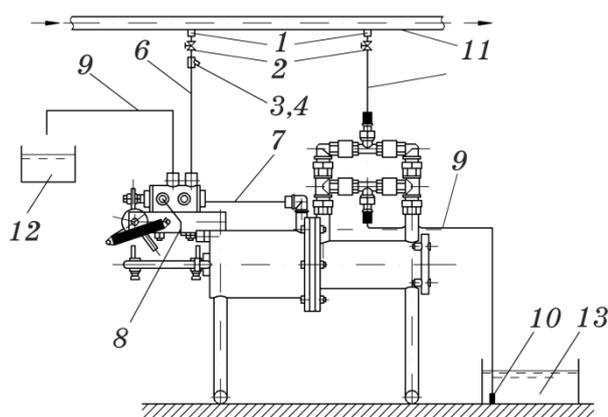


Рис. 3. Ирригационное оборудование для внесения минеральных и органических удобрений с поливной водой: 1 – штуцер; 2 – кран шаровой; 3 – фильтр Y-образный сетчатый; 4 – ниппель; 5, 6, 7, 8, 9 – присоединительные гибкие шланги в металлической оплетке из нержавеющей стали; 10 – клапан муфтовый обратный донный; 11 – напорный трубопровод поливного устройства; 12 – водоем для технологического слива; 13 – емкость для жидких удобрений

Для эффективной работы в диапазоне давления от 1 до 10 атмосфер и расхода от 1 до 200 л/с в магистральном трубопроводе гидроподкормщик снабжен сменными поршнями, которые имеют 2 режима работы, что позволяет применять оборудование для малообъемного орошения и широкозахватных дождевальными машин. Нет холостого хода поршня. Подача удобрений идет непрерывно при движении поршня в обе стороны. Подача удобрения в напорную трубопроводную сеть производит непрерывно и равномерно.

Конструкция гидроподкормщика позволяет производить сборку из отечественных материалов, что может стать хорошим подспорьем в условиях импортозамещения [19]. Стоимость гидроподкормщика в 1,5...2 раза дешевле по сравнению с зарубежными аналогами. В таблице 2 приведено сравнение технического уровня разрабатываемого оборудования и зарубежных аналогов.

Таблица 2

Сравнение технического уровня дозирующих устройств

Наименование показателя сопоставимости	Единица измерения	Значение показателей		
		Разрабатываемое оборудование	аналоги	
			DOZATRON	MixRite
Давление рабочей среды гидропривода	МПа	0,05...1,0	0,05...0,5	0,02...0,6
Расход гидропривода	л/час	165,2...1154	10...1500	20...2500
Расход впрыска	л/час	29,7...388,8	0,05...60	0,1...150
Концентрация раствора		от 1:200 до 1:25	от 1:200 до 1:25	от 1:200 до 1:25
Цена	руб.	30000...35000	29000...100000	15000...75000
Температура окружающей и рабочей среды	°С	+2...+45	+5... +40	+4...+40

Выводы

Исходя из анализа научно-технической и патентной информации по теме исследования перспективными являются следующие направления, задачи и способы реализации повышения эффективности и надежности широкозахватных дождевальных машин:

1. Экономия оросительной воды и снижение энергозатрат на проведение поливов: применение регуляторов давления; переменный диаметр водопроводящего трубопровода; материал изготовления водопроводящего трубо-

провода; использования низконапорных дождевальных насадок; импульсное орошение в зонах избыточного полива;

2. Оптимизация временных затрат: совершенствование ходовых систем; применение системы автоматического управления машиной; совершенствование структуры защиты и управления машиной; использования современной микроэлектронной базы; дистанционное управление групповой работой машин;

3. Повышение агроэкологической надежности: увеличение скорости движения машины; снижение давления хо-

довых систем машин на почву; применение системы внесения удобрений и химмелиорантов с поливной водой.

### Библиографический список

1. Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы: Федеральная целевая программа [Текст]: [Пост. Правительства РФ от 12 октября 2013 г. N 922 «О федеральной целевой программе «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы» (с изменениями и дополнениями)]. – М., 2014. – 172 с.
2. Турапин С.С., Костоварова И.А., Шленов С.Л. Типовые схемы технических решений при проектировании и эксплуатации оросительных систем с широкозахватными дождевальными машинами // Техника и оборудование для села. 2015. № 7. С. 7–9
3. Ольгаренко Г.В. Проблемы и перспективы технического обеспечения орошения // Мелиорация и водное хозяйство. 2010. №2. С. 8–10.
4. Давшан С.М., Савушкин С.С., Ольгаренко Д.Г. Реконструкция оросительных систем: прогноз потребности в дождевальной технике, экономическая эффективность // Мелиорация и водное хозяйство. 2008. № 4. С. 29–32.
5. Разработка ресурсосберегающих технологий орошения и новой экологически безопасной дождевальной техники для строительства, реконструкции, технического перевооружения и эксплуатации гидромелиоративных систем, обеспечивающих рациональное использование мелиорированных земель [Текст]: отчет о НИР № 319а/20-ГК от 15.08.2017 (Минсельхоз России) / ФГБНУ ВНИИ «Радуга»; исполн.: Ольгаренко Г.В., Турапин С.С. [и др.]. – Коломна, 2017. – 1995 с. – № ГР АААА-Б17-217122790080-5.
6. Рязанцев А.И. Резервы снижения энергопотребления и обеспечения экологической безопасности при дождевании // Мелиорация и водное хозяйство. 2000. № 4. С. 34–38
7. Рязанцев А.И. Направления совершенствования дождевальной техники // Мелиорация и водное хозяйство. 2004. № 3. С. 33–36.
8. Рязанцев А.И., Егорова Н.Н., Бубенчиков М.А., Каштанов В.В., Сирко В.Г. Совершенствование ДДА-100МА для полива овощных культур // Мелиорация и водное хозяйство. 2009. № 1. С. 34–35.
9. Турапин С.С., Костоварова И.А., Шленов С.Л. Разработка и испытания отечественной дождевальной техники // Техника и оборудование для села. 2015. № 11. С. 27–31.
10. Городничев В.И. Полнота и достоверность оценки качества полива дождеванием // Мелиорация и водное хозяйство. 2011. № 4. С. 36–38.
11. Городничев В.И. Оценка качества работы фронтальных дождевальных машин // Мелиорация и водное хозяйство. 2011. № 3. С. 30–32.
12. Городничев В.И. Приборы контроля и оценки качества полива дождевальными машинами фронтального действия // Техника в сельском хозяйстве. 2004. № 4. С. 30–32.
13. Ивин С.Н. Факторы, определяющие надежность дождевальной техники // Мелиорация и водное хозяйство 2007. № 4. С. 38–40.
14. Ольгаренко Г.В., Городничев В.И. Дождевальная техника нового поколения // Мелиорация и водное хозяйство. 2006. №2. С. 34–36.
15. Алдошкин А.А., Понамарев А.Н. Конструкции и параметры современного ирригационного оборудования // Природообустройство. 2008. №5. С. 74–80.
16. Разработка технической документации и опытных образцов типовых узлов широкозахватной универсальной дождевальной машины, обеспечивающей высокие технико-экономические показатели [Текст]: отчет НИР. – Коломна: ВНИИ «Радуга», 2016. – С. 135.
17. Жирнов А.Н., Турапин С.С. Технические средства модернизации дождеобразующего пояса электрифицированных дождевальных машин // Природообустройство. 2011. №1. С. 29–33.
18. Пат. 2212787 Российская Федерация. МПК: А01G25/09, А01G25/16. Многофункциональная дождевальная машина [Текст] / Кошкин Н.М., Ольгаренко В.И., Ольгаренко Г.В., Кошкин А.Н.; заявитель и патентообладатель: Государственное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга». – Заяв. 2001.07.19; опубл. 27.09.2003.

19. Ольгаренко Г.В. Реализация программы импортозамещения в области производства техники полива в российской федерации // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 1. С. 44–47.

20. Губер К.В. Технология многоцелевого использования дождевальной техники // Мелиорация и водное хозяйство 2004. № 4. С. 38–41.

21. Костоварова И.А., Шленов С.Л., Асцатрян С.А., Грушин А.В. Технологии и технические средства при многофункциональном использовании поливной техники // Техника и оборудование для села. 2017. № 8. С. 20–23.

22. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: Справочник / Ольгаренко Г.В. [и др.]. – М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 503 с.

23. Irrigation advances. Volume 25. Issue 2. Fall 2015. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.zimmatic.com/stuff/contentmgr/files/6/adcc389c115876bfcdb359ab345a9db3/pdf/lindsay\\_irrigationadvances\\_fall15\\_web.pdf](http://www.zimmatic.com/stuff/contentmgr/files/6/adcc389c115876bfcdb359ab345a9db3/pdf/lindsay_irrigationadvances_fall15_web.pdf) (дата обращения: 02.09.2018).

24. Irrigation advances. Volume 25. Issue 2. Spring 2015. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.zimmatic.com/stuff/contentmgr/files/6/d1d17419cd24bb1e27a65dcc9b6c660f/pdf/lindsay\\_irrigationadvances\\_spring15\\_web.pdf](http://www.zimmatic.com/stuff/contentmgr/files/6/d1d17419cd24bb1e27a65dcc9b6c660f/pdf/lindsay_irrigationadvances_spring15_web.pdf) (дата обращения: 02.09.2018).

25. Irrigation advances. Volume 24. Issue 1. Fall 2014. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.zimmatic.com/stuff/contentmgr/files/5/58bf29f051455660c32765bcba864f58/pdf/ia\\_fall2014.pdf](http://www.zimmatic.com/stuff/contentmgr/files/5/58bf29f051455660c32765bcba864f58/pdf/ia_fall2014.pdf) (дата обращения: 02.09.2018).

26. Fan, J., Wu, L., Zhang, F., Yan, S., Xiang, Y. Evaluation of Drip Fertigation Uniformity Affected by Injector Type, Pressure Difference and Lateral Layout // Irrigation and Drainage. 2017. 66(4). P. 520–529.

#### References in roman script

1. Razvitie melioracii zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya Rossii na 2014-2020 godu: Federal'naya celovaya programma [Tekst]: [Post. Pravitel'stva RF ot 12 oktyabrya 2013 g. N 922 «O federal'noj celevoj programme «Razvitie melioracii zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya Rossii na 2014–2020 godu» (s

izmeneniyami i dopolneniyami)]. – М., 2014. – 172 s.

2. Turapin S.S., Kostovarova I.A., SHlenov S.L. Tipovye skhemy tekhnicheskikh reshenij pri proektirovanii i ehk-spluatacii orositel'nyh sistem s shirokozahvatnymi dozhdeval'nymi mashinami // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2015. № 7. S. 7–9

3. Ol'garenko G.V. Problemy i perspektivy tekhnicheskogo obespecheniya oro-sheniya // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2010. №2. S. 8–10.

4. Davshan S.M., Savushkin S.S., Ol'garenko D.G. Rekonstrukciya orositel'nyh sistem: prognoz potrebnosti v dozhdeval'noj tekhnike, ehkonomicheskaya ehffektivnost' // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2008. № 4. S. 29–32.

5. Razrabotka resursosberegayushchih tekhnologij orosheniya i novej ehkologicheskoi bezopasnoj dozhdeval'noj tekhniki dlya stroitel'stva, rekonstrukcii, tekhnicheskogo perevoorzheniya i ehkspluatacii gidromeliorativnyh sistem, obespechivayushchih racional'noe ispol'zovanie meliorirovannyh zemel' [Tekst]: otchet o NIR № 319a/20-GK ot 15.08.2017 (Minsel'hoz Rossii) / FGBNU VNII «Raduga»; ispoln.: Ol'garenko G.V., Turapin S.S. [i dr.]. – Kolomna, 2017. – 1995 s. – № GR AAAA-B17-217122790080-5.

6. Ryazancev A.I. Rezervy snizheniya ehnergovodopotrebleniya i obespecheniya ehkologicheskoi bezopasnosti pri dozhdevanii // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2000. № 4. S. 34–38

7. Ryazancev A.I. Napravleniya sovershenstvovaniya dozhdeval'noj tekhniki // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2004. № 3. S. 33–36.

8. Ryazancev A.I., Egorova N.N., Bubenichikov M.A., Kashtanov V.V., Sirko V.G. Sovershenstvovanie DDA-100MA dlya poliva ovoshchnyh kul'tur // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2009. № 1. S. 34–35.

9. Turapin S.S., Kostovarova I.A., SHlenov S.L. Razrabotka i ispytaniya otechestvennoj dozhdeval'noj tekhniki // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2015. № 11. S. 27–31.

10. Gorodnichev V.I. Polnota i dostovernost' ocenki kachestva poliva dozhdevaniem // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2011. № 4. S. 36–38.

11. Gorodnichev V.I. Ocenka kachestva raboty frontal'nyh dozhdeval'nyh mashin // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2011. № 3. S. 30–32.
12. Gorodnichev V.I. Pribory kontrolya i ocenki kachestva poliva dozhdeval'nymi mashinami frontal'nogo dejstviya // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. 2004. № 4. S. 30–32.
13. Ivin S.N. Faktory, opredelyayushchie nadezhnost' dozhdeval'noj tekhniki // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo 2007. № 4. S. 38–40.
14. Ol'garenko G.V., Gorodnichev V.I. Dozhdeval'naya tekhnika novogo pokoleniya // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2006. №2. S. 34–36.
15. Aldoshkin A.A., Ponamarev A.N. Konstrukcii i parametry sovremennogo irrigacionnogo oborudovaniya // Prirodoobustrojstvo. 2008. №5. S. 74–80.
16. Razrabotka tekhnicheskoy dokumen-tacii i opytnyh obrazcov tipovyh uz-lov shirokozahvatnoj universal'noj dozhdeval'noj mashiny, obespechivayushchej vysokie tekhniko-ehkonomicheskie pokazateli [Tekst]: otchet NIR. – Kolomna: VNII «Raduga», 2016. – S. 135.
17. ZHirnov A.N., Turapin S.S. Tekhnicheskie sredstva modernizacii dozhdeobrazuyushchego poyasa ehlektrificirovannyh dozhdeval'nyh mashin // Prirodoobustrojstvo. 2011. №1. S. 29–33.
18. Pat. 2212787 Rossijskaya Federaciya. MPK: A01G25/09, A01G25/16. Mnogofunktional'naya dozhdeval'naya mashina [Tekst] / Koshkin N.M., Ol'garenko V.I., Ol'garenko G.V., Koshkin A.N.; zayavitel' i patentoobladatel': Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie «Vserossijskij nauchno- issledovatel'-skij institut sistem orosheniya i sel'hozvodosnabzheniya «Raduga». – Zayav. 2001.07.19; opubl. 27.09.2003.
19. Ol'garenko G.V. Realizaciya programmy importozameshcheniya v oblasti proizvodstva tekhniki poliva v rossijskoj federacii // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2018. № 1. S. 44–47.
20. Guber K.V. Tekhnologiya mnogoce-levogo ispol'zovaniya dozhdeval'noj te-hniki // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo 2004. № 4. S. 38–41.
21. Kostovarova I.A., SHlenov S.L., Ascatrian S.A., Grushin A.V. Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva pri mnogo-funktional'nom ispol'zovanii polivnoj tekhniki // Tekhnika i oboru-dovanie dlya sela. 2017. № 8. S. 20–23.
22. Resursosberegayushchie ehnergoehffektivnye ehkologicheski bezopasnye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva orosheniya: Spravochnik / Ol'garenko G.V. [i dr.]. – M: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2015. – 503 s.
23. Irrigation advances. Volume 25. Issue 2. Fall 2015. [EHlektronnyj resurs]. – URL: [http://www.zimmatic.com/stuff/contentmgr/files/6/adcc389c115876bfcdb359ab345a9db3/pdf/lindsay\\_irrigationadvances\\_fall15\\_web.pdf](http://www.zimmatic.com/stuff/contentmgr/files/6/adcc389c115876bfcdb359ab345a9db3/pdf/lindsay_irrigationadvances_fall15_web.pdf) (data obrashcheniya: 02.09.2018).
24. Irrigation advances. Volume 25. Issue 2. Spring 2015. [EHlektronnyj resurs]. – URL: [http://www.zimmatic.com/stuff/contentmgr/files/6/d1d17419cd24bb1e27a65dce9b6c660f/pdf/lindsay\\_irrigationadvances\\_spring15\\_web.pdf](http://www.zimmatic.com/stuff/contentmgr/files/6/d1d17419cd24bb1e27a65dce9b6c660f/pdf/lindsay_irrigationadvances_spring15_web.pdf) (data obrashcheniya: 02.09.2018).
25. Irrigation advances. Volume 24. Issue 1. Fall 2014. [EHlektronnyj resurs]. – URL: [http://www.zimmatic.com/stuff/contentmgr/files/5/58bf29f051455660c32765bcba864f58/pdf/ia\\_fall2014.pdf](http://www.zimmatic.com/stuff/contentmgr/files/5/58bf29f051455660c32765bcba864f58/pdf/ia_fall2014.pdf) (data obrashcheniya: 02.09.2018).
26. Fan, J., Wu, L., Zhang, F., Yan, S., Xiang, Y. Evaluation of Drip Fertigation Uniformity Affected by Injec-tor Type, Pressure Difference and Lateral Layout // Irrigation and Drainage. 2017. 66(4). P. 520–529.

#### Дополнительная информация

##### Сведения об авторах:

**Турапин Сергей Сергеевич**, кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»; Российская Федерация, 140483, Московская область, Коломенский район, пос. Радужный, 38; e-mail: praduga@yandex.ru.

**Костоварова Ирина Александровна**, ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»; Российская Федерация, 140483, Московская область, Ко-

ломенский район, пос. Радужный, 38; e-mail: praduga@yandex.ru.



В этой статье под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International License, которая разрешает копирование, распространение, воспроизведение, исполнение и переработку материалов статей на любом носителе или формате при условии указания автора(ов) произведения, защищенного лицензией Creative Commons, и указанием, если в оригинальный материал были внесены изменения. Изображения или другие материалы третьих лиц в этой статье включены в лицензию Creative Commons, если иные условия не распространяются на указанный материал. Если материал не включен в лицензию Creative Commons, и Ваше предполагаемое использование не разрешено законодательством Вашей страны или превышает разрешенное использование, Вам необходимо получить разрешение непосредственно от владельца(ев) авторских прав.

**Для цитирования:** Турапин С.С., Костоварова И.А. Современные задачи и перспективные пути повышения эффективности и надежности широкозахватных дождевальных машин // Экология и строительство. 2018. № 3. С. 17–26. doi: [10.24411/2413-8452-2018-10011](https://doi.org/10.24411/2413-8452-2018-10011).

### Additional Information

#### Information about the authors:

**Turapin Sergei Sergeevich**, candidate of technical sciences, associate Director of the Federal state budgetary scientific institution «All-Russian scientific research Institute «Raduga»; Raduzhnyj, 38, Kolomna district, Moscow region, Russian Federation, 140483; e-mail: praduga@yandex.ru.

**Kostovarova Irina Aleksandrovna**, leading researcher, candidate of agricultural sciences; Federal state budgetary scientific institution «All-Russian scientific research Institute «Raduga»; Raduzhnyj, 38, Kolomna district, Moscow region, Russian Federation, 140483; e-mail: praduga@yandex.ru.



This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

**For citations:** Turapin S.S., Kostovarova I.A. Modern problems and perspective ways of increase in efficiency and reliability of wide-cut sprinkling machine // Ekologiya i stroitelstvo. 2018. № 3. P. 17–26. doi: [10.24411/2413-8452-2018-10011](https://doi.org/10.24411/2413-8452-2018-10011).