

## **СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ РЕЖИМАМИ ОРОШЕНИЯ ДОЖДЕВАНИЕМ**

**М.Г. Голченко**, доктор технических наук,

**Д.А. Емельяненко**, аспирант,

**Д.В. Яланский**, аспирант

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия  
г. Горки, Беларусь*

### **Аннотация**

Проанализированы некоторые существующие способы и устройства для оперативного управления эксплуатационными режимами орошения, предложены новые устройства и способ полива дождеванием, признанные изобретениями с выдачей авторских свидетельств.

**Ключевые слова:** орошение, дождевание, режимы орошения, оперативное управление, дождемеры, нормы полива, устройства

### **Abstract**

**M.G. Golchenko, D.A. Emelyanenko, D.V. Yalansky**

### **MODES AND UNITS FOR IMPROVING OPERATIONAL MANAGEMENT OF OPERATING IRRIGATION REGIMES BY SPRINKLING**

Some modes and units for operational management of operating irrigation regimes are analyzed; modern equipment and watering mode by sprinkling are presented which are recognized as invention proved with copyright.

**Keywords:** irrigation, sprinkling, irrigation regimes, operational management, rain gauge, watering norms, equipment

### **Введение**

Развитие мелиорации земель в Республике Беларусь в настоящее время регулируется Законом Республики Беларусь [1] и Государственными программами по мелиорации, разрабатываемыми и утверждаемыми на каждую пятилетку. Эффективность мелиорации земель может быть достигнута путем дифференцированного и экономически обоснованного применения различных видов и способов, в том числе оросительных мелиораций.

Становление оросительных мелиораций в Республике Беларусь, эффективность и направления совершенствования научно-практических основ орошения земель, прежде всего при дождевании минеральных почв, изложены в работах [2,3]. При этом одним из важнейших направлений повышения эффективности орошения следует считать совершенствование организационно-технологического уровня эксплуатации оросительных систем с внедрением системы оперативного управления режимами дождевания с учетом складывающейся и прогнозируемой метеоинформации при возделывании конкретных сельхозугодий.

### **Основная часть**

Оперативное планирование поливных режимов сельскохозяйственных культур заключается в текущем контроле, прогнозе и управлении сроками и нормами поливов на основе, как правило, воднобалансовых расчетов динамики влагозапасов корнеобитаемого слоя почвы. Практическая реализация оперативного формирования режимов дождевания заключается в выполнении следующих **основных элементов**:

- получение, анализ и введение в программу расчета исходной информации с орошаемых полей в начале оросительного периода (культура, период вегетации, почвы, начальные влагозапасы и т.д.);
- систематическая передача оперативной метеорологической информации, репрезентативной для данного поля, в течение оросительного периода;
- передача сведений о состоянии посевов, фазах развития культур, ходе агротехнических мероприятий, готовности дождевальной техники, фактических поливах;
- обработка поступающей с полей информации, выполнение воднобалансовых расчетов влагозапасов почвы на конец истекшего и прогнозного периодов, определение сроков и норм поливов и передача результатов расчета службе эксплуатации;
- подготовка к планируемым поливам и их проведение;
- корректировка сроков и норм поливов в связи с фактически складывающимися условиями на орошаемых полях.

Примеры практической реализации системы оперативного планирования режимов дождевания приводятся в работах [4,5,6]. Однако эти предложения нуждаются в их дальнейшем совершенствовании в направлении более полного учета взаимосвязанных факторов и разработок устройств для их измерения.

Важнейшим элементом эксплуатационного режима орошения является правильное (своевременное) назначение и проведение сроков полива с учетом биологических особенностей культур, погодных условий и механического состава почвы. Обычно такой общепринятый (как считается) способ назначения сроков полива предполагает систематическое (через 5 – 7 дней) послойное (через 10...20 см) измерение влажности почвы, выраженной в различных единицах, ее сравнение с нижним оптимальным пределом и назначение (не назначение) поливов. При этом влажность почвы рекомендуется (чаще всего) измерять термостатно-весовым методом. Однако такой метод весьма трудоемок и не всегда его можно применить не только в производственных, но и в опытных условиях. При этом результаты исследований получаются с опозданием (при весовом способе).

Вместе с тем, существуют инструментальные способы измерения влажности почвы. Так, в работе [7], предложен прибор для автоматической регистрации влажности почвы, основанный на принципе капиллярного натяжения почвенной влаги. Использование тензиометров при регулировании водного режима почв при орошении овощей изложены в работе [8].

Представляет интерес иммерсионный метод определения влажности почвы [9], который дал положительные результаты при сравнении с термостатно-весовым методом и при котором исключается сушка и многократное взвешивания проб. Существует и целый ряд других устройств для послойного измерения влажности почвы.

Однако эти способы назначения сроков полива можно упростить путем измерения влажности одного горизонта почвы [10]. Установлено, что на почвах с однородным механическим составом по профилю влажность на глубине 30...40 см фактически совпадает со средней влажностью расчетного метрового слоя (коэффициент корреляции 0,85...0,90).

Представляет интерес способ назначения (прогнозирования) сроков полива сельхозугодий на основании расчетов влагозапасов по эмпирическим уравнениям связи, полученным в результате статической обработки массовых сопряженных наблюдений за влажностью почвы, метеорологическими элементами и состоянием растений. Общий вид уравнения:

$$W_k = a W_n + b P + c t + d,$$

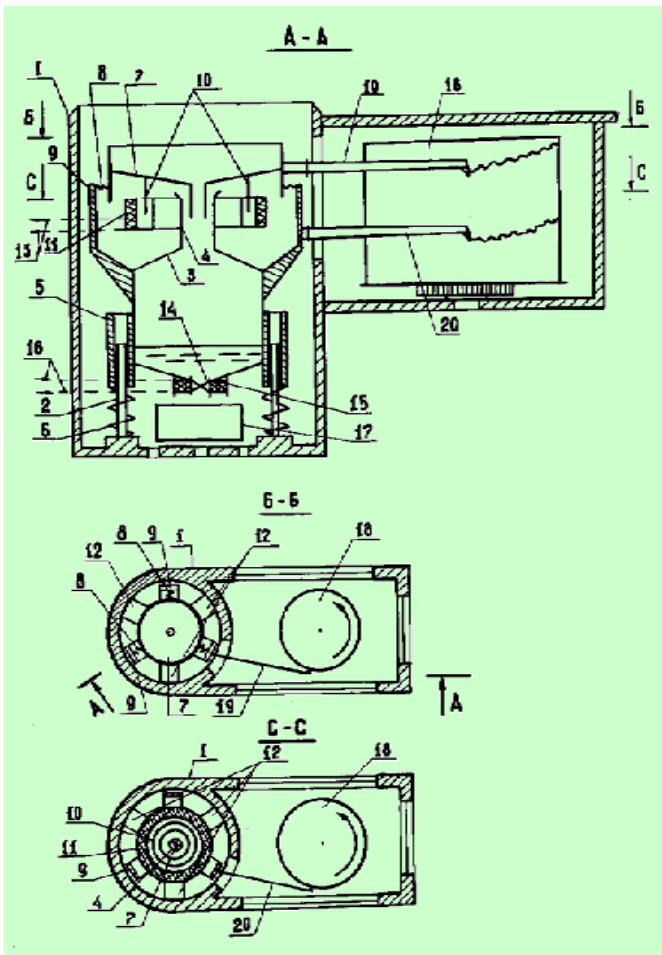
где  $W_k$ ,  $W_n$  – запасы влаги в расчетном слое почвы на конец и начало декады, мм;  $P$  – сумма осадков за декаду, мм;  $T$  – среднесуточная за декаду температура воздуха, °С;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  – числовые параметры.

Для получения наиболее достоверных данных уравнений связи необходима обработка массовых и достоверных данных. Как показано в работе [10], коэффициенты множественной корреляции колебались в пределах 0,8...0,9 (при числе случаев наблюдений 75...80). Однако полученные уравнения связи могут быть применимы только для конкретных культур и фаз их развития и лишь в тех почвенно-климатических зонах, где они установлены.

При осуществлении эксплуатационных режимов орошения необходимо измерять количество и интенсивность искусственного дождя, создаваемого конкретной дождевальной установкой. А это в свою очередь позволит регулировать продолжительность полива для повышения качества дождевания. Для этих целей предлагается устройство для управления поливом дождеванием [11].

На рисунке 1 показано предлагаемое устройство. Устройство состоит из корпуса 1, в котором жестко закреплены стойки 2, подвески осадкосборного сосуда 3 с горловиной 4. Стойки 2 входят во втулки 5, опирающиеся на пружины 6 и жестко закрепленные на осадкосборном сосуде 3.

Водоприемная часть устройства выполнена в виде воронки 7, свободно входящей в горловину 4 осадкосборного сосуда 3 и закрепленной посредством упругих элементов 8 на кронштейнах 9, которые жестко соединены с осадкосборным сосудом 3. На воронке 7 закреплен кольцевой сердечник 10, входящий в зазор катушки 11 электрического датчика. Катушка 11 закреплена посредством кронштейнов 12 в корпусе 1 и соединена линией 13 связи с командным устройством, выполненным, например, в виде усилителя, связанного с пусковым устройством электроздвижки или насоса насосной станции (не показано).



**Рисунок 1– Устройство для управления поливом дождеванием**

Под действием силы тяжести воды, стекающей из воронки 7 через горловину 4 в осадкосборный сосуд 3, последний опускается на подвеске, так как втулки 5 сжимают пружины 6. Одновременно с осадкосборным сосудом 3 опускается и воронка 7 водоприемной части устройства, за счет чего кольцевой сердечник 10 глубже входит в зазор катушки 11 электрического датчика, усиливая сигнал, передаваемый по линии 13 связи.

Таким образом, осадкосборный сосуд 3 кроме сбора искусственного дождя выполняет также функцию датчика количества дождя, и в устройстве усиление индуцированного сигнала происходит как от увеличения энергий дождя, так и от его количества, т.е. от поливной нормы.

При достижении величиной сигнала заданного значения, определенного заранее в процессе тарировки и характеризующего эрозионно допустимую поливную норму, командное устройство дает сигнал на пусковое устройство электрозадвижки или насоса насосной станции, и полив прекращается. При этом от командного устройства по линии 16 обратной связи посылается сигнал, управляемый соленоидный клапан 15 открывается и вода из осадкосборного сосуда 3 через сливное отверстие 14 сливается в контрольный сосуд 17.

Для тарировки прибора, контроля его работы, а также для применения его при изучении характеристик дождя возможны как запись электрического сигнала с катушки 11 электрического датчика, так и механическая запись на барабане с часовым механизмом 18 самописца. При этом верхняя кривая, записанная стрелкой 19, будет характеризовать мгновенные значения энергетических характеристик дождя, а также его количество и интенсивность, так как стрелка 19 закреплена непосредственно на воронке 7 водоприемной части устройства. Нижняя кривая, записанная стрелкой 20, будет характеризовать осредненные значения энергетических характеристик дождя (так как масса осадкосборного сосуда 3 значительно больше массы воронки 7 водоприемной части), а также его количество и интенсивность.

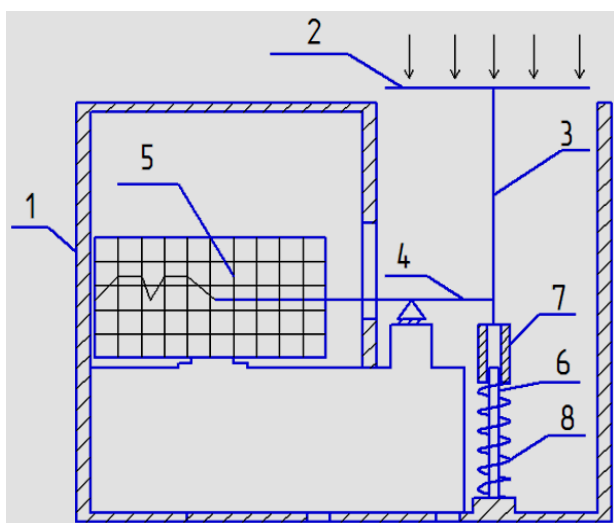
Осадкосборный сосуд 3 имеет сливное отверстие 14, перекрываемое управляемым соленоидным клапаном 15, соединенным линией 16 обратной связи с командным устройством. Под сливным отверстием 14 установлен контрольный сосуд 17.

В корпусе 1 установлен также барабан с часовым механизмом 18 самописца, связанный стрелкой 19 с воронкой 7. Стрелка 20, закрепленная на кронштейне 9, связывает барабан с часовым механизмом 18 с осадкосборным сосудом 3.

Устройство работает следующим образом. Искусственный дождь попадает на воронку 7 водоприемной части устройства, при этом она перемещается под действием энергии дождя на упругих элементах 8, вызывая колебания кольцевого сердечника 10, входящего в зазор катушки 11 электрического датчика, и индуцированный сигнал по линии 13 связи

передается на командное устройство. С увеличением энергии дождя увеличивается амплитуда колебаний кольцевого сердечника 10, т.е. увеличивается индуцированный сигнал. Таким образом, воронка 7 водоприемной части устройства кроме сбора искусственного дождя с определенной площади выполняет также функцию датчика энергии дождя.

Предлагается также и более упрощенное устройство для измерения количества и интенсивности дождя (рисунок 2), основанного на учете мощности (сила удара) создаваемого дождя (дождемер).



**Рисунок 2 – Схема устройства для определения выдаваемой нормы полива**

При отсутствии дождя пружина 8 возвращает круг в первоначальное положение, а на ленте пишется горизонтальная линия. Устройство позволяет определять также продолжительность полива и интенсивность дождя в любой период времени.

В процессе оперативного управления эксплуатационным режимом орошения дождеванием рекомендуется также использовать «Способ полива дождеванием» [12], признанный изобретением. Цель изобретения – поддержание влажности почвы на всем орошаемом участке в оптимальных пределах, сокращение затрат рабочего времени и рациональное использование поливной воды.

Поставленная цель достигается тем, что полив дождеванием начинают раньше установленного срока на величину интервала, равного половине расчетного межполивного интервала, поливной нормой, равной также половине величины расчетной поливной нормы, с последовательным увеличением поливной нормы до ее расчетной величины. Полив осуществляют следующим образом. Например, поливная норма равна 300 м<sup>3</sup>/га, продолжительность полива участка, т.е. межполивной интервал, равен 8 сут. Дождевальная машина начинает полив участка раньше расчетного срока на 4 сут величиной поливной нормы 150 м<sup>3</sup>/га, что соответствует среднему (между верхним и нижним пределом оптимума) значению оптимальной влажности почвы. Влажность почвы в начале участка в этом случае будет увеличена до верхнего предела оптимальной влажности. При дальнейшем движении машины поливная норма увеличивается пропорционально снижению фактической влажности почвы, достигая в конце поливного участка расчетной величины, соответствующей снижению влажности почвы до нижнего предела оптимума. После полива влажность почвы в конце участка, как и по длине участка, будет увеличена до верхнего предела оптимального значения. Предлагаемый способ позволяет обеспечить поддержание влажности почвы в оптимальных пределах на всем участке за один проход дождевальными машинами и сэкономить оросительную воду в связи с уменьшением поливной нормы в начале полива.

Безусловно, рассмотренные выше некоторые способы и устройства для оперативного управления эксплуатационными режимами орошения дождеванием нуждаются в дальнейшем теоретическом, но, особенно в практическом (конкретно к видам сельхозугодий, почвам, метеоусловиям, видам дождевальной техники и т.д.) совершенствовании. В этом направлении кроме работы [4] следует отметить предложения А.П. Лихачевича [13] по нормировании параметров эксплуатационного режима орошения сельскохозяйственных культур применительно к условиям Республики Беларусь. Предполагается в ближайшей перспективе дальнейшее научно-практическое и производственное обоснование приемов оперативного управления орошения дождеванием

проводить на учебно-опытном оросительном комплексе «Тушково» УО «БГСХА», который является на данный момент действующей дождевальной системой для опытных целей в Республике Беларусь [14].

### Заключение

Эффективность оросительных мелиораций в Республике Беларусь в значительной степени зависит от своевременного осуществления эксплуатационных режимов орошения (сроки, нормы полива). Это может быть достигнуто за счет применения правильной, научно-обоснованной системы оптимального управления поливами при эксплуатации оросительных систем. Рассмотрены существующие приемы совершенствования оперативного управления, предложены новые способы и устройства для их осуществления (защищенные авторскими свидетельствами на изобретение).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О мелиорации земель. Закон Респ. Беларусь от 23 июля 2008 г., № 423–3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2008. – № 1 / 84 – 2 / 1520.
2. Лихацевич, А.П. Развитие оросительных мелиораций в Республике Беларусь / А.П. Лихацевич, М.Г. Голченко // Мелиорация и актуальные проблемы инновационного развития АПК: материалы. междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2013. – С. 84 - 86.
3. Голченко, М.Г. Совершенствование научно-практических основ оросительных мелиораций на минеральных почвах Республики Беларусь / М.Г. Голченко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2. – С. 123 - 129.
4. Методические рекомендации по оперативному планированию режимов дождевания сельскохозяйственных культур на минеральных почвах Белорусской ССР / М.Г. Голченко, В.И. Вихров, О.А. Шавлинский. – Горки. – БСХА. – 1986. – 43 с.
5. Оптимальное управление поливами при эксплуатации оросительных систем: рекомендации. – М., ВО «Агропромиздат», 1990. – 32 с.
6. Ягудин, Н.В. Оперативное планирование эксплуатационных режимов орошения при использовании широкозахватных дождевальных машин: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 06.01.02 / Н.В. Ягудин; Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации А.Н. Костякова. – М., 1987. – 20 с.
7. Исаев, И.Н. Прибор для автоматической регистрации влажности почвы / И.Н. Исаев // Гидротехника и мелиорация: сб. тр. БСХА. – Минск: Урожай, 1966. – С. 93 - 96.
8. Шавлинский, О.А. Использование тензиометров при регулировании водного режима почв при дождевании овощей / О.А. Шавлинский // Мелиорация и гидротехника БССР: сб. науч. трудов. – Горки, 1981. – Вып. 72. – С. 12 - 18.
9. Кузьмичев, Д.С. Иммерсионный метод определения влажности почвы / Д.С. Кузьмичев // НТИ по мелиорации и водному хозяйству. – Минск, 1979. – № 1. – С. 21 - 24.
10. Голченко, М.Г. Способы назначения сроков полива сельскохозяйственных культур в условиях Белоруссии / М.Г. Голченко // Республиканские межведомственные сборники. – Минск: Выш. школа. 1975. – Вып. 5. – С. 93 - 100.
11. Устройство для управления поливом дождеванием: а.с. 1576048 СССР. А 01 G 25 / 00 / М.Г. Голченко, В.И. Желязко, Н.Н. Михальченко. – 4392927 / 30 – 15. Заявл. 16.03.88; Оpubл. 07.07.90. Бюл. № 25 // Открытия. Изобретения. – 1990. – № 25. – С. 22.
12. Способ полива дождеванием: а.с. 1517850 СССР, А 01 G 25 / 00 / М.Г. Голченко. – 4313355 / 30 – 15; Заявл. 11.08.87; Оpubл. 30.10.89. Бюл. № 40 // Открытия. Изобретения. – 1989. – № 40. – С. 20.
13. Лихацевич, А.П. Дождевание сельскохозяйственных культур. Основы режима при неустойчивой естественной влагообеспеченности / А.П. Лихацевич. – Минск: Бел. наука. 2005. – 278 с.
14. Голченко, М.Г. Учебно-опытный оросительный комплекс «Тушково» / М.Г. Голченко, А.В. Леганьков // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии: юбилейный выпуск к 175-летию БГСХА. – 2015. – С. 68 - 71.

Поступила 1.03.2016