

10. Схема районирования дренажа в Поволжье / Л.Г. Балаев, В.В. Бейлин, В.И. Бобченко, Э.И. Гольденберг, Д.М. Кац, Б.И. Костин, Н.М. Решеткина. – М.: ВНИИГиМ, 1980. – 28 с.

#### References

1. Bobchenko, V.I. On the use of drainage waters in the Volga region / V.I. Bobchenko, N.M. Reshetkina, S.Ya. Soifer // Hydraulic engineering and melioration. - 1983. - No. 6. - pp. 73-76.
2. Borodychev, V.V. Is drainage of irrigated lands needed in the Volgograd region / V.V. Borodychev, I.I. Kontorovich // Melioration and water management. – 2022. - No. 4. – pp. 36-41.
3. Vasilenko, L.N. The effect of groundwater irrigation on soil fertility of the Volgograd Volga region: abstract. diss. ... candidate of Biological Sciences: 06.01.03) / Vasilenko Lidiya Nikolaevna [Moscow State University, Fac. Soil science]. – М., 1977. – 21 p.
4. Kontorovich, I.I. Utilization of drainage runoff from irrigated lands: [monograph] / I.I. Kontorovich. - Riga: Lambert Academic Publishing, 2018. – 203 p.
5. Kontorovich, I.I. Improving the efficiency of sprinkler systems based on irrigation and drainage wells: abstract. diss. ... candidate of Technical Sciences: 06.01.02 / Kontorovich Igor Iosifovich [VNIIGiM] – М., 1986. – 24 p.
6. Kontorovich, I.I. Technology of desalination of drainage waters by the method of winter sprinkling / I.I. Kontorovich // Modern problems of land reclamation and ways to solve them. – М.: VNIIGiM. – 1999. – Vol. 1. – pp. 212 – 223.
7. Manual on cleaning and disposal of drainage and waste water. - М: VNIIGiM, VNIIOZ, 1999. – 67 p.
8. Recommendations on the use of drainage waters for irrigation of agricultural crops (for the conditions of the Volgograd Volga region). – Moscow: VNIIGiM, 1978. – 46 p.
9. Reshetkina, N.M. Vertical drainage / N.M. Reshetkina, H.I. Yakubov. – М.: Kolos, 1978. – 320 p.
10. Scheme of drainage zoning in the Volga region / L.G. Balaev, V.V. Beilin, V.I. Bobchenko, E.I. Goldenberg, D.M. Katz, B.I. Kostin, N.M. Reshetkina. – М.: VNIIGiM, 1980. – 28 p.

УДК 626.8:627.8.07

DOI 10.37738/VNIIGIM.2024.45.54.017

## ОБЗОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ СБРОСА ДРЕНАЖНЫХ ВОД ИЗ СЕТИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ТРУБЧАТОГО ДРЕНАЖА

**Кузнецов Ю.С.**, аспирант

ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье приводится обзор и функциональная классификация устройств-регуляторов сброса дренажных вод, которые устанавливаются в смотровых дренажных колодцах на сети трубчатого гидромелиоративного дренажа осушительно-увлажнительных систем. По результатам патентного поиска рассмотрены и классифицированы некоторые конструкции регуляторов уровня грунтовых вод (УГВ), получившие широкое распространение.*

***Ключевые слова:** дренажный сток, регуляторы УГВ, управление дренажным стоком, шлюзование, горизонтальный трубчатый дренаж, регулирующие колодцы, поплавковый механизм, шиберная заслонка*

## OVERVIEW OF DEVICES FOR REGULATING DRAINAGE WATER DISCHARGE FROM THE HORIZONTAL TUBULAR DRAINAGE NETWORK

**Kuznetsov Yu.S.**, postgraduate student

All-Russian Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation.

***Abstract.** The article provides an overview and functional classification of devices-regulators of drainage water discharge, which are installed in inspection drainage wells on a network of tubular hydro-reclamation drainage of drainage-irrigation systems. According to the results of the patent search, some designs of groundwater level regulators that have become widespread are considered and classified.*

***Keywords:** drainage flow, drainage management structures, drainage water management, horizontal tubular drainage, regulating wells, float mechanism, gate valve*

**Актуальность исследования.** Для поддержания мелиоративного режима на осушенных землях в последнее время всё более активно проводятся исследования по совершенствованию методов и способов управления водным режимом почв на таких землях. Известно, что в южной части гумидной зоны России всё чаще повторяются периоды, когда в середине вегетационного периода осадков выпадает крайне мало. В связи, с чем на осушаемых массивах земель происходит чрезмерное иссушение корнеобитаемого слоя, что в свою очередь ведёт к снижению урожайности некоторых требовательных к водному режиму сельскохозяйственных культур.

Наиболее распространённым способом увлажнения осушенных земель с преимущественно атмосферным типом водного питания является дождевание. На осушенных землях, где преобладает тип водного питания из бассейна грунтовых вод, имеется возможность сохранить весенний сток талых вод в прудах-накопителях [3]. Накопленный ресурс воды расходуют на пополнение влагозапасов верхних слоёв почвы путём дождевания или подпочвенного увлажнения. Поэтому осушительные системы двустороннего действия принято разделять на осушительно-оросительные и осушительно-увлажнительные соответственно [3].

Элементом осушительной системы, при помощи которого непосредственно регулируется водно-воздушный режим почвы в соответствии с потребностями сельскохозяйственных культур, является регулирующая сеть [3]. При интенсивном использовании пахотных угодий на землях с грунтовым типом водного питания регулирующая сеть чаще всего представлена закрытыми осушителями, а конкретнее горизонтальным систематическим дренажём. Дренаж предназначен для увеличения зоны аэрации путём понижения уровня грунтовых вод. Объём грунтовых вод, отводимый из расчётного слоя грунта дренажём, соответствует объёму дренажного стока. Для регулирования объёма сбрасываемых дренажных вод в водоприемник на осушительно-увлажнительных системах применяют специальные устройства-регуляторы [2,3].

**Цель исследования:** обзор и описание функциональных особенностей конструкций устройств-регуляторов сброса дренажных вод из сети горизонтального трубчатого дренажа.

**Методы исследования.** Применяется исторический (ретроспективный) метод. В частности, проводится патентный поиск, который оформляется в виде литературного обзора (по 24 патентам).

**Объект исследования.** Рассматриваемые в данной статье устройства-регуляторы сброса дренажных вод устраивают на закрытых коллекторах проводящей сети в смотровых колодцах. Такие колодцы принято называть *регулирующими колодцами* или *дренажными вентилями* [1]. Сами устройства предназначены для поддержания на осушаемой территории заданного уровня грунтовых вод (УГВ), поэтому иногда их называют «*регуляторы УГВ*».

По своим функциям *регуляторы УГВ* схожи со шлюзами-регуляторами, устанавливаемыми в руслах открытых каналов осушительно-увлажнительных мелиоративных систем. Главная функция и тех и других устройств состоит в создании подпора воды в мелиоративной дренажной сети для поддержания оптимального водно-воздушного режима почв на осушаемой территории.

Наибольшее распространение получили именно шлюзы-регуляторы, так как управление ими можно осуществлять наиболее оперативно и при определённых геоморфологических условиях (плоском рельефе), увлажняя осушенный массив малым числом шлюзов.

Существует много различных схем взаимного расположения элементов трубчатой осушительной сети и трубчатой сети для подпочвенного увлажнения (двухъярусная, параллельная, взаимно перпендикулярная, совмещённая).

Здесь рассматривается только случай, когда трубчатые осушительные дрены являются одновременно и увлажнителями, а на дренажной сети осуществляется *предупредительное шлюзование* (прекращается сброс дренажных вод из сети) или *гарантированное подпочвенное увлажнение* (субиригация).

### **Результаты и обсуждение.**

Все найденные устройства для регулирования сброса дренажных вод можно подразделить по степени автоматизации: с ручным управлением, механическим (автоматическим) передаточно-поплавковым управлением, с электроприводом (рис.1).

По направлению движения вод по коллекторно-дренажной сети, регулирующие устройства в устье коллектора можно подразделить на:

- односторонние (осуществляется только выпуск воды в водоприемник);
- двусторонние, когда при повышении уровней воды в водоприемнике, устройство выпускает в дренажную сеть оросительные воды (режим подпочвенного увлажнения) [4].

В зависимости от способа сброса накопленных в полости дрен сточных вод *регуляторы УГВ* бывают:

- с поверхностным переливом через последовательно устанавливаемые шандоры (US20100276015A1) или вертикальные трубки заданной высоты (система Людеке) [1];
- с поверхностным переливом через кромку гибкой гофрированной вставки, связанной с поплавком (RU2458203C2, RU2636319C1, RU2642095C1);

- со спуском воды посредством клапанов различной конструкции, запирающих водопускное отверстие;
- со сбросом через сифон, расположенный в герметичной ёмкости при наличии обратного воздушного клапана (RU2076918C1, RU2557186C1).

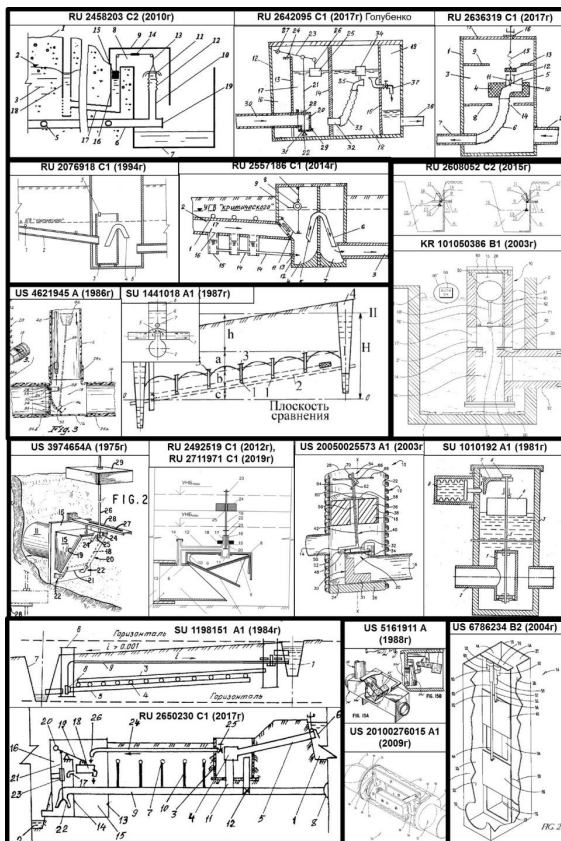


Рисунок 1 – Устройства для регулирования сброса дренажных вод

Первый и третий способ сброса вод часто применяются одновременно.

Наличие только шандорных вставок подразумевает под собой ручное управление регулятором УГВ, то есть наличие регулировщиков, аналогично поливальщикам на системах поверхностного орошения [1].

В связи с трудоёмкостью ручного управления было разработано множество конструкций с применением поплавков, которые своим всплытием активируют механизм, открывающий запорный спускной клапан. Перед установкой в устройстве критического уровня зеркала воды, при котором поплавок всплывает,

проводят предварительные расчёты или назначают эту величину исходя из конструктивных особенностей коллекторно-дренажной сети.

Поплавки устраивают как внутри аккумулирующей ёмкости, так и снаружи сооружения, для улавливания уровня воды в открытых каналах (RU2608052C2, KR101050386B1) [5].

Зарпорные клапаны могут быть выполнены из следующих элементов:

- *гибкой мембраны*, изгибающейся в зависимости от разности давлений в разделительных камерах (SU1441018A1), или отводимой от отверстия при помощи механического воздействия сцепки (US4621945A);

- *внешнего затвора на угловом срезе* трубы перемещается за счёт прямого механического воздействия сцепки (US20050025573A1, US3974654A) или за счёт сжатия эластичной ёмкости (RU2492519C1, RU2711971C1);

- *внешнего затвора без оси вращения*, перемещающегося вертикально вместе с поплавком (KR101050386B1);

- *внутреннего плоского затвора* (SU1010192A1);

- *внешнего или внутреннего объёмного (цилиндрического) затвора* (RU2584313C1).

Отдельно можно выделить группу патентов на устройства, где закрытие клапана на устьевом участке закрытого коллектора субиригационной системы зависит от наличия воды в водоприёмном (истоковом) колодце за счёт гидростатического давления, передаваемого по отдельному трубопроводу (SU1198151A1), или за счёт потока жидкости по соединительному трубопроводу (RU2650230C1), наполняющего ёмкость противовеса.

Существуют простые и сложные конструкции передаточно-поплавковых механизмов для автоматического дифференцированного или постепенного спуска дренажных вод. Особенно много патентов таких механизмов за авторством М.И. Голубенко за последние 10 лет (RU2636757C1). Но с точки зрения автора данной статьи, чем меньше подвижных элементов в системе, тем срок её службы будет больше, а обслуживание проще.

Регуляторы УГВ предназначены для работы в течение всего календарного года, в том числе и в зимний период. Поэтому были разработаны специальные конструкции для предотвращения замерзания дренажных вод как в самих колодцах регуляторах, так и в коллекторно-дренажной сети (SU1010192A1).

Многие разработки отечественных инженеров долгое время были направлены на конструирование единичных устройств, способных регулировать сброс стока с достаточно ровных, безуклонных осушенных территорий (уклоны до 0,010 или 1%) преимущественно в устьях трубчатых сетей. Если же регулирование сброса дренажных вод из сети закрытого дренажа осуществлять с территорий с большими уклонами местности, то необходимо будет устраивать множество подпорных устройств по трассе одного коллектора. Данная проблема была решена в серии патентов, где внутри расширения коллекторной трубы устраивается клапан, поддерживающий небольшой напор (US20100276015A1, US7857546B2). Открытие клапана происходит в момент уравнивания массы

накопившейся в дренажной сети воды и противовеса в сухой камере устройства (US5161911A).

Новым этапом развития конструкций регуляторов УГВ на закрытой дренажной сети стало применение шиберных заслонок аналогично шлюзам-регуляторам. Открытие заслонки возможно осуществлять не только вручную, но и с применением линейных приводов, оснащённых уже электродвигателями (US10458085B2). Поэтому наиболее перспективными являются конструкции, в которых спуск дренажного стока из аккумулирующей камеры регулирующего колодца осуществляется путём дискретного открытия электроавтоматизированных заслонок (US6786234B2). Регуляторы УГВ по патенту US6786234B2 активно внедряются на территории США, Канады, ФРГ, где устройства применяются для:

- снижения вымывания питательных веществ из корнеобитаемого слоя;
- предотвращения перехода органических веществ в хорошо растворимое состояние при аэробных условиях (при пониженном стоянии УГВ);
- снижения смыва почв при интенсивных осадках, путём своевременного отвода впитавшихся в почвенный слой поверхностных вод (инфильтрационных вод) [6,7,8,9].

### **Заключение**

В процессе исследования не было найдено ни одной конструкции с пневматическим (гидроимпульсным) управлением регулятора УГВ и ни одной отечественной конструкции с электромеханическим приводом.

При наличии большого числа регуляторов УГВ на осушительной сети появляется вопрос: как оперативно осуществлять активизацию работы каждого устройства? Автором данной статьи предлагается в дальнейшем провести исследования по управлению сетью устройств-регуляторов УГВ несколькими перспективными способами:

*обособленный беспроводной*, через радиопередачу управляющих сигналов на блоки управления каждого устройства, которые питаются от фотоэлементов;

*сетевой беспроводной*, когда все устройства-регуляторы УГВ запитаны электроэнергией от централизованной сети, но управляющие сигналы передаются на каждый блок управления радиосигналом;

*сетевой проводной* (программный), когда электропитание устройств централизованное, управляющие сигналы передаются по одному кабелю, но для каждого блока управления имеется своя установленная частота активации (аналогично системам автоматического полива в городских парках, усовершенствовать метод из патента US8342775B2).

Преимуществами систем подпочвенного увлажнения (субирригации) перед системами дождевания является:

- энергосбережение (напоры, создаваемые насосными станциями намного меньше, чем рабочие напоры дождевальных машин);
- отсутствие корки на поверхности почвы (верхний рыхлый слой предохраняет почву от излишнего испарения, листья растений не смачиваются поливной водой);

– меньшие капитальные затраты по сравнению с дождеванием [3].

Подпочвенное увлажнение возможно применять только на массивах с неглубоким залеганием грунтовых вод или водонепроницаемых пород, иначе вся впитавшаяся вода будет уходить в нижележащие слои [3].

#### **Список использованных источников**

1. Костяков, А.Н. Основы мелиораций / А.Н. Костяков. – Москва: СЕЛЬХОЗГИЗ, 1938. – 732 с.
2. Линкевич, Н.Н. Осушительно-увлажнительная система: учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию по дисциплине «Инженерная мелиорация» для студентов специальности 1-70 04 01 «Водохозяйственное строительство» / Н.Н. Линкевич. – Минск: БНТУ, 2011. – 134 с. ISBN 978-985-525-419-6
3. Осушительные системы двустороннего действия: научный обзор / С.М. Васильев, В.Н. Щедрин, А.Л. Кожанов, О.В. Воеводин, В.В. Слабунов, А.С. Штанько, С.Л. Жук. – Новочеркасск: ФГБНУ «РосНИИПМ, 2018. – 117 с.
4. Применение подпочвенного орошения на фоне осушительно-увлажнительного горизонтального дренажа (субиригация) / А.О. Налойченко, А.Ж. Атаканов. – Бишкек: Переплетчик, 2009. – 16 с.
5. Шевченко, В.А. Осушительно-увлажнительные системы - новые технические решения для условий Нечерноземной зоны / В.А. Шевченко, В.К. Губин, Л.В. Кудрявцева. – Москва: ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», 2020. – 44 с. ISBN 978-5-6042437-0-1.
6. Fouss, James L. Water table control systems / James L. Fouss, Robert O. Evans, James E. Ayars, Evan W. Christen. Design and Operation of Farm Irrigation Systems. – Michigan, St. Joseph: American Society of Agricultural and Biological Engineers. – 2007. – Pp. 684-724. – URL: <https://www.researchgate.net>.
7. Richard, A. Cooke. Drainage water management: a practice for reducing nitrate loads from subsurface drainage systems / Richard A. Cooke, Gary R. Sands, Larry C. Brown. – Michigan, St. Joseph: American Society of Agricultural and Biological Engineers. – 2006. – 8 pp. – URL: <https://www.epa.gov>.
8. Support Tool for Economic Considerations of On-Farm. Surface Water. Subsurface Drainage as a Water Management: Research Report / Manitoba Agriculture. – Portage la Prairie: MB, 2016. – 79 pp.
9. Sustainable Water Management in Agriculture–The Impact of Drainage Water Management on Groundwater Table Dynamics and Subsurface Outflow / Mariusz Sojka, Michał Kozłowski, Rafał Stasiak, Michał Napierała, Barbara Kęsicka, Rafał Wróżyński, Joanna Jaskuła, Daniel Liberacki, Jerzy Bykowski. – Journal Sustainability, 2019. Volume 11, Number 4201, 18 pp. – URL: <https://doi.org/10.3390/su11154201>.

#### **References**

1. Kostyakov, A.N. Fundamentals of land reclamation / A.N. Kostyakov. – Moscow: SELKHOZGIZ, 1938. – 732 p.
2. Linkevich, N.N. Dehumidification and humidification system: an educational and methodological guide for course and diploma design in the discipline "Engineering melioration" for students of specialty 1-70 04 01 "Water management construction" / N.N. Linkevich. - Minsk: BNTU, 2011. – 134 p. ISBN 978-985-525-419-6
3. Double-acting drainage systems: a scientific review / S.M. Vasiliev, V.N. Shchedrin, A.L. Kozhanov, O.V. Voevodin, V.V. Slabunov, A.S. Shtanko, S.L. Zhuk. – Novocherkassk: FSBI RosNIIPM, 2018. – 117 p.
4. Application of subsurface irrigation against the background of drainage and humidification horizontal drainage (subirrigation) / A.O. Naloichenko, A.J. Atakanov. Bishkek: Bookbinder, 2009. – 16 p.

5. Shevchenko, V.A. Dehumidification and humidification systems - new technical solutions for the conditions of the Non-Chernozem zone / V.A. Shevchenko, V.K. Gubin, L.V. Kudryavtseva. – Moscow: A.N. Kostyakov VNIIGiM Federal State Budgetary Scientific Institution, 2020. – 44 p. ISBN 978-5-6042437-0-1.
6. Fouss, James L. Water table control systems / James L. Fouss, Robert O. Evans, James E. Ayars, Evan W. Christen. Design and Operation of Farm Irrigation Systems. – Michigan, St. Joseph: American Society of Agricultural and Biological Engineers. – 2007. – pp. 684-724. – URL: <https://www.researchgate.net>.
7. Richard, A. Cooke. Drainage water management: a practice for reducing nitrate loads from subsurface drainage systems / Richard A. Cooke, Gary R. Sands, Larry C. Brown. – Michigan, St. Joseph: American Society of Agricultural and Biological Engineers. – 2006. – 8 pp. – URL: <https://www.epa.gov>.
8. Support Tool for Economic Considerations of On-Farm. Surface Water. Subsurface Drainage as a Water Management: Research Report / Manitoba Agriculture. – Portage la Prairie: MB, 2016. – 79 pp.
9. Sustainable Water Management in Agriculture–The Impact of Drainage Water Management on Groundwater Table Dynamics and Subsurface Outflow / Mariusz Sojka, Michał Kozłowski, Rafał Stasik, Michał Napierała, Barbara Keşicka, Rafał Wróżyński, Joanna Jaskuła, Daniel Liberacki, Jerzy Bykowski. – Journal Sustainability, 2019. Volume 11, Number 4201, 18 pp. – URL: <https://doi.org/10.3390/su11154201>.

УДК 631.6

DOI 10.37738/VNIIGIM.2024.88.97.018

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМОМ ЛИМАННОГО ОРОШЕНИЯ ЛУГОВ В ЯКУТИИ**

<sup>1</sup>**Лоскин М.И.**, кандидат технических наук

<sup>2</sup>**Филиппов И.М.**

<sup>1</sup>ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова», г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», г. Якутск, Российская Федерация

***Аннотация.** Для автоматизации системы управления мелиоративным режимом лиманных лугов в Якутии предложена автоматизированная система управления в виде автономного датчика измерения уровня орошаемой воды на гидромелиоративных объектах. Данная система позволяет автоматизировать процесс управления режимом лиманного орошения лугов, экономить финансовые средства на мониторинговые мероприятия, получать оперативную периодическую информацию, а также контролировать уровень прохождения паводковых вод в период половодий на гидромелиоративных объектах.*

***Ключевые слова:** автоматизация мелиоративного режима, лиманное орошение в Якутии, уровень орошаемой воды, мониторинг половодья на гидромелиоративных объектах*

## **AUTOMATION OF MANAGEMENT OF ESTABLISH IRRIGATION MODE OF MEADOWS IN YAKUTIA**

<sup>1</sup>**Loskin M.I.**, Candidate of Technical Sciences

<sup>2</sup>**Filippov I.M.**