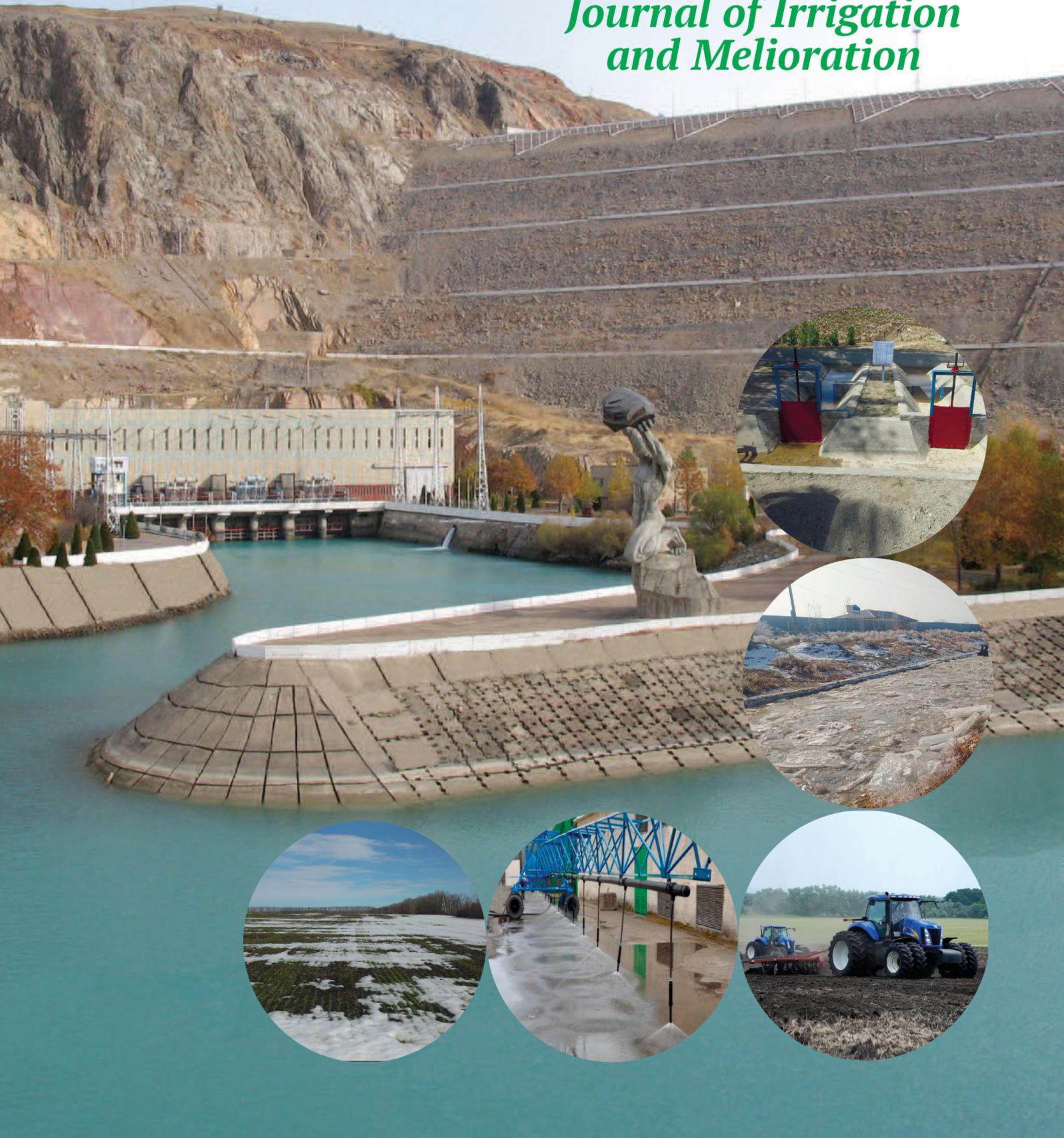


IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

№1(35).2024

*Journal of Irrigation
and Melioration*



Бош муҳаррир:

Султанов Тахиржон Закирович

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”
Миллий тадқиқот университети Илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори,
техника фанлари доктори, профессор

Илмий муҳаррир:

Салоҳиддинов Абдулҳаким Темирхўжаевич

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”
Миллий тадқиқот университети Халқаро ҳамкорлик бўйича проректори,
техника фанлари доктори, профессор

Муҳаррир:

Ходжаев Сайдакрам Сайдалиевич

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”
Миллий тадқиқот университети, техника фанлари номзоди, доцент

ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ ТАРКИБИ:

Мирзаев Б.С., техника фанлари доктори, профессор, “ТИҚХММИ” МТУ ректори; **Хамраев Ш.Р.**, қишлоқ хўжалик фанлари номзоди, Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазири; **Салимов О.У.**, техника фанлари доктори, ЎзРФА академиги; **Мирсаидов М.**, техника фанлари доктори, ЎзРФА академиги; **Ҳамидов М.Х.**, қишлоқ хўжалик фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Бакиев М.Р.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Рамазанов О.Р.**, қишлоқ хўжалик фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Исаков А.Ж.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Арифжанов А.М.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Маткаримов П.Ж.**, техника фанлари доктори, НМТИ профессори; **Икрамов Р.К.**, техника фанлари доктори, ИСМИТИ профессори; **Шеров А.Г.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Умаров С.Р.**, иқтисод фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Исмаилова З.**, педагогика фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Худаяров Б.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Султанов Б.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Абдуллаев Б.Д.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Каримов Б.К.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Худойбердиев Т.С.**, техника фанлари доктори, АндҚХАИ профессори; **Янгиев А.А.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори.

ТАҲРИР КЕНГАШИ ТАРКИБИ:

Ватин Николай Иванович, т.ф.д., Буюк Пётр Санкт-Петербург политехника университети профессори; **Иванов Юрий Григорьевич**, т.ф.д., К.А. Тимирязев номидаги МҚХА – Россия давлат аграр университети профессори, А.Н.Костяков номидаги Мелиорация, сув хўжалиги ва қурилиш институти директори в.б.; **Козлов Дмитрий Вячеславович**, т.ф.д., Москва давлат қурилиш университети профессори, Гидротехника ва Гидроэнергетика қурилиши факультетининг “Гидравлика ва Гидротехника қурилиши” кафедраси мудири; **Lubos Jurik**, associate professor at “Department of Water Resources and Environmental Engineering” of Slovak University of Agriculture in Nitra; **Коваленко Петр Иванович**, т.ф.д., Украина қишлоқ хўжалиги фанлари Миллий академияси академиги, Мелиорация ва сув ресурслари илмий-тадқиқот институти директор маслаҳатчиси, профессор; **Ханов Нартмир Владимирович**, профессор, К.А.Тимирязев номидаги МҚХА – Россия давлат аграр университетининг “Гидротехника иншоотлари” кафедраси мудири; **Krishna Chandra Prasad Sah**, PhD, M.E., B.E. (Civil Engineering), M.A. (Sociology) Irrigation and Water Resources Specialist. Director: Chandra Engineering Consultants, Mills Area, Janakpur, Nepal; **Айнабеков Алпысбай Иманкулович** – т.ф.д., М.Ауезов номидаги Жанубий-Қозоғистон давлат университетининг “Механика ва машинасозлик” кафедраси профессори; **Элдиар Дилятлов** – PhD, Миллий Фанлар Академияси Геология институти тадқиқотчи олими, Қирғизистон; **Гисела Домеж** – Милан-Бикокка университети, Ер ва атроф-муҳит фанлари кафедраси профессори, Италия; **Молдамуратов Жангазы Нуржанович** – PhD, М.Х.Дулати номидаги Тараз минтақавий университети, “Материаллар ишлаб чиқариш ва қурилиш” кафедраси мудири, доцент, Қозоғистон; **Муминов Абулкосим Оманкулович** – география фанлари номзоди, Тожикистон Миллий университети Физика факультети метеорология ва иқлимшунослик кафедраси катта ўқитувчиси; Тожикистон; **Мирзохонова Ситора Олтибоевна** – техника фанлари номзоди, Физика факультети метеорология ва иқлимшунослик кафедраси катта ўқитувчиси. Тожикистон Миллий Университети. Тожикистон; **Исмаил Мондиал** – Калькутта университети Хорижий докторантура факультети профессори, Ҳиндистон; **Исанова Гулнура Толегеновна** – PhD, У.У. Успанов номидаги Тупроқшунослик ва Агрохимё ИТИ “Тупроқ экологияси” кафедраси доценти, етакчи илмий ходим, Қозоғистон; **Комиссаров Михаил** – PhD, Уфа Биология институти, Тупроқшунослик лабораторияси катта илмий ходими, Россия; **Аяд М. Фадхил Ал-Қураиши** – PhD,, Тишк халқаро университети, Муҳандислик факультети, Фуқаролик муҳандислиги бўлими профессори, Ироқ; **Ундракш-Од Баатар** – Марказий Осиё Тупроқшунослик жамияти раҳбари, профессор, Монголия.

Муассис: “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” МТУ.

Манзил: 100000, Тошкент ш., Қори-Ниёзий, 39. <https://uzjournals.edu.uz/tiame/> E-mail: i_m_jurnal@tiame.uz

“Irrigatsiya va Melioratsiya” журнали илмий-амалий, аграр-иқтисодий соҳага ихтисослашган.

Журнал Ўзбекистон Матбуот ва ахборот агентлигида 2015 йил 4 мартда 0845-рақам билан рўйхатга олинган.

Обуна индекси: 1285.

Дизайнер: Маликова Мадинахон



Журнал “G‘.G‘ULOM NOMIDAGI NASHRIYOT-MATBAA IJODIY UYI” ООО босмахонасида чоп этилди.

Манзил: Тошкент, Лабзак кўчаси, 86. Буюртма №30. Адади 300 нусха.

Главный редактор:

Султанов Тахиржон Закирович
доктор технических наук, профессор,
проректор по научной работе и инновациям
Национальный исследовательский университет
“Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

Научный редактор:

Салохиддинов Абдулхаким Темирхужаевич
доктор технических наук, профессор,
проректор по международному сотрудничеству
Национальный исследовательский университет
“Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

Редактор:

Ходжаев Сайдакрам Сайдалиевич
кандидат технических наук, доцент,
Национальный исследовательский университет
“Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Мирзаев Б.С., доктор технических наук, профессор, ректор НИУ “ТИИИМСХ”; **Хамраев Ш.Р.**, кандидат технических наук, Министр водного хозяйства Республики Узбекистан; **Салимов О.У.**, доктор технических наук, академик АНРУз; **Мирсаидов М.**, доктор технических наук, академик АНРУз; **Хамидов М.Х.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Бакиев М.Р.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Рамазанов О.Р.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Исаков А.Ж.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Арифжанов А.М.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Маткаримов П.Ж.**, доктор технических наук, профессор НИТИ; **Икрамов Р.К.**, доктор технических наук, профессор НИИИВП; **Шеров А.Г.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Умаров С.Р.**, доктор экономических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Исмаилова З.**, доктор педагогических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Худаяров Б.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Султанов Б.**, доктор экономических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Абдуллаев Б.Д.**, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Каримов Б.К.**, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Худойбердиев Т.С.**, доктор технических наук, профессор АндИСХА; **Янгиев А.А.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Ватин Николай Иванович, д.т.н., профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, (Россия); **Иванов Юрий Григорьевич**, д.т.н., профессор Российского государственного аграрного университета МСХА имени К.А.Тимирязева, и.о. директора института Мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н.Костякова, (Россия); **Козлов Дмитрий Вячеславович**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой “Гидравлика и гидротехническое строительство” факультета гидротехнического и гидроэнергетического строительства, (Россия) Московского государственного строительного университета; **Lubos Jurik**, associate professor at “Department of Water Resources and Environmental Engineering” of Slovak University of Agriculture in Nitra; **Коваленко Петр Иванович**, д.т.н., профессор, Академик Национальной академии сельскохозяйственных наук Украины, Советник директора Научно-исследовательского института Мелиорации и водных ресурсов; **Ханов Нартмир Владимирович**, профессор, заведующий кафедрой “Гидротехнические сооружения” ФГБОУ ВО РГАУ -МСХА имени К.А.Тимирязева; **Krishna Chandra Prasad Sah**, PhD, M.E., B.E. (Civil Engineering), M.A. (Sociology) Irrigation and Water Resources Specialist. Director: Chandra Engineering Consultants, Mills Area, Janakpur, Nepal; **Айнабеков Алпысбай Иманкулович**, д.т.н., профессор кафедры “Механика и машиностроение” Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова; **Элдиар Дилятов**, PhD, научный сотрудник Института геологии Национальной академии наук Кыргызстана; **Гисела Домеж**, Университет Милана-Бикокка, профессор наук о Земле и окружающей среде, Италия; **Молдамуратов Жангазы Нуржанович**, PhD, Таразский региональный университет имени М.Х.Дулати, заведующий кафедрой «Материалопроизводство и строительство», доцент, Казахстан; **Муминов Абулкосим Оманкулович**, Кандидат географических наук, старший преподаватель кафедры метеорологии и климатологии физического факультета Национального университета Таджикистана. Таджикистан; **Мирзохонова Ситора Олтибоевна**, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры метеорологии и климатологии физического факультета. Национальный университет Таджикистана. Таджикистан; **Исмаил Мондиал**, профессор факультета иностранных докторантов Калькуттского университета, Индия; **Исанова Гулнора Толегеновна**, PhD, доцент кафедры экологии почв НИИ почвоведения и агрохимии им. Ю.У.Успанова, ведущий научный сотрудник, Казахстан; **Комиссаров Михаил**, PhD, Уфимский биологический институт, старший научный сотрудник лаборатории почвоведения, Россия; **Аяд М. Фадхил Ал-Кураиши**, PhD, Тишский международный университет, инженерный факультет, профессор гражданского строительства, Ирак; **Ундрагш-Од Баатар**, председатель Центральноазиатского общества почвоведов, профессор, Монголия.

Учредитель: НИУ “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”.

Наш адрес: 100000, г. Ташкент, улица Кары-Ниязий, 39. <https://uzjournals.edu.uz/tiame/> E-mail: i_m_jurnal@tiame.uz

Журнал «Irrigatsiya va Melioratsiya» специализируется в научно-практической, аграрно-экономической сферах.

Журнал зарегистрирован Узбекским агентством по печати и информации 4 марта 2015 года за № 0845.

Индекс подписки: 1285.

Дизайнер: Маликова Мадинахон



Журнал изготовлен в ООО «G'ULOM NOMIDAGI NASHRIYOT-MATBAA IJODIY UYI».

Адрес: Ташкент, улица Лабзак, 86. Заказ № 30. Тираж 300 экземпляров.

Chief Editor:

Sultanov Takhirjon

Vice-rector for scientific researches and innovations

Professor at "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"
National Research University, Doctor of technical sciences

Scientific Editor:

Salohiddinov Abdulkhakim

Vice-rector for international cooperation

Professor at "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"
National Research University, Doctor of technical sciences

Editor:

Hodjaev Saidakram

Associate professor at "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"
National Research University, Candidate of technical sciences

EDITORIAL TEAM:

Mirzaev B., doctor of technical sciences, professor, rector of "TIAME" NRU; **Khamraev Sh.**, candidate of technical sciences, minister of the Water Resources of the Republic of Uzbekistan; **Salimov O.**, doctor of technical sciences academician of ASRUZ; **Mirsaidov M.**, doctor of technical sciences academician of ASRUZ; **Khamidov M.**, doctor of agricultural sciences, professor "TIAME" NRU; **Bakiev M.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Ramazanov O.**, doctor of agricultural sciences, professor "TIAME" NRU; **Isakov A.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Arifjanov A.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Matkarimov P.J.**, doctor of technical sciences, professor NETI; **Ikramov R.**, doctor of technical sciences, professor SRIIWP; **Sherov A.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Umarov S.**, doctor of economic sciences, professor "TIAME" NRU; **Ismailova Z.**, doctor of pedagogical sciences, professor "TIAME" NRU; **Khudayarov B.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Sultonov B.**, professor "TIAME" NRU; **Abdullaev B.D.**, professor "TIAME" NRU; **Karimov B.K.**, professor "TIAME" NRU; **Xudoyberdiyev T.S.**, professor Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies; **Yangiev A.A.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU.

EDITORIAL COUNCIL:

Vatin Nikolay Ivanovich, doctor of technical sciences, professor Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, (Russia); **Ivanov Yuriy Grigorievich**, doctor of technical sciences, professor Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, executive director of Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov (Russia); **Kozlov Dmitriy Vyacheslavovich**, doctor of technical sciences, professor Moscow State University of Civil Engineering – Head of the Department Hydraulics and Hydraulic Engineering Construction of the Institute of Hydraulic Engineering and Hydropower Engineering, (Russia); **Lubos Jurik**, associate professor at "Department of Water Resources and Environmental Engineering" of Slovak University of Agriculture in Nitra; **Kovalenko Petr Ivanovich**, doctor of technical sciences, Academician of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Advisor to the Director of the Research Institute of Melioration and Water Resources, Professor; **Xanov Nartmir Vladimirovich**, professor, Head of the Department of Hydraulic Structures RSAU – MAA named after K.A. Timiryazev; **Krishna Chandra Prasad Sah**, PhD, M.E., B.E. (Civil Engineering), M.A. (Sociology) Irrigation and Water Resources Specialist. Director: Chandra Engineering Consultants, Mills Area, Janakpur, Nepal. **Ainabekov Alpysbay Imankulovich**, doctor of technical sciences, professor of the Department Mechanics and mechanical engineering, South Kazakhstan State University named after M. Auezov; **Eldiir Duulatov**, PhD, Researcher at the Institute of Geology of the National Academy of Sciences of Kyrgyzstan. **Gisela Domej**, University of Milan-Bicocca, Professor of Department of Earth and Environmental Sciences, Italy; **Moldamuratov Jangazy Nurjanovich**, PhD, Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati, Head of the Department of Material Production and Construction, Associate Professor, Kazakhstan; **Muminov Abulkosim Omankulovich**, Candidate of Geographical Sciences, Senior Lecturer, Department of Meteorology and Climatology, Faculty of Physics, National University of Tajikistan. Tajikistan; **Mirzoxonova Sitara Oltiboevna**, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Meteorology and Climatology, Faculty of Physics. National University of Tajikistan. Tajikistan. **Ismail Mondial**, Professor at the Department of Foreign Doctoral Students, Calcutta University, India; **Isanova Gulnura Tolegenovna**, PhD, Associate Professor, Department of Soil Ecology, Research Institute of Soil Science and Agrochemistry. Yu.U. Uspanova, Leading Researcher, Kazakhstan; **Komissarov Mixail**, PhD, Ufa Biological Institute, Senior Researcher, Laboratory of Soil Science, Russia; **Ayad M. Fadxil Al-Quraishi**, PhD, Tish International University, Faculty of Engineering, Professor of Civil Engineering, Iraq; **Undrakh-Od Baatar**, Chairman of the Central Asian Society of Soil Scientists, professor, Mongolia;

Founder: "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University.

Our address: 39, Kari-Niyazi str., Tashkent 100000 Uzbekistan <https://uzjournals.edu.uz/tiame/> E-mail: i_m_jurnal@tiame.uz

The journal of "Irrigatsiya va Melioratsiya" specializes in scientific-practical, agrarian and economic spheres.

The journal was registered by the Uzbek Agency for Press and Information on March 4, 2015, under № 0845.

Subscription index is 1285.

Desingner: Malikova Madinakhon



The journal was published by LLC G'ULOM NOMIDAGI NASHRIYOT-MATBAA IJODIY UYI.

Address: Tashkent, Labzak street, 86. Order № 30. The number is 300 copies.

ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

- A.M.Fatxulloev, J.S.Namroqulov, A.I.Gafarova*
Sug'oriladigan maydonlardagi yer osti suvlarining raqamli geofiltratsion modelini asoslash.....6
- T.Mажидов, Н.Икрамов, Э.Кан, М.Бердиев, Б.Бувабеков*
Кайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиб томчилатиб суғориш.....10
- П.А.Ҳақимова, М.И.Халмирзаева, А.Т.Салоҳиддинов, А.Г.Савицкий*
Воздействие канала на водный режим окружающей территории.....19

ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИ ВА НАСОС СТАНЦИЯЛАР

- А.А.Янгиев, Д.С.Аджимурастов, Ш.С.Панжиев*
Тоғолди худудларидаги сел-сув омборлари ўзанларида йирик тошлар ҳаракатланиши ва тўхтатилиши жараёнлари.....27
- М.-Г.А.Кадирова*
Авторегулятор уровня воды с гибкими рабочими органами для каналов трапецеидального сечения и его пропускная способность.....32
- М.-Г.А.Кадирова*
Автоматическое перегораживающее сооружение для каналов трапецеидального сечения и определение его пропускной способности.....40
- К.Наврүзов, З.Шуқуров, Б.Ш.Юлдошев, Э.Эргашева, Б.Бахтиёрв*
Удобство обобщенной модели при исследовании нестационарных течений упруго-вязкой жидкости в плоском канале.....46

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ

- А.Р.Муратов, Ф.А.Бекчанов*
Суғориладиган ерлардаги маданий техник ишларни механизациялаш муаммолари.....51
- А.Ж.Парпиева, Б.Н.Рахимов, Н.А.Махмудов, Қ.А.Шавазов*
Ёнилғи маҳсулотларини экстремал шароитларда тақсимлашдаги муаммоларининг математик ечими.....65

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ

- А.У.Гаппаров, J.J.Tursunboyev*
Qishloq xo'jaligi ekinlari mahsuldorligini oshirishda elektr o'tkazivchanlikdan samarali foydalanish.....59
- P.I.Kalandarov, X.I.Turkmenov*
Qishloq xo'jaligida suv ryesurklarini sarfini boshqarishda o'lchash usullarini tanlash va suv oqimi o'lchagichlarini joriy etish tahlili.....71
- M.N.Tursunov, X.Sabirov, M.M.Eshmatov*
Photoelectric and photothermal mobile water lifting devices justification of technical and economic indicators.....77

ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ СОҲАСИДА АМАЛГА ОШИРИЛАЁТГАН ИСЛОҲОТЛАР

- Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2024 йил 5 январдаги “Қуйи бўғинда сув ресурсларини бошқариш тизимини такомиллаштириш ҳамда сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-5-сонли Қарори.....83
- Д.Ходжаахмедов, Т.З.Султанов*
Каналларни бетонлаштириш – сув танқислигининг олдини олишда муҳим омил.....86

UO'T: 556.3.01, 556.3.07

SUG'ORILADIGAN MAYDONLARDAGI YER OSTI SUVLARINING RAQAMLI GEOFILTRATSION MODELINI ASOSLASH

A.M.Fatxulloyev – professor, J.S.Hamroqulov – doktorant, A.I.Gafarova – assistent,
“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti

Annotatsiya

Maqolada gidrologik modellashtirish asosida sug'oriladigan maydonlardagi yer osti suvlari geofiltratsiyasi masalalarini sonli yechish ko'rib chiqilgan. Tadqiqot jarayonida matematik va geoinformatsion modellashtirish, raqamli usullar, algoritmlar va dasturlar, suvli qatlamlarning filtratsiya parametrlarini tizimli tahlil qilish hamda rejim va dinamikasi parametrlari hamda elementlarini o'rganishga olingan ma'lumotlarni qayta ishlash usullari qo'llanilgan.

Qolaversa, maqolada kompleks raqamli modelni yaratish uchun gidrogeologik strukturaning parametrlarini hisobga olish usuli tasvirlangan. Mualliflar tuproq o'ovakligi, gidravlik qarshilik va boshqa asosiy parametrlarni hisobga olgan holda sug'oriladigan maydonlarda yer osti suvlarining infiltratsiyasini aniq bashorat qilishni o'rganish uchun raqamli algoritmlarga asoslangan yondashuvni taklif qiladilar.

Tayanch so'zlar: yer osti suvlari, modellashtirish, geofiltratsiya, algoritmlar, yer usti suvlari, dasturiy majmua, daryo, suv sathi, infiltratsiya, gidrogeologik rejim.

ОБОСНОВАНИЕ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ ГЕОФИЛЬТРАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

A.M.Фатхуллов – профессор, Ж.С.Хамрокулов – докторант, А.И.Гафарова – ассистент,
Национальный исследовательский университет “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

Аннотация

В данной статье рассматривается численное решение проблемы геофильтрации подземных вод на орошаемых территориях, основанное на гидрологическом моделировании. В процессе исследований были использованы математическое и геоинформационное моделирование, цифровые методы, алгоритмы и программы, систематический анализ параметров фильтрации водоносных горизонтов, а также методы обработки данных для изучения режимных и динамических параметров и элементов.

Кроме того, в статье описан метод учёта параметров гидрогеологической структуры для создания сложной численной модели. Авторы предлагают подход, основанный на численных алгоритмах, для исследования точного прогноза инфильтрации грунтовых вод на орошаемых территориях с учётом пористости почвы, гидравлического сопротивления и других ключевых параметров.

Ключевые слова: подземные воды, моделирование, геофильтрация, алгоритмы, поверхностные воды, программный комплекс, река, уровень воды, инфильтрация, гидрогеологический режим.

JUSTIFICATION OF A NUMERICAL MODEL FOR GROUNDWATER GEOFILTRATION IN IRRIGATED TERRITORIES

A.M.Fathulloev – professor, J.S.Hamroqulov – doctoral student, A.I.Gafarova – assistant,
National Research University “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”

Abstract

This article examines a numerical solution for the issue of groundwater geofiltration in irrigated regions, employing hydrological modeling. Throughout the research process, mathematical and geoinformation modeling, digital methods, algorithms, and programs were utilized. Systematic analysis of aquifer filtration parameters, alongside data processing methods to investigate regime, dynamic parameters, and elements, was conducted.

In addition, the article describes a method for considering the parameters of the hydrogeological structure to develop a comprehensive numerical model. The authors suggest an approach based on numerical algorithms to accurately predict groundwater infiltration in irrigated areas, incorporating soil porosity, hydraulic resistance, and other crucial parameters.

Key words: groundwater, modeling, geofiltration, algorithms, surface water, software package, river, water level, infiltration, hydrogeological regime.

Kirish. Yer osti suvlarining geofiltratsiya jarayonlari stavfsilotlari va xususiyatlarini modellashtirish asosida o'rganish D.M.Kats, V.M.Shestakov, Ch.Teys, V.A.Mironenko, Ch.Djeykoba, L.Lukner, A.A.Samarskiy, N.N.Verigin, L.S.Yazvin, B.V.Borevskiy, I.K.Gavich kabi xorijlik olimlar,

shuningdek, F.B.Abutiliyev, U.U.Umarov, I.X.Xabibullayev, R.N.Usmonov, J.X.Djumanov, P.P.Nageevich, I.N.Gracheva va boshqa bir qator yurtimiz olimlari tadqiqotlar olib borishgan va ma'lum ilmiy natijalarga erishishgan.

Ushbu tadqiqot ishning maqsadi gidrogeologik muhitda

suv xo'jaligi faoliyatining o'zgarishi, daryo va yer osti suvlarini o'zaro bo'lanishlarini hisobga olgan sug'oriladigan maydonlardagi suv sathlari, resurslardagi o'zgarishlarni samarali hisoblashning geofiltratsion matematik modellarini ishlab chiqish.

Mazkur masalani yechish va qo'yilgan maqsadni amalga oshirish uchun Qorasuv daryosining O'rta Chirchiq tumani Sof-Oqoltin massividan o'tgan qismi tanlab olindi. Qolaversa, Qorasuv daryosidan suv oluvchi kanallarning sug'oriladigan hududlardagi yer osti suvlarining o'zgarishiga ta'sir etuvchi omillarni hisobga olgan holda aniqlash imkonini beradigan modelni va dasturiy vositasini ishlab chiqishdan iborat.

Material va usullar. Ushbu tadqiqot jarayonida matematik va geoinformatsion modellashtirish, algoritmlar va dasturlar, raqamli usullar, suvli qatlamlarning filtratsiya koeffitsiyenti, yer osti suvlarini tizimli tahlil qilish, rejim va dinamikasi parametrlarini hamda elementlarini o'rganish bo'yicha dala va laboratoriya tajribalari, eksperimental usullar, shuningdek, olingan natijalarni qayta ishlash usullari qo'llanilgan.

Yer osti va yer usti suvlarining o'zaro ta'sirini modellashtirish yuqori va pastki chegaralarda hamda ichki manbalarda suv oqimi sharoitlari bo'lgan daryo o'zanida joylashgan suv olish inshootlari hududida rejalashtirilgan nostatsionar erkin suv sathli geofiltratsion matematik modeli misolida ko'rib chiqiladi. Bunda suv almashinuv harakatidagi, ma'lum tezligidagi tashqi shartlardagi (chegaraviy) o'ziga xos bo'lgan oqim sathidir $h = h(x, y, t)$.

Gidrologik model o'zaro bo'lgan suvli qatlamlardagi yer osti suvlarining nostatsionar rejimda oqimini tavsiflovchi tenglamalar tizimiga asoslangan bo'lib geofiltratsiya jarayonlarini modellashtirish vazifalari odatda gidrogeologik, erkin sathli tizim doirasida shakllantiriladi va raqamli yechimida yanada qat'iy matematik rasmiylashtirish qo'llaniladi. Yer osti suvlarining suvli qatlamlardagi harakatining gidrologik modeli parabolik turdagi xususiy hosilali nostatsionar filtratsiyaning tekislik hududidagi differensial tenglamalari tizimi bilan tavsiflanadi, u quyidagicha bo'ladi:

$$\mu \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x h \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y h \frac{\partial h}{\partial y} \right) + f - \partial Q_{skv} \quad (1)$$

$$h(x, y, t_0) = \psi_1(x, y, t_0); t_0 = 0; (x, y) \in G \quad (2)$$

$$h(x, y, t) = \psi_2(x, y, t); t > t_0; (x, y) \in G_1 \quad (3)$$

$$-kh \frac{\partial h}{\partial n} = \psi_2(x, y, t); t > t_0; (x, y) \in G_2 \quad (4)$$

$$-kh \frac{\partial h}{\partial n} = y(h_v - h); t > t_0; (x, y) \in G_3 \quad (5)$$

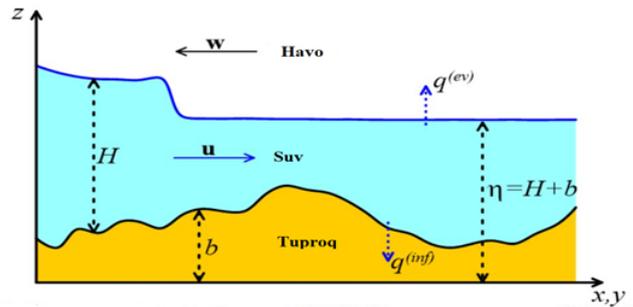
bu yerda: μ – suvli qatlamning filtratsiya koeffitsiyenti (o'lchovsiz kattalik); $h=h(x, y, t)$ – yer osti suvlarini sathi, m; k_x, k_y – uzunlik bo'yicha bo'ylama va ko'ldalang filtratsiya koeffitsiyenti, m/kun; $f(x, y, t)=f_k-f_d-f_{sp}$ – grunt suvlarining infiltratsion to'yinishi, atmosfera yoo'inlari va sug'orish suvlarining (daryo, kanallardan bo'ladigan filtratsiya) suv qatlamiga oqib o'tuvchi qismidan iborat.

Tadqiqot hududida suv sathi vaqt o'tishi bilan sezilarli darajada o'zgarib turadi, shu sababli uni koordinatalar va vaqt funksiyasi sifatida ko'rsatish mumkin. Bu yerda: f_k – kanal, daryo yoki soy bo'lsa, yer osti suvlarini to'yintiruvchi asosiy manbaa bu daryodir; f_d – drenaj hisoblanadi, u ham yer osti suvlarini hisobiga to'yinadi, ya'ni yer osti suvlarini oqizib ketadi; f_{sp} – yer osti suvlarini sathidan bo'ladigan bug'lanishdir, u maydon xarakteriga ega bo'lib, fazoviy va

vaqt koordinatalarining funksiyasi hisoblanadi; Q_{skv} – kuzatuv quduqining oqim tezligidir; $Q_{skv} = Q(t) \delta(x-x_0, y-y_0) t > t_0$; δ – Dirak funksiyasi; x, y – fazoviy va t – vaqt koordinatalari, t_0 – hisoblashning dastlabki vaqti hisoblanadi.

Yer osti suvlarini sathining o'zgarishini o'rganish davomida, ya'ni G sohada (1) tenglamani yechish masalasini qaraymiz. Bu hududni filtratsiya hududi deb qabul qilamiz va uni yetarli darajada silliq G egri chiziq bilan chegaralangan deb hisoblaymiz, $G = G_1 + G_2 + G_3$ kesmada u uzluksiz chiziqdirlir.

Ushbu formulalar boshqa tenglamalar va modellar bilan birgalikda geofiltratsiya jarayonlarining tarkibiy modellarini ishlab chiqish uchun ishlatiladi, bu filtratsiya tizimining ishlashini aniq bashorat qilishi va filtratsiya jarayoniga ta'sir qiluvchi asosiy parametrlarni aniqlashi mumkin.



1-rasm. Qorasuv daryosi o'zanidagi yer yuzasi relyefining bir qismi ko'rsatilgan

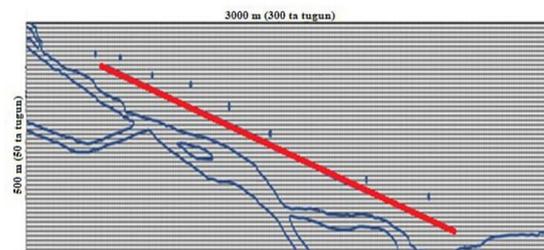
Yuqoridagi (1) tenglamani umumiy yechimi h ning ixtiyoriy holatlariga bo'liq ekan, shu sababli, masalani yechimini olish uchun qo'shimcha shartlar zarur. Hudud iqlim sharoiti, yer usti va yer osti suvlarini sathlarining o'zgarishlarni o'rganish orqali aniq vazifani bajarish mumkin.

Oqimning umumiy tekislikdagi harakatini konstruktiv tuzilmasini saqlab qolgan holda, daryodagi suv sarfi, o'zani va suv oqimlarining gidrodinamik nomukammalligi f_0 qo'shimcha filtratsiya qarshiligi bilan tavsiflanadi, ushbu suvli qatlamning sath o'zgarishining nomukammalligini hisobga oladi, uning matematik modeli, raqamli yechimlari hamda dasturiy ta'minoti tadqiqotlarimizda keltirilgan.

Natijalar. Matematik modellashtirish orqali biz daryoning yuqori qismida galereyaning ta'siri baholadik. Modellashtirishni 500x3000 m maydonga ega bo'lgan suv toshqini va tekislik ustidagi I-terassasi hududini absissa o'qi bo'ylab 300 ta katakchalar va ordinata o'qi bo'ylab esa 50 ta ustunlar bilan qamrab oldik (2-rasm).

Model uchun minimal to'r panjara oraliq galereya fragmentida joylashtirilgan maydon va modelning yon tomonlarida maksimal 10x10 m.

Ushbu model orqali teskari masalalarni yechish jarayonida



2-rasm. Dala tadqiqotlari natijalari matematik modelining umumiy sxemasi

kuzatuv quduqlaridagi monitoring o'lchovi haqiqiy suv sathlari va modelda tayanch-nazorat punktlaridagi o'lchangan suv sathlarining holatini solishtirib, model

kalibrovka qilinadi, galereya fragmentining modeli va haqiqiy suv sarflari o'rganib chiqiladi.

Modelda gidrogeologik tizimlarning geofiltratsiya parametrlari aniqlandi, shu tariqada endi bu gidrogeologik bashoratlash masalalarini hal qilish uchun asos bo'lib xizmat qildi. Keyingi bosqichda esa galereyaning o'tkazuvchanlik parametrini 700 ga oshiramiz va drenaj to'ldirilgan qum-tuproq ustidagi maydonda vertikal yo'nalishda filtratsiya koeffitsiyentini oshirish orqali kalibrovka qilamiz. Shu asosda $k_x = k_y$ va $k_z = \frac{k_x}{2}$ qiymatini qabul qildik.

Bu yerda yer osti suvlari balansining alohida moddalarini batafsilroq aniqlash maqsadida 5 ta zona ajratilgan. Hudud quyidagicha zonalariga bo'lingan:

1. Kuzatuv quduqlari joylashgan hudud;
2. G'alla maydonlari;
3. Paxta dalalari;
4. Boshqa sug'oriladigan maydonlar;
5. Qorasuv daryosining o'zani qismidan.

Galereya shakldagi joylashgan kuzatuv quduqlariga suvning kelishi 86,13 l/s bo'lib uning yer osti suvlaridan ta'minoti – 37,49 l/s (42,8%) va daryodan infiltratsiyasi 50,9

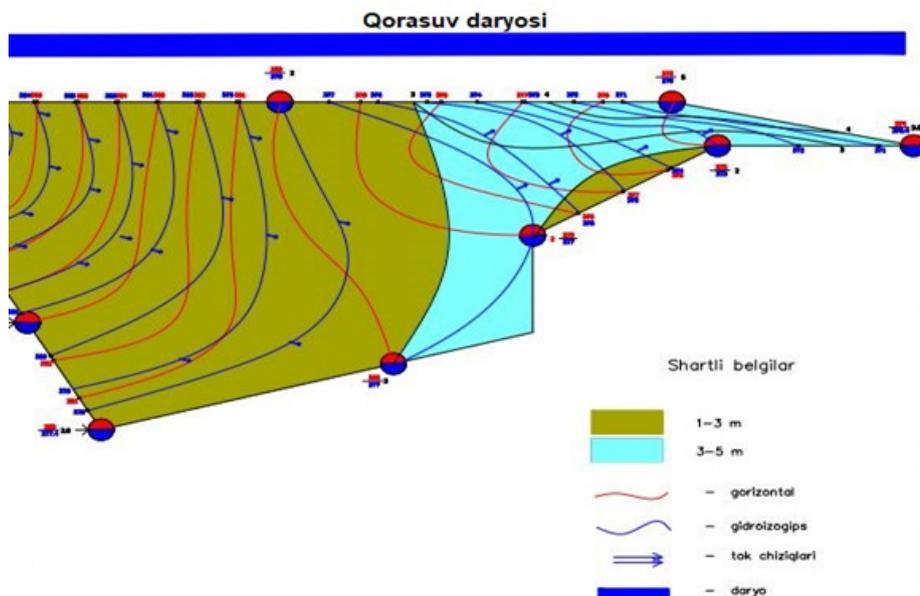
l/s (57,2%)ni tashkil etadi. Daryo sersuvlilik davrda kuzatuv quduqlariga suvning kelishi qiymati 104,5 l/s bo'lib uning yer osti suvlaridan ta'minoti – 40,9 l/s (38,8%) va daryodan infiltratsiyasi 65,4 l/s (61,5%)ni tashkil etadi.

Yechimning 1-versiyasida 2021-yil iyun – 2022-yil may davriga to'g'ri keladigan 2,8 m, 1,9 m va 1,0 m chuqurlikdagi kanallarning uch guruhi va yer osti suvi oqimining gidrogeologik rejimi ko'rsatilgan (4-rasm).

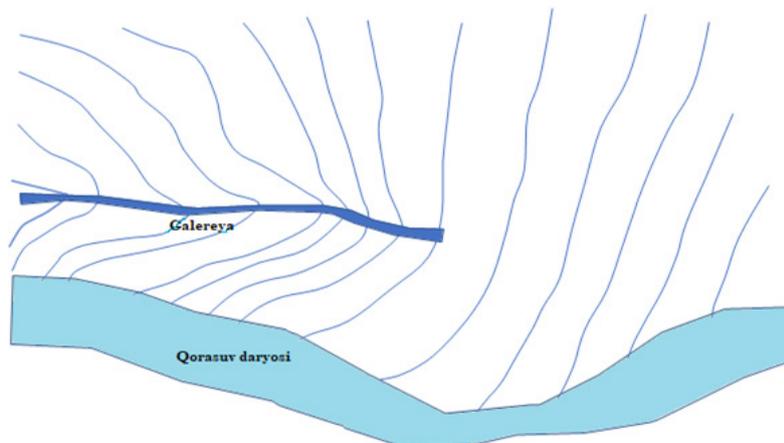
Ushbu davrda fragmentga qarama-qarshi bo'lgan yo'nalish bo'ylab sathning tebranishlari amplitudasi 2,10 m ni tashkil etdi. Ekstrimum suv sathining o'zgarishi qiymatlari tahlilida minimal 0,6 m. dan 1,0 m. gacha; maksimal suv sathi o'zgarishi – 4,30–2,70 m.

Ana endi prognoz masalasini hal qilishning ikkinchi variantida Qorasuv daryosi gidrologik rejimining o'zgarishini 2021-yil 1-apreldan boshlanib, 2022-yil 30-martda tugallanishi belgilab olindi va bu jarayon qo'shimcha ravishda yana bir yil davom ettirildi.

Ushbu grafik orqali daryo gidrologik rejimning har bir davr intensivligi va davomiyligi jihatidan turlicha kechgani ko'rishimiz mumkin.



3-rasm. Qorasuv daryosi yaqinidagi sug'oriladigan maydonlardagi yer osti suvlarining harakat yo'nalishlari (2022-y.)



4-rasm. Modeldagi galereyaning tadqiqot hududidagi yer osti suvlari sathining o'zgarishiga ta'siri sxemasi

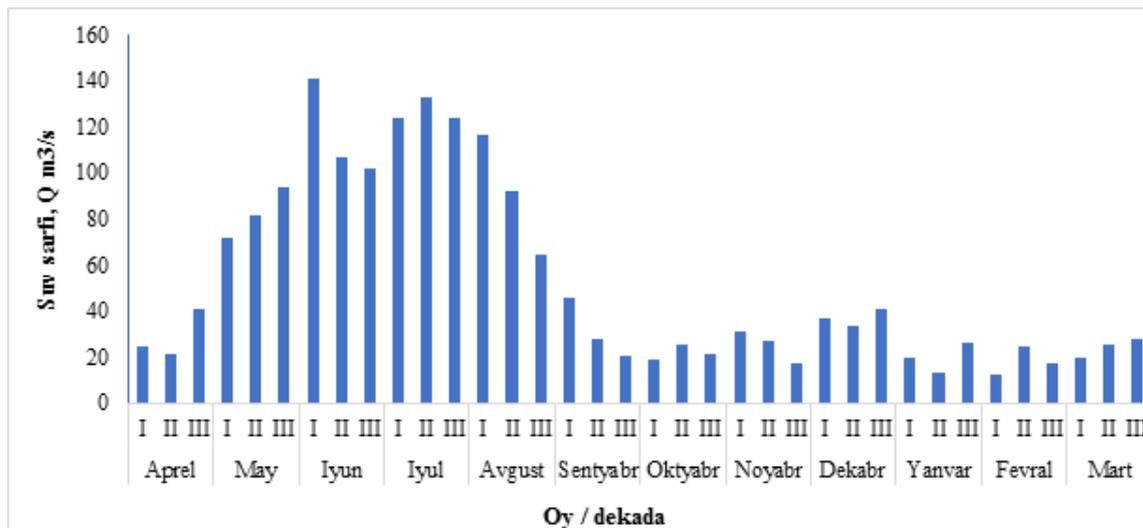
Ushbu tadqiqotda gidrogeologik rejim ma'lumotlarni qayta ishlashda filtratsiya va suv o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari, shuningdek, daryo tubidan bo'ladigan filtratsiya qarshiligi modelda hisob-tajriba ishlari amalga oshirildi, zahiralarning dastlabki hisob-kitobi galereyali usul sxemasiga kiritiladi.

Mazkur model hisob-kitob ishlarining dastlabki natijalarini tahlil qilganimizda ma'lum bo'ldiki, yer osti

suvlarini tutuvchi qatlamdan allyuvial davrga mansub tog' jinslari toshlardan iborat birinchi suvli qatlam to'ldirilishi muhim ahamiyatiga ega.

Xulosa.

Qorasuv daryosi yaqinidagi yer osti suvlarini modellashtirish asosida quyidagilar aniqlandi. Daryo hududining hozirgi to'rtlamchi yotqiziqalaridagi suvli qatlam atroflicha qaraldi, u quyidagilar bilan tavsiflanadi:



5-rasm. Qorasuv daryosidagi suv sarfining o'rtacha oylik va dekalardagi o'zgarishi grafigi (2021-yil 1-apreldan 2022-yil 30-martgacha)

- yer osti suvlari sathi 1,8–4,9 m chuqurlikda joylashgan; qatlam quvvati yer yuzasidan 7,2–15,3 m, yer osti suvi amplitudasi 2,1 m. dan oshmaydi;

- filtratsiya koeffitsiyenti o'rtacha hisobda 180 m/kun; quduqning oqim tezligi 20–40 l/s. ni tashkil etadi.

Modellash natijalari shuni ko'rsatadiki, model va odatiy kuzatuv jarayoni ma'lumotlari orasidagi farq eng kichik bo'lib, ushbu bosqichlarda dasturiy vosita asosida ko'p variantli quyidagi gidrogeologik vazifalarni yechish amalga oshirildi:

- tog' jinslaridan tashkil topgan allyuvial shao'al-qumtoshlardan iborat 6,0 m. gacha chuqurlikdagi suv o'tkazuvchi qatlamlarda yer osti suvlarining yuqori qismidagi filtratsiya parametrlarini baholash va yer usti va yer osti suvlari o'rtasidagi o'zaro bo'liqlik shartlari aniqlandi;

- ushbu matematik modelni yaratish asosida yer osti suvlarining geofiltratsiyasi va Qorasuv daryosining yon bag'ri va qayiri hududlarida shakllanadigan yer osti suvlarining ta'sir zonalarini aniqlandi;

- hudud geologo-gidrogeologik xususiyatlari, sohaning geometrik ko'rsatgichlari va fizik-matematik parametrlari bo'yicha taklif va tavsiyalar ishlab chiqildi.

- kuzatilgan ma'lumotlar asosida filtratsiya sarfi yer osti suvlari dinamikasini hisobga olgan holda aniqlandi.

- hudud gidrogeologik sharoitini o'rganishlari shuni ko'rsatadiki yer osti suvlarini ko'tarilishini asosiy omili Qorasuv daryosi, sug'orish suvlari hamda mavsumiy yogin miqdorlari ekanligi aniqlandi.

Adabiyotlar

1. Эмих В. Н. Развитие методов комплексного анализа в задачах теории фильтрации // Ж.: "Прикладная механика и техническая физика". – Новосибирск, 2015. – № 5 (56). – С. 130–138.
2. Lyu H. [and etc.]. Factors controlling the rise and fall of groundwater level during the freezing-thawing period in seasonal frozen regions // Journal of Hydrology. 2022. (606). Pp. 1–14.
3. Shamsuddin M. K. N. [and etc.]. Vertical hydraulic conductivity of riverbank and hyporheic zone sediment at Muda River riverbank filtration site, Malaysia // Applied Water Science. 2019. № 1 (9). p. 1–22.
4. Стрельникова Е. А., Серикова Е. Н. Изучение особенностей изменения уровня грунтовых вод с помощью математического моделирования // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2013. № 4 (63) (3). – С. 30–35.
5. Бобарыкин Н. Д. Математическая модель польдерных систем и оптимальное управление режимом грунтовых вод // Математическое моделирование. 2005. № 7 (17). – С. 3–10.
6. Сологаев В. И. Фильтрационные расчеты и компьютерное моделирование при защите от подтопления в городском строительстве. 2002. – 416 с.
7. Lomakin E.A., Mironenko V.A., Shestakov V.M. Numerical modelling of geofiltration. M.: Nedra, 1988. 228 p.
8. Айдаров И.П. Пути решения региональных водохозяйственных проблем // Ж.: "Мелиорация и водное хозяйство". – Москва, 2010. – №5. – С. 43–48.
9. Голованов А.И., Шабанов В.В. Система математических моделей расчётного мониторинга мелиорируемых земель // Ж.: "Мелиорация и водное хозяйство". – Москва, 2004. – №4. – С. 46–48.

УДК: 631.674.6:520.34

КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Т.Мажидов – к.т.н., старший научный сотрудник, Н.Икрамов – PhD, докторант, Э.Кан – PhD, доцент, М.Бердиев – PhD студент, Б.Бувабеков – PhD студент, Национальный исследовательский университет "Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства"

Аннотация

Обеспечение населения чистой питьевой водой и водой сельского хозяйства, обеспечивающей человечество продуктами питания, стало одной из главных проблем во всём мире. В Республике Узбекистан, также как и в других странах мира, с каждым годом растёт дефицит воды. Кроме того, увеличивается количество воды, выделяемой на бытовые нужды растущего населения. По законам страны вода, недостаточная для нужд населения, вычитается из воды, отведенной для нужд сельского хозяйства.

В статье приводится, что: одним из основных способов уменьшения дефицита воды в сельском хозяйстве является внедрение водосберегающих технологий; среди видов водосберегающих технологий наиболее эффективным является капельное орошение; внедрение системы капельного орошения в плодовых садах в горных и предгорных районах с дефицитом энергетических и водных ресурсов будет весьма эффективным; в садах, орошаемых капельным орошением, можно сэкономить 60-90% водных ресурсов; необходимость обеспечения насосных установок систем капельного орошения на этих территориях, энергией возобновляемых источников (солнечные панели N=4,0–4,2 кВт) и использование солнечных панелей с конструкциями, не снижающими коэффициент полезной работы при высоких температурах ($t=40-50^{\circ}\text{C}$); о необходимости автоматизации всех процессов для предотвращения негативного влияния человеческого фактора при орошении.

Статья подготовлена по материалам проекта РЭП-24112021/32- «Автоматизированная система капельного орошения сельскохозяйственных культур с использованием возобновляемых источников энергии», который реализуется на средства, выделенные Всемирным банком. В качестве объектов внедрения выбрано плодовых садов водопотребителей в Республики Каракалпакстан, Бухарской, Наманганской, Хорезмской, Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областях.

Ключевые слова: сельское хозяйство, дефицит воды, водосберегающая технология; капельное орошение; горные и предгорные районы; возобновляемые источники энергии; солнечная энергия; фотоэлектрические батареи; автоматизация орошения; комплексная система.

ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧИ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИБ ТОМЧИЛАТИБ СУҒОРИШ

Т.Мажидов – т.ф.н., катта илмий ходим, Н.Икрамов – PhD, докторант, Э.Кан – PhD, доцент, М.Бердиев – PhD талаба, Б.Бувабеков – PhD талаба, "Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти" Миллий тадқиқот университети

Аннотация

Аҳолини тоза ичимлик суви ҳамда инсонитни озик-овқат маҳсулотлари билан таъминлайдиган қишлоқ хўжалигини сув билан таъминлаш бутун дунёда асосий муаммолардан бири бўлиб қолмоқда. Ўзбекистон Республикасида ҳам, худди бошқа мамлакатлардек, йил сайин сув тақчиллиги ошиб бормоқда. Будан ташқари, кўпайиб бораётган аҳолини маиший эҳтиёжлари учун ажратиладиган сув миқдори ҳам ошиб бормоқда. Мамлакатимиз қонунларига асосан, аҳолинг эҳтиёлари учун етишмаётган сув миқдори, қишлоқ хўжалиги учун ажратилган сув миқдоридан чегириб берилди.

Мақолада қишлоқ хўжалиги учун етишмаётган сув миқдорини етказиб беришнинг асосий усуллари билан бири – сув тежовчи технологияларни жорий қилиш эканлиги; сув тежовчи технологияларнинг турлари орасида энг самаралиси томчилатиб суғориш эканлиги; томчилатиб суғориш тизимини, сув ва энергетик ресурслар тақчил бўлган тоғли ва тоғ олди ҳудудлардаги мевали боғларда қўллаш жуда самарали бўлиши; томчилатиб суғориш усулида суғориладиган мевали боғларда сув ресурсларини 60–90 фоизгача тежаш мумкинлиги; ушбу ҳудудлардаги томчилатиб суғориш тизимларига сув узатувчи насос қурилмаларини қайта тикланувчи энергия манбалари ($N=4,0-4,2$ кВт қуёш панеллари) энергияси билан таъминлаш ҳамда юқори ($t=40-50^{\circ}\text{C}$) ҳароратда фойдали иш коэффициентини камайиб кетмайдиган конструкцияли қуёш панелларидан фойдаланиш лозимлиги; суғоришда инсон омилини камайтириш учун барча жараёнларни автоматлаштириш зарурлиги келтирилган.

Мақола Жаҳон банки томонидан молиялаштирилиб бажарилаётган РЭП-24112021/32 «Қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланган ҳолда қишлоқ хўжалиги экинларини томчилатиб суғоришнинг автоматлаштирилган тизими» лойиҳаси материаллари асосида тайёрлаган. Жорий қилиш объектлари сифатида Қарақалпоғистон Республикаси, Бухоро, Қашқадарё, Наманган, Сурхондарё ва Хоразм вилоятларидаги сув истеъмолчиларининг мевали боғлари танлаб олинган.

Таянч сўзлар: қишлоқ хўжалиги, сув тақчиллиги, сув тежовчи технологиялар, томчилатиб суғориш, тоғли ва тоғ олди ҳудудлари, қайта тикланувчи энергия манбалари, қуёш энергияси, фотоэлектрик батарея, суғоришни автоматлаштириш, комплекс тизим.

DRIP IRRIGATION USING RENEWABLE ENERGY SOURCES

T.Majidov – candidate of technical science, senior researcher; N.Ikramov – PhD, post-doctorate, E.Kan – PhD, docent; M.Berdiev – PhD student, B.Buvabekov – PhD student, National Research University “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”

Abstract

Providing the population with clean drinking water and agricultural water, which provides humanity with food, has become one of the main problems around the world. In the Republic of Uzbekistan, as well as in other countries of the world, water scarcity is growing every year. In addition, the amount of water allocated to the household needs of the growing population is increasing. According to the laws of the country, water that is insufficient for the needs of the population is deducted from the water allocated for the needs of agriculture.

The article states that: one of the main ways to reduce water scarcity in agriculture is the introduction of water-saving technologies; among the types of water-saving technologies, drip irrigation is the most effective; in gardens irrigated by drip irrigation, 60-90% of water resources can be saved; the need to provide pumping installations for drip irrigation systems in these territories with energy from renewable sources (solar panels $N=4.0-4.2$ kW) and the use of solar panels with designs that do not reduce the efficiency at high temperatures ($t=40-50^{\circ}\text{C}$); about the need to automate all processes to prevent the negative influence of the human factor during irrigation.

The article is based on the materials of the project REP-24112021/32 - "Automated drip irrigation system for agricultural crops using renewable energy sources", which is implemented with funds allocated by the World Bank. Fruit orchards of water consumers in the Republic of Karakalpakstan, Bukhara, Namangan, Khorezm, Surkhandarya and Kashkadarya regions were selected as objects of implementation.

Key words: agriculture, water scarcity, water-saving technology, drip irrigation, mountainous and foothill areas, renewable energy sources, solar energy, photovoltaic batteries, irrigation automation, integrated system.

Введение. В настоящее время обеспечение быстро растущего населения экологически чистыми продуктами питания становится одной из главных проблем на Земле. Поэтому во всех странах в мире, и в Организации Объединенных Наций, есть программы продовольственной безопасности [1]. По указу Президента Республики Узбекистан, в 2018 году принята программа “О мерах по дальнейшему обеспечению продовольственной безопасности страны” [2].

Сельское хозяйство является основным источником продовольственной безопасности и основным потребителем водных ресурсов. Сегодня 90–91% выделенного нашей стране лимита воды (51–53 млрд м³) потребляется сельским хозяйством [3]. В нашей республике обеспечение водой питьевых и хозяйственно-бытовых нужд населения считается первостепенной задачей. Статья 25 Закона Республики Узбекистан «О воде и водопользовании» гласит, что «Водные объекты используются преимущественно для удовлетворения потребности населения в питьевой воде и хозяйственно-бытовых нужд» [4]. Вода, недостаточная для нужд населения, вычитается из воды, отводимой на нужды сельского хозяйства. В то же время в связи с глобальным изменением климата, ростом населения и отраслей экономики, а также их потребности в воде из года в год увеличивается дефицит водных ресурсов [5]. В такой ситуации сама жизнь доказывает, что наиболее оптимальное решение проблемы дефицита воды – экономия воды и разумное ее использование [6]. В настоящее время при поливе сельскохозяйственных культур в странах мира применяются следующие способы: поверхностный полив затоплением; поверхностный по бороздам; поверхностно-капельный; дождевание; аэрозольное увлажнение (мелкодисперсное дождевание); внутриводочное; внутриводочно-капельное; субирригация (поднятие уровня подземных вод) [7].

Способы, отличающихся от полива с поверхности

земли и полива по бороздам, являются нетрадиционными и позволяют эффективно и экономно использовать водные ресурсы. Применение нетрадиционных методов орошения, обеспечивает повышение урожайности на 30–45% и производительности труда на 25–30%, на 45–60% меньше расход водных ресурсов [8], меньший спрос на внутренние оросительные сети, увеличение земельного коэффициента использования и экологической безопасности в оросительных системах. На сегодняшний день, в нашей республике применяются следующие методы водосберегающих технологий: орошение короткими бороздами; дождевание; использование гранул гидрогеля; планировка земель лазерными приборами; орошение из-под почвы; орошение переносными гибкими пластиковыми трубами и полиэтиленовыми лотками; полива по бороздам с пленочным перфорированным покрытием; капельное орошение.

Материалы и методы. Самым эффективным методом среди водосберегающих технологий, является капельное орошение [17]. При капельном орошении вода и минеральные удобрения, подаётся не на всю площадь возделывания, а только в зону корневой системы каждой растений. Метод капельного орошения может быть использован в следующих случаях:

- в районах с малыми водными ресурсами и труднодоступными их подачи;
- на землях с большими уклонами (горно-предгорных районах);
- на почвах с высокой водопроницаемостью;
- в источниках чистой воды;
- в посевах с большим расстоянием между рядами (садах и виноградниках).

В настоящее время в Узбекистане насчитывается около 750 тысяч гектаров заброшенных плодородных богарных земель, расположенных в горных и предгорных районах, где можно развивать сельскохозяйственные

культуры, такие как овощи и бахчевые, садоводство и виноградарство, тем самым увеличивая поставки качественной продукции не только на внутренний рынок, но и для экспорта.

Основной проблемой для эффективного развития этих культур на этих землях является нехватка водных и энергетических ресурсов. Одним из решений этой проблемы с экономической точки зрения является внедрение системы капельного орошения с использованием возобновляемых источников энергии [8, 17]. Также известно, что на урожайность влияет своевременность орошения сельскохозяйственных культур с целью удовлетворения их биологических потребностей, где человеческий фактор играет значительную роль при традиционном орошении. Для решения этой проблемы предлагается внедрить автоматизированную систему капельного орошения.

Для достижения цели, предлагается комплексную систему капельного орошения, состоящий из следующих трёх систем (рис. 1).

1. Система капельного орошения
2. Система солнечной энергоустановки с насосными установками

3. Система автоматизации полива

Результаты и их обсуждение. В результате 3-летних

полевых исследований по капельному орошению, проведенных в Сурхандарьинской области, водные ресурсы были сэкономлены на 39,4–41,7% при орошении сои и подсолнечника, а также на 58,3–62,0% в садах и виноградниках [8]. Таким образом, метод капельного орошения является одним из наиболее эффективных методов орошения.

Традиционная система капельного орошения - это, по сути, система под давлением. Известно, что все источники воды в нашей стране мутные. Поскольку отверстия в капельницах очень маленькие, они очень быстро забиваются небольшим количеством мутности. Поэтому жидкость, попадающая в капельницы, должна быть очищена. Вода перекачивается из источника в отстойники и из отстойника в фильтры насосом, создающим давление 35–40 м (рис. 2).

В зависимости от рельефа местности и водозабора (поверхностного или подземного) общая схема может отличаться, т.е. проектные схемы для шести регионов могут отличаться. На основе этих индивидуальных проектов, все компоненты системы капельного орошения будут изготовлены партнером-подрядчиком. Партнер-подрядчик доставляет подготовленные компоненты системы капельного орошения и выполняет монтаж на участке.

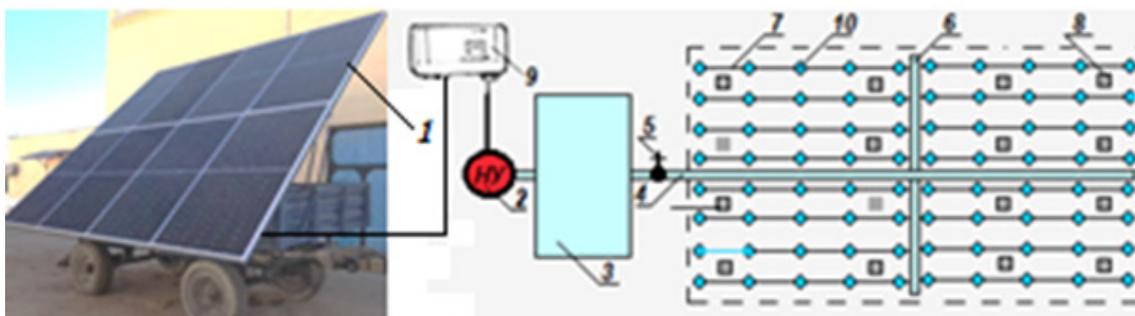


Рис. 1. Общая схема комплексной системы капельного орошения:

1 – мобильная солнечная энергоустановка; 2 – насосная установка; 3 – резервуар для воды; 4 – трубопровод для подвода воды; 5 – кран для регулирования расхода воды; 6 – распределительные трубы; 7 – поливной трубопровод с капельницами; 8 – приборы автоматики; 9 – блок управления; 10 – плодовые деревья.

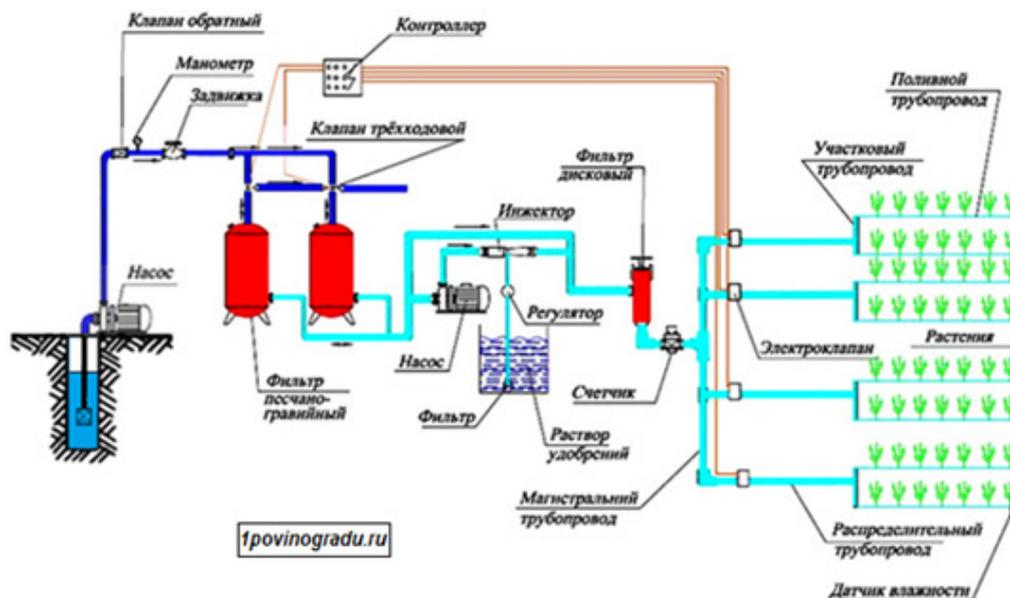


Рис. 2. Общая схема системы капельного орошения плодовых культур

Эффективность системы капельного орошения. В научной литературе [3, 5, 6, 7, 8] приведена, что среди водосберегающих технологий наиболее эффективной является капельное орошение. Например, капельное орошение плодовых деревьев, позволяет сэкономить до 66-80% воды по сравнению с поливом по бороздам [8].

Сравниваем способы полива по бороздам и капельного орошения т.е, сколько раз за вегетацию поливают плодовые сады и сколько расходуют воды. Количество поливов и объём воды, подаваемой за вегетационный период при поливе по бороздам для

садов, был разработан под руководством Ф.М.Рахимбаева и Н.Ф.Беспалова.

Однако, до сих пор в нашей республики не разработан режим орошения для капельного полива. Одной из основных целей реализуемого проекта, является определение режим орошения капельного полива плодовых садов в 6 регионах нашей страны.

Учитывая, что опыты по определению режима орошения начинаются весной, в статье приведены расчётные величины режима капельного орошения (табл. 1).

Таблица 1
Ведомость режима орошения сады и виноградники по гидромодульным районам Республики Каракалпакстан, Кашкадарьинской, Сурхандарьинской, Хорезмской, Бухарской и Наманской области Республики Узбекистан (данные СоюзНИХИ)

№	Объекты	Поливной период			Полив по бороздам		Капельный полив		Экономия воды** по сравнению с поливом по бороздам, в % (при 60/200 л)
		начала	конец	дней	Число поливов	Оросительная норма, м ³ /га	Число поливов	Оросительная норма, м ³ /га	
1	Республика Каракалпакстан								
	Южная зона: (V-г.р.);								
	- (VIII-г.р.);	11.05	31.08	112	4	3600	4	240/800	93,33/77,78
	- (IX-г.р.);	26.05	20.08	87	3	2400	3	180/600	92,50/75,00
	Северная зона: (II-г.р.);	16.05	25.08	102	3	3100	3	180/600	94,20/80,65
	- (V-г.р.);	01.05	10.09	133	7	4300	7	420/1400	90,23/67,44
	- (VI-г.р.);	21.05	25.08	96	5	2300	5	300/1000	87,00/56,52
	- (VIII-г.р.);	21.05	31.08	102	4	3700	4	240/800	93,51/78,39
	- (IX-г.р.).	26.05	15.08	82	2	2000	2	120/400	94,00/80,00
	21.05	15.08	86	3	2700	3	180/600	93,33/77,78	
2	Кашкадарьинская область.								
	Пояс серозёмов: (II-г.р.);								
	- (III-г.р.);	11.04	26.09	169	7	4800	7	420/1400	91,25/70,83
	- (V-г.р.);	21.04	25.09	158	5	4600	5	300/1000	93,45/78,26
	- (VIII-г.р.).	06.05	20.09	138	4	3400	4	240/800	92,94/76,47
	Пояс пустынь: (III-г.р.);	16.05	15.09	123	3	2300	3	180/600	92,17/73,91
	- (IV-г.р.);	16.04	30.09	168	7	6000	7	420/1400	93,00/76,67
	- (VI-г.р.);	06.04	30.09	178	12	6500	12	720/2400	88,92/63,08
	- (IX-г.р.);	26.04	25.09	153	6	5300	6	360/1200	93,21/77,36
	06.05	20.09	138	4	3900	4	240/800	93,85/79,49	
3	Сурхандарьинская область.								
	Пояс серозёмов: (I-г.р.);	05.04	25.09	173	8	5500	8	480/1600	91,27/70,91
	- (II-г.р.);	16.04	15.09	142	7	4900	7	420/1400	91,43/71,43
	- (III-г.р.);	01.05	10.09	123	5	4600	5	300/1000	93,48/78,26
	- (VIII-г.р.).	01.06	25.08	86	3	2100	3	180/600	91,43/71,43
	Пояс пустынь: (III-г.р.)	26.04	15.09	142	7	6700	7	420/1400	93,73/79,10
	- (VI-г.р.);	16.04	25.09	162	9	5700	9	540/1800	90,53/68,42
	- (VIII-г.р.);	26.05	31.08	98	4	3500	4	240/800	94,42/77,14
	- (IX-г.р.).	06.05	10.09	128	4	4300	4	240/800	94,42/81,40
4	Хорезмская область.								
	Пояс серозёмов: (V-г.р.);	01.06	31.08	92	4	3600	4	240/800	93,33/77,78
	- (VIII-г.р.).	26.05	25.08	92	2	2400	2	120/400	95,00/83,33
	Пояс пустынь: (VI-г.р.);	06.05	05.09	123	3	4200	3	180/600	95,71/85,71
	- (IX-г.р.).	16.05	25.08	93	3	3100	3	180/600	94,19/80,65
5	Бухарская область:								
	- (III-г.р.);	21.04	15.09	148	6	5300	6	360/1200	93,21/77,36
	- (IV-г.р.);	26.04	10.09	138	5	4800	5	300/1000	93,75/79,17
	- (VIII-г.р.);	11.05	30.08	111	3	2700	3	180/600	93,33/77,78
	- (IX-г.р.).	06.05	25.08	111	3	2400	3	180/600	92,50/75,00
6	Наманская область***	11.04	10.09	144	7	4300	7	420/1400	90,23/67,44
	Пояс серозёмов: (II-г.р.);	16.04	31.08	138	4	4100	4	240/800	94,15/80,49
	- (III-г.р.);	21.04	25.08	127	4	3100	4	240/800	92,26/74,19
	- (V-г.р.);	21.04	31.08	133	4	3700	4	240/800	93,51/78,38
	- (VI-г.р.);	06.05	05.08	92	2	2200	2	120/400	94,55/81,81
	- (VIII-г.р.);	06.05	05.08	92	2	2100	2	120/400	94,29/80,95
	- (IX-г.р.).	26.04	10.09	138	7	4700	7	420/1400	91,06/70,21
	Зона пустынь: (II-г.р.);	26.04	10.09	138	5	4500	5	300/1000	93,33/77,78
	- (III-г.р.);	06.05	31.08	118	3	3400	3	180/600	94,71/82,35
	- (V-г.р.);	01.05	31.08	123	4	4100	4	240/800	94,15/80,48
	- (VI-г.р.);	16.05	20.08	107	3	2200	3	180/600	91,82/72,73
	- (VIII-г.р.);	11.05	25.08	117	3	2900	3	180/600	93,79/79,31
	- (IX-г.р.).								

Примечания: *г.р.-гидромодульный район;**-расчётные значения;***-данные Н.Беспалова [24].

Известно, что расстояние между фруктовыми деревьями в нашей стране в основном составляет 4 м, а расстояние между рядами – 5 м. На 1 га помещается около 500 саженцев. Объем воды на одного 3-15 летних деревьев, составляет 60–200 л, для деревьев площадью 1 га 30 000–100 000 л (30–100 м³, 9-столб в табл. 1). В таблице 1 указаны режим орошения, начало и окончание полива, а также продолжительность полива в днях на 1 га сада при поливе по бороздам (в течение вегетационного периода) и капельном орошении.

Результаты расчетов в таблице 1 показывают, что при капельном орошении садов с плодовыми деревьями по схеме 4x5, можно сэкономить большое количество воды. Экономия водных ресурсов при подаче 60/200 л деревьям 3-15 и более лет, составляет: в Республике Каракалпакстан - 94,20/56,52% (10 столб в табл. 1, 3-строка левой стороне, и 5-строка правой стороне); Кашкадарьинская область - 93,85/63,08% (10 столб в табл. 1, 8-строка левой стороне, и 6-строка правой стороне); Сурхандарьинская область - 94,42/68,42% (10 столб в табл. 1, 7 и 8-строка левой стороне, и 6-строка правой стороне); Хорезмская область - 95,71/77,78% (10 столб в табл. 1, 3-строка левой стороне, и 1-строка правой стороне); Бухарская область - 93,75/75,00% (10 столб в табл. 1, 2-строка левой стороне, и 4-строка правой стороне); Наманганская область - 94,71/67,44% (10 столб в табл. 1, 9-строка левой стороне, и 1-строка правой стороне). Экономия воды в среднем по республике, при подаче 60 л на одну плодовой дерево до 97%, при подаче 200 л 56%.

Результаты расчетов (табл. 1) указывают что, потери воды в пределах 3–40% и соответственно экономия воды (97-60%). Фактические результаты по каждому объекту будут установлены на основе полевых опытов.

Система солнечной энергоустановки с насосными установками. Использование фотоэлектрических систем обеспечит необходимой электроэнергией насосных агрегатов и управляющее оборудование, необходимое для эффективной работы интеллектуальной системы капельного орошения в местах с дефицитом водных и энергетических ресурсов.

На предлагаемом комплексе оборудований

новым является применение модернизированных фотоэлектрических батарей (рис.3). Всем известно что, фотоэлектрические батареи имеют самые низкие коэффициент полезного действия. Использование фотоэлектрических батарей (ФЭБ) без учета климатических условий регионов сильно влияет на их эффективность. Особенно в условиях высокой атмосферной температуры эффективность ФЭБ уменьшается, что связана уменьшением вырабатываемой мощности ФЭБ. Этот процесс оказывает негативное влияние на энергетические и экономические показатели системы на основе ФЭБ. Применение фото тепловых батарей (ФТБ) на автономных передвижных фото тепловых водоподъемных установках (АПФТВУ) повышает эффективность использования, в том числе в условиях сухого климата [9, 10, 11]. Обычно для подъема воды из скважин применяют следующие варианты фотоэлектрических систем:

1.Прямая водоподъемная система. Является простой для обслуживания и сравнительно недорогой. Чтобы система работала эффективно, интенсивность солнечного излучения должна обеспечивать выработку электроэнергии, необходимой для работы водоподъемного насоса. В связи с отсутствием аккумуляции электрической энергии в данной системе она не работает в пасмурные дни и ночью, а также не целесообразно подключение системы к другим внешним потребителям электроэнергии.

2.АПФЭВУ различной мощности, способные обеспечить работы водоподъемного насоса в любое время суток (аккумуляторные системы). Аккумулирующая система АПФЭВУ стоит дороже, чем фотоэлектрическая система прямого подъема воды. Однако,

эффективность выработки электроэнергии системы существенно выше.

Солнечная фотоэлектрическая водоподъемная система становится важным фактором, который значительно сокращает использование электроэнергии, производимого из топлива. Эффективность работы водоподъемных насосов определяется мощностью, вырабатываемой ФЭБ. Мощность, производимая ФЭБ,

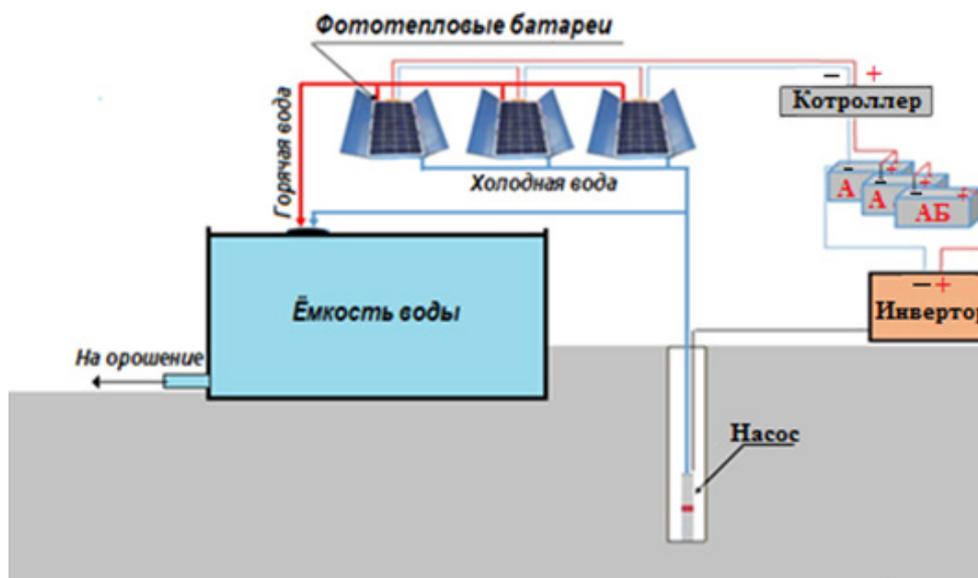


Рис. 3. Принципиальная схема подъема, резервирования и расхода воды с использованием автономной фотоэлектрической установки

может быть выражена следующим уравнением (1).

$$P_{ch} = U_M \cdot I_M \quad (1)$$

где: I_M и U_M – соответственно, максимальные ток и напряжение фотоэлектрической батареи.

Для расчета электрического КПД системы необходимо определить входную мощность, которая выражается следующим образом.

$$P_k = E \cdot S \quad (2)$$

где: E – интенсивность солнечного излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$);
 S – поверхность ФЭБ (м^2)

Эффективность системы определяется отношением мощности, вырабатываемой ФЭБ, к мощности излучения, падающего на поверхность ФЭБ:

$$\eta = \frac{P_{ch}}{P_k} = \frac{P_{ch}}{ES} \quad (3)$$

Для подъема воды из скважин будет применяться АПФТВУ на базе ФЭБ мощностью 4000 Вт на основе которой будут изготовлены 8 ФТБ мощностью по 500 Вт каждая. Будет использован водоподъемный насос мощностью 3000 Вт. Для оценки эффективности устройств будут проведены тестовые эксперименты в объектах внедрения. Для обеспечения максимального охлаждения тыльной поверхности ФТБ в условиях сухого климата регионов республики будет изготовлен тепловой коллектор из сотового поликарбоната, геометрические размеры (ширина и высота) параллельных каналов которой, в 1,5 раза больше, чем обычно применяемые коллекторы в энергетических установках на основе ФТБ. Будут созданы условия для увеличения скорости и объема выхода воды из теплового коллектора и, как следствие, снижения температуры ФЭБ до паспортных значений ФЭБ для условия сертификации АМ 1 при температуре 25°C.

Для изготовления АПФТВУ будут использована платформа широко используемой в коммунальном хозяйстве тележки для транспортировки отходов в городских условиях. В перспективе при модернизации конструкции платформы тележки можно увеличить мощность фотоэлектрической части до 6–7 кВт. В таблице 2 приведены физико-технические параметры деталей ФТБ мощностью 4000 Вт.

Будут сняты зависимости изменения плотности потока солнечной радиации и температуры воздуха в течение светового дня и температура воды, откачиваемой с глубины 30–40 метров. Поднимающаяся по трубам вода разделяется на две части специальным распределительным

устройством, 1/3 ее направляется на водоподъемную установку, проходит через тепловой коллектор, расположенный на тыльной поверхности ФЭБ, затем присоединяется к основному потоку воды и попадает в бассейн воды.

АПФЭВУ имеют высокую эффективность подъема воды в любое время суток за счет наличия аккумулирующей системы электрической энергии. В системе аккумулирования электрической энергии применяются современные гелиевые аккумуляторы эффективностью до 80% и сроком работы до 8–10 лет, инверторы с формой сигнала «чистый синус» хорошо совместимы с современными водоподъемными насосами с глубиной подъема воды до 80–100 м. Передвижная (мобильная) конструкция АПФЭВУ позволяет ориентирование по солнечному диску по двум координатам с высокой точностью. В отличие от стационарно установленных неподвижных водоподъемных фотоэлектрических установок АПФЭВУ приводит существенному снижению потерь солнечного излучения, падающего на поверхность фотоэлектрических батарей до 80%. Кроме того, коэффициент использования установленной мощности энергетической установки возрастает несколько раз (3–4 раза), по сравнению с неподвижной стационарной энергетической установкой. Современная обслуживающая и управляющая электроники АПФЭВУ контроллеры с точкой слежения точки нагрузки вольтамперной характеристики, инвертор с формой сигнала «чистый синус» имеют высокую эффективность и малые электрические потери.

Система автоматизации полива. Если растение не подвергать биологическому стрессу во время полива, то можно получить более высокие урожаи. В процессе орошения важную роль играет человеческий фактор. Чтобы преодолеть человеческий фактор, система капельного орошения проекта автоматизирована, т.е. в систему внедрены средства автоматизации, которые будут управлять процессом капельного орошения на основе специальной программы, учитывающей потребность растений в воде [12, 13].

Использование интеллектуальной системы капельного орошения позволит более экономно использовать воду для орошения сельского хозяйства, что даст более эффективное и рациональное использование водных ресурсов.

Изучая тип почвы на участке и ее водно-физические свойства, такие как водопроницаемость, капиллярность,

Таблица 2

Физико-технические характеристики деталей ФТБ мощностью 4000 Вт

Максимальная мощность ФЭБ, P_{max}	500Вт	8 ФЭБ
Коэффициент полезного действия ФЭБ, η	20, 3%	20,3%
Напряжение холостого хода ФЭБ, U_{oc}	22,8В	22,8
Ток короткого замыкания ФЭБ, I_{sc}	8,9 А	8,9 А
Коэффициент заполнения ВАХ, ff	0,71-0,73	0,71-0,73
Емкость теплового коллектора (ТК) из сотового поликарбоната, V	17 л	17x8=136 л
Теплопроводность сотового поликарбоната, r	0,2-3,9 Вт/м·°C	0,2-3,9 Вт/м·°C

максимальная полевая влагемкость, объем, сравнительная масса почвы и пористость, в зависимости от вегетационного периода, устанавливается расчетную влажность почвы для этих сельскохозяйственных растений. Все это включено в программу управления процессом орошения. Интеллектуальное капельное орошение состоит из трех частей (рис.4).

Датчик влажности. Вначале мы установим датчики влажности на орошаемом участке. Начнется процесс измерения влажности почвы. Измеренные данные передаются в режиме онлайн в центральную часть. В то же время датчики влажности питаются от солнечных панелей

Центральная часть анализирует данные, поступающие от датчиков влажности, и отправляет команды в режиме онлайн на контроллер насоса, когда необходимо увлажнить почву под посевами.

Контроллер насоса. Контроллер насоса выполняет функцию включения и выключения насоса и контролирует уровень воды в источнике водоснабжения. Когда подача воды падает ниже определенного уровня, насосы автоматически отключаются и предотвращают короткое замыкание. Контроллер насоса подчинен центральной части и выполняет команду на выключение или включение в зависимости от поступающих от него данных.

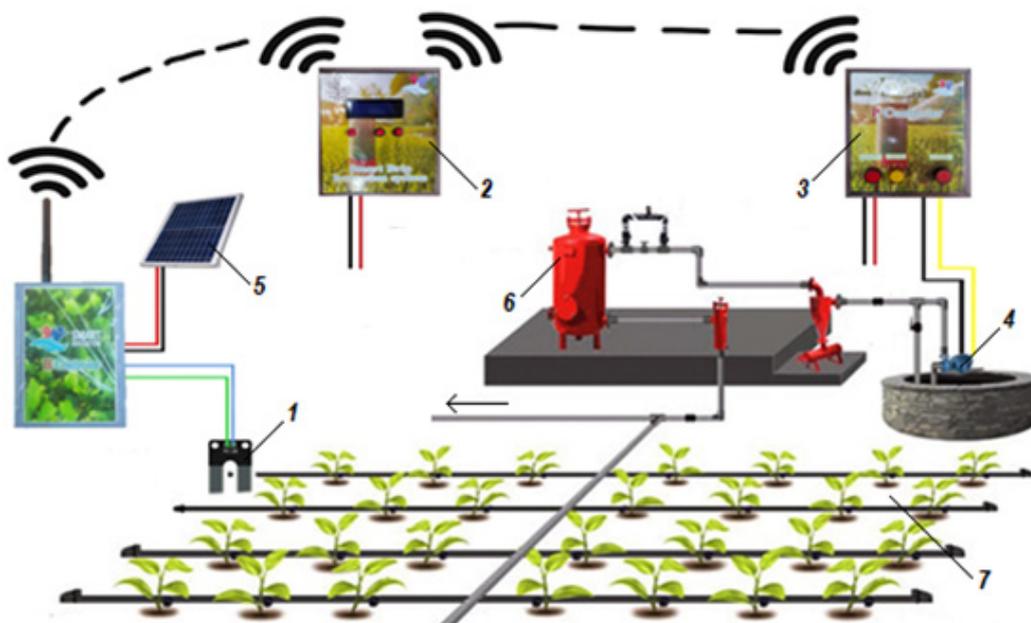
Разработка программного обеспечения и мобильных приложений для системы автоматизации. Программное обеспечение и мобильное приложение ав-

томатизированной системы будут разработаны участниками проекта [12]. Программное обеспечение обеспечит связь и управление между датчиками влажности почвы, включение и выключение насосных агрегатов и регулирующих элементов системы капельного орошения. Мобильное приложение позволит получать информацию о работе автоматизированной системы капельного орошения и контролировать запуск и остановку системы.

Подача качественной воды в систему капельного орошения. Одной из проблем в капельном орошении, является наносный режим источника. В систему капельного орошения вода подается из подземных и поверхностных источников. Подземные воды практически не имеют мутности и могут подаваться непосредственно в систему капельного орошения.

Однако основные источники поверхностных вод — реки Амударья, Сырдарья и Зарафшан, протекающие по территории нашей страны, в больших количествах перемещают наносы во взвешенном состоянии и по дну русла [14]. Если воду, подаваемую в систему капельного орошения не очищать от взвешенных наносов, то капельницы очень быстро засорятся и выйдут из строя. Количество и размеры взвесей, которые могут пройти через капельницы, представлены в таблице 3 [15].

Вода из источника по подводящему каналу подается на накопительный бассейн. Вода подаваемая в накопительный бассейн, очищается от крупных наносов на



4-рис. Общая схема автоматизированной системы капельного орошения:

1 – датчик влажности; 2 – Центральная часть; 3 – контроллер насоса; 4 – насос и источник воды; 5 – солнечная панель; 6 – фильтр капельной системы; 7 – орошаемое поле.

Таблица 3

Допустимые значения концентрации и размеров взвешенных частиц, содержащихся в поливной воде систем капельного орошения

Размер проходных отверстий, мм	Допустимое значение концентрации взвешенных частиц в воде и их размеры.	
	Концентрация, г/л	Размер частиц, мм
< 1	0,03-0,05	< 0,05
1-2	0,05-0,1	< 0,07
> 2	0,1-0,3	< 0,1

малом отстойнике, устроенный в начале подводящего канала. Оставшаяся мелкие наносы, очищается с помощью фильтров системы капельного орошения и подается в капельницы.

Однако на сегодняшний день, из-за применения расчётных уравнений не учитывающий сопротивления потоку грядовых образований и взвешенных наносов, наблюдается лишь заиливание каналов.

Чтобы подводящий канал не заилился, необходимо использовать уравнение, учитывающее все факторы, оказывающие сопротивление потоку воды [16].

Выводы.

1. Самым рентабельным водосберегающей технологией является капельное орошение. Использование интеллектуальной системы капельного орошения позволяет:

- экономия водных ресурсов в плодовых садах, в среднем составляет 60–90%;
- дополнительное освоение новых сельскохозяйственных земель за счёт водосбережения;
- повышение урожайности сельскохозяйственных культур;
- снижение затрат на ирригационные работы и на обработку сельскохозяйственных культур;
- не применяется органические топлива загрязняющей окружающую среду, применяется чистая экологическая энергия;
- применяется солнечная энергия (панели), мощностью - $N=4,0-4,2$ кВт, для обеспечения энергией насосных установок, для подачи воды на систему капельного орошения

охлаждения.

2. Установка вырабатываемый электрической энергии с использованием фото тепловых батарей (ФТБ) в летнее время года, будет почти в 2 раза превышать энергию фотоэлектрических батарей (ФЭБ) обычной традиционной конструкции, за счёт охлаждения.

3. Мобильность системы фото тепловых батарей, позволяет использовать его течение всего года.

4. Автоматизация и программирование капельного орошения позволяет поливать культуры в соответствии с их биологическими потребностями, повышать урожайность, экономить водные ресурсы, избегать негативного воздействия человеческого фактора, экономить рабочую силу.

5. Чтобы система капельного орошения работала надёжно, подаваемая вода должна быть очищена от наносов до 0,1 мм.

6. С применением комплексной системы капельного орошения, увеличатся доходы и повысится жизненный уровень производителей и населения, приведет к сокращению бедности населения, обеспечит население надёжно и стабильно продовольствием.

№	Литература	References
1	Мировая продовольственная программа. ru.wikibrief.org/wiki/World Food Programme	<i>Mirovaya prodovol'stvennaya programma</i> [World Food Program]. ru.wikibrief.org/wiki/World Food Programme (in Russian)
2	Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. https://ru.wikipedia.org/wiki и https://www.fao.org/home/ru .	<i>Prodovol'stvennaya i selskoxozyayst vennaya organizatsiya OON</i> [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. https://www.fao.org/home/ru and https://ru.wikipedia.org/wiki (in Russian)
3	Указ Президента Республики Узбекистан №УП-5303 от 16.01.2018 г. «О мерах по дальнейшему обеспечению продовольственной безопасности страны».	<i>Ukaz Prezidenta Respubliki Uzbekistan №UP-5303 ot 16.01.2018 g.</i> «O merax po dalneyshemu obespecheniyu prodovol'stvennoy bezopasnosti strani» [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. DP-5303 dated January 16, 2018 «On measures to further ensure the country's food security»]. (in Russian)
4	Указ Президента Республики Узбекистан, от 10.07.2020 г. № 6024, «Об утверждении концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020 – 2030 годы». Приложение № 1 «Концепция развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы». https://lex.uz/ru/docs/4892946 .	<i>Ukaz Prezidenta Respubliki Uzbekistan, ot 10.07.2020 g. № 6024, «Ob utverjdenii konsepsii razvitiya vodnogo xozyaystva Respubliki Uzbekistan na 2020 – 2030 godi»</i> [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan, dated July 10, 2020 № 6024, «On approval of the concept of development of the water sector of the Republic of Uzbekistan for 2020 - 2030»]. Appendix № 1 «Concept for the development of the water sector of the Republic of Uzbekistan for 2020-2030» https://lex.uz/ru/docs/4892946 . (in Russian)
5	Закон Республики Узбекистан «О воде и водопользовании». – Ташкент, 1993.	<i>Zakon Respubliki Uzbekistan «O vode i vodopol'zovanii»</i> [Law of the Republic of Uzbekistan «On Water and Water Use»]. Tashkent, 1993. (in Russian)
6	Мажидов Т.Ш. Культура использования водных ресурсов и охраны окружающей среды. Монография. – Ташкент: ТИХММИ, 2021. – 266 с.	<i>Majidov T.Sh. Kultura ispolzovaniya vodnix resursov i oxrani okrujayushey sredi</i> [Majidov T.Sh. Culture of water resources use and environmental protection]. Monograph, Tashkent, TIAME, 2021. 266 p. (in Russian)
7	Суюнов Ш. Узбекистан является пионером в Центральной Азии в области водосбережения // Журнал «Сельское и водное хозяйство Узбекистана». – Ташкент, 2023. – № 3. – С. 15-16.	<i>Suyunov Sh. Uzbekistan yavlyaetsya pionerom v Sentralnoy Azii v oblasti vodosberejeniya</i> [Suyunov Sh. Uzbekistan is a pioneer in Central Asia in the field of water conservation] // Magazine «Agriculture and water management of Uzbekistan». No. 3, 2023. 15-16 p. (in Russian)

8	Штепа Б.Г. и другие. Механизация полив. Справочник. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 336 с.	Shtepa B.G. i drugie. <i>Mexanizatsiya poliv</i> [Shtepa B.G. and others. Mechanization of watering]. Reference book. Moscow, Agropromizdat, 1990. 336 p. (in Russian)
9	Мажидов Т.Ш. Изучение и внедрение получения высоких урожаев из масличных культур с применением капельное орошение низкого давления. ТИМИ. Научно-технический отчет гранта КХА-7-106-I. – Ташкент, 2011. – 72 с.	Majidov T.Sh. <i>Izuchenie i vnedrenie polucheniya visokix urojaev iz maslichnix kul'tur s primeneniem kapelnoe oroshenie nizkogo davleniya</i> [Majidov T.Sh. Study and implementation of obtaining high yields from oilseeds using low-pressure drip irrigation]. TIIM. Scientific and technical report of the grant AA-7-106-I, Tashkent, 2011. 72 p. (in Russian)
10	Турсунов М.Н., Сабилов Х., Холов У.Р., Эшматов М. Исследование параметров фото-тепловой батареи в экстремальных природных условиях. Гелиотехника. Том 57. № 4, 2021. 354-361 стр.	Tursunov M.N., Sabirov X., Xolov U.R., Eshmatov M. <i>Issledovanie parametrov foto-teplovoy batarei v ekstremalnih naturnix usloviyax</i> [Tursunov M.N., Sabirov Kh., Kholov U.R., Eshmatov M.. Study of the parameters of a photo-thermal battery in extreme natural conditions]. Solar engineering. Vol. 57. No. 4, 2021. 354-361 p. (in Russian)
11	Мунинов Р.А., Турсунов М.Н., Сабилов Х., Ахтамов Т.З., Эшматов М.М. Комплексное повышение эффективности мобильной фотоэлектрической установки для водоподъема за счет использования фото тепловых батарей, боковых отражателей солнечного излучения и охлаждающей воды из глубоких подземных горизонтов. Гелиотехника, Том 58, № 2, 2022. – С. 118-126.	Muminov R.A., Tursunov M.N., Sabirov X., Axtamov T.Z., Eshmatov M.M. <i>Kompleksnoe povishenie effektivnosti mobil'noy fotoelektricheskoy ustanovki dlya vodopodema za schet ispolzovaniya foto teplovix batarey, bokovix otrajateley solnechnogo izlucheniya i oxlazhdayushey vodi iz glubokix podzemnix gorizontov</i> [Muminov R.A., Tursunov M.N., Sabirov H., Akhtamov T.Z., Eshmatov M.M.. Comprehensive increase in the efficiency of a mobile photovoltaic installation for water lifting through the use of photothermal batteries, side reflectors of solar radiation and cooling water from deep underground horizons]. Solar engineering, Vol. 58, No. 2, 2022. 118-126 p. (in Russian)
12	Турсунова М.Н, Баинов Д., Дыскин В., Кривобоков В.П., Собиров Х. Исследование эффективности использования автономных фотоэлектрических станций в условиях жаркого климата. Академия Наук Республики Узбекистан, Физико-технический институт, НПО «Физика-Солнце», Труды международной конференции, 22-23 сентября. – Ташкент, 2020. – С. 25-29.	Tursunova M.N, Bainov D., Diskin V., Krivobokov V.P., Sobirov X. <i>Issledovanie effektivnosti ispolzovaniya avtonomnix fotoelektricheskix stansiy v usloviyax jarkogo klimata</i> [Tursunova M.N., Bainov D., Dyskin V., Krivobokov V.P., Sobirov H. Study of the efficiency of using autonomous photovoltaic stations in hot climates]. Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Institute of Physics and Technology, RPA "Physics-Sun", Proceedings of the international conference, September 22 - 23 Tashkent 2020. 25-29 p. (in Russian)
13	Турдиев А.У. Умная система капельного орошения. Мини грант № UZ-2020-C-005-02, ЕС, филиал РЭЦ ЦА в Узбекистане, ОО «Сувчи», ТИИМСХ. –Ташкент, 2020.	Turdiev A.U. <i>Umnaya sistema kapelnogo orosheniya</i> [Turdiev A.U. Smart drip irrigation system]. Mini grant No. UZ-2020-C-005-02, EU, branch of REC Central Asia in Uzbekistan, PU "Suvchi", TIIME, Tashkent, 2020. (in Russian)
14	Серикбаев Б.С., Шеров А.Г., Шайманов Н.О., Гадаев Н.Н. Эксплуатации и автоматизация оросительных сетей. Учебное пособие, ТИИМСХ. – Ташкент, 2021. – 145 с.	Serikbaev B.S., Sherov A.G., Shaymanov N.O., Gadaev N.N. <i>Ekspluatatsii i avtomatizatsiya orositel'nix setey</i> [Serikbaev B.S., Sherov A.G., Shaimanov N.O., Gadaev N.N. operation and automation of irrigation networks]. Training manual, TIIME, Tashkent, 2021. 145 p. (in Russian)
15	Хикматуллаев А.А. Сув ҳўжалигида эксплуатация қилинаётган насосларнинг абразив емирилишини тадқиқ қилиш (Лаборатория тадқиқотлари мисолида). 5А450402– «Насос станциялари ва қурилмаларидан фойдаланиш ва таххиси» мутахассислиги бўйича Академик магистр илмий даражасини олиш учун ёзилган диссертация, ТИҚХММИ, Тошкент, 2018. – 59 б.	Hikmatullaev A.A. <i>Suv xo'jaligida ekspluatatsiya qilinayotgan nasoslarning abraziv yemirilishini tadqiq qilish (Laboratoriya tadqiqotlari misolida)</i> [Hikmatullaev A.A. Investigation of abrasive wear of pumps in operation in water industry (as an example of laboratory research)]. 5A450402– Dissertation written for obtaining the academic master's degree in the specialty "Usage and diagnosis of pumping stations and devices", TIIME, Tashkent, 2018. 59 p. (in Uzbek)
16	Сарахатунова Ю.Я. Требования систем капельного орошения к поливной воде. Материалы конференции "Пути повышения эффективности орошаемого земледелия". № 3(83), Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, 2021. – С. 22-27.	Saraxatunova Yu.Ya. <i>Trebovaniya sistem kapel'nogo orosheniya k polivnoy vode. Materiali konferentsii "Puti povisheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya"</i> [Saraxatunova Yu.Ya. Requirements of drip irrigation systems for irrigation water. Proceedings of the conference "Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture". No. 3(83), Russian Research Institute for Land Reclamation Problems, Novocheerkassk, 2021. 22-27 p. (in Russian)
17	Бердиев М. Лойқалари жўяқлар шаклида ҳаракатланаётган ўзанларнинг сув оқими қаршилигига таъсири. "Қишлоқ ва сув ҳўжалигининг замонавий муаммолари" мавзусидаги анъанавий XXII ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий-амалий анжумани мақоалар тўплами, I том. – Тошкент, 2023. – Б. 760-775.	Berdiev M. <i>Loyqalari jo'yaklar shaklida harakatlanayotgan o'zanlarning suv oqimi qarshiligiga tasiri</i> [Berdiev M. The effect of turbidity on the flow resistance of streams moving in the form of furrows]. A collection of articles of the traditional XXII scientific-practical conference of young scientists, graduate students and talented students on the topic "Modern problems of agriculture and water management", Volume I, Tashkent, 2023. 760-775 p. (in Uzbek)

ВОЗДЕЙСТВИЕ КАНАЛА НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ОКРУЖАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ

*П.А.Хакимова – докторант, М.И.Халмирзаева – к.т.н., доцент, А.Т.Салохиддинов – д.т.н., проф.,
А.Г.Савицкий – к.т.н., доцент,
Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации
сельского хозяйства»*

Аннотация

В статье анализируется воздействие функционирования, а также насаждений вдоль каналов, на различные компоненты и устойчивость среды окружающей территории. Проведен обзор ранее проведенных в мире исследований. Выполнено расчетное обоснование и усовершенствован метод оценки воздействия функционирования канала на окружающую среду (на примере её водного режима) с применением уравнения механики взаимопроникающих многофазных многокомпонентных систем и математической модели движения влаги в пористых грунтах как частный случай теории взаимопроникающего движения сред. Результаты исследований показали, что, несмотря на добавление еще одного фактора расходования воды (транспирация), из канала, суммарные потери при наличии насаждений, стали меньше. Это уменьшение связано с тем, что растения концентрируют фильтрующий слой воды в колонну, препятствуя накоплению воды в поверхностном слое почвы вокруг канала и заметно уменьшает физическое испарение из поверхностных слоев почвы.

Ключевые слова: воздействие канала на окружающую среду, метод, оценка, модель, устойчивость экосистем.

КАНАЛ АТРОФДАГИ ХУДУДНИНГ СУВ РЕЖИМИГА ТАЪСИРИ

*П.А.Хакимова – докторант, П.А.Халмирзаева – т.ф.н., доцент, А.Т.Салохиддинов – т.ф.д., профессор.,
А.Г.Савицкий – т.ф.н., доцент,
“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий илмий-тадқиқот
университети*

Аннотация

Мақолада каналлар фаолияти ва канал ёқалаб экилган кўчатларнинг экотизмларнинг барқарорлиги ва уларнинг турли компонентларига таъсири таҳлил қилинган. Дунё бўйлаб мазкур муаммо бўйича ўтказилган тадқиқотларнинг шарҳи амалга оширилган. Каналлар фаолиятининг атроф-муҳитга (унинг сув режими мисолида) таъсирини баҳолаш услуги кўп фазали ва кўпкомпонентли тизимлар механикаси тенгламаси ҳамда ғовакли тупроқларда намлик ҳаракатининг математик моделини қўлаш асосида такомиллаштирилган ва ҳисобий асосланган. Тадқиқот натижалари каналлардан сув сарфини оширувчи яна бир омил (транспирация) қўшилганига қарамай, канал ёқалаб экилган ўсимликлар мавжудлиги шароитида умумий йўқотишлар миқдори камроқ бўлиши таъминланади. Сув йўқотилишининг бундай камайиши сабаби ўсимликлар томонидан филтрланган сув қатламини устунга жамлаб, канал атрофидаги тупроқнинг сирт қатламида сув тўпланишига тўскинлик қилиши ва жисмоний буғланишни сезиларли даражада камайиши билан боғлиқдир.

Таянч сўзлар: каналнинг атроф-муҳитга таъсири, усул, баҳолаш, модел, экотизим барқарорлиги.

IMPACT OF CANAL ON THE WATER REGIME OF SURROUNDING TERRITORIES

*P.A.Khakimova – doctoral student, M.I.Halmirzaeva – Ph.D., A.T.Salokhiddinov – Doctor of Technical Sciences, Professor,
A.G.Savitsky – Ph.D.,
National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"*

Abstract

The article analyzes the impact of the functioning of canals and plantings along with various components and environmental stability. A review of previous research conducted in the world has been undertaken. A computational justification has been performed, and a method for assessing the impact of the channel's operation on the environment (using the example of its water regime) has been improved using the equation of mechanics of interpenetrating multiphase multicomponent systems and a mathematical model of moisture movement in porous soils as a particular case of the theory of interpenetrating motion of media. The research results showed that despite adding another factor of water consumption (transpiration), which left the channel, the total losses in the presence of plants became less. This decrease is because plants concentrate the filtered water layer into a column, preventing the accumulation of water in the surface layer of the soil around the channel and noticeably reducing physical evaporation.

Key words: environmental impact of the canal, method, assessment, model, ecosystem sustainability.



Введение. В научной литературе приводятся разные аргументированные и взаимно противоположные мнения о влиянии канала, в частности растений вдоль канала на водный режим почвы, окружающей канал. С одной стороны растения перехватывают солнечный свет и не дают поверхностному слою почвы нагреваться, уменьшая физическое испарение. Растения уменьшают и ветер над водной поверхностью в канале, что также уменьшает физическое испарение. С другой стороны существует мнение, что транспирация растений, высаженных вдоль канала, приводит к увеличению потерь воды за счет именно транспирации как дополнительного фактора расходования воды.

Плانتации вдоль каналов в основном реализуются в качестве стратегии повышения экологической устойчивости. В многочисленных научных исследованиях изучалось воздействие этих плантаций на окружающую среду с учетом таких факторов, как биоразнообразие, качество воды и устойчивость экосистем.

Биоразнообразие и плантации, как одна из основных целей насаждений на берегу канала часто направлены на повышение биоразнообразия. Singh M. and et al. [1] провели исследование вдоль канала и обнаружили, что плантации положительно влияют на местную флору и фауну. Увеличившийся растительный покров обеспечил среду обитания для различных видов птиц, насекомых и мелких млекопитающих. Однако Lui and et al. опубликовали материалы о противоположных результатах. [2], которые отметили, что монокультурные плантации могут привести к сокращению биоразнообразия. Доминирование одного вида растений вдоль канала может ограничить разнообразие видов растений и животных, влияя на общее состояние экосистемы.

Что касается качества воды и плантаций, то плантации вдоль канала играют решающую роль в улучшении качества воды. Корни растений помогают стабилизировать почву и предотвращают эрозию, следовательно, уменьшая отложение осадков в канале [3, 16]. Кроме того, растения поглощают избыток питательных веществ, предотвращая их попадание в воду и вызывая эвтрофикацию [4, 17]. Однако Pathak et al. [5] выразили обеспокоенность относительно потенциального негативного воздействия агрохимических стоков с плантаций в канал. Использование удобрений и пестицидов при работе с плантациями может привести к загрязнению воды, оказывая воздействие на водные экосистемы.

Устойчивость экосистем и плантации: Плантации на берегу канала способствуют устойчивости экосистем. Weiskopf and Sarah R. [6] продемонстрировали, что хорошо спроектированные плантации могут выступать в качестве буферных зон во время экстремальных погодных явлений, уменьшая воздействие наводнений и штормов на окружающие районы.

Тем не менее, возникновение проблем в поддержании устойчивости экосистем были установлены Gong and et al. [7], которые отметили, что плохо спланированные плантации могут скорее усугубить, чем облегчить экологический стресс. Выбор видов растений, плотность насаждений и методы управления значительно влияют на способность плантаций повышать устойчивость экосистем.

Социальные и экономические аспекты: помимо экологических соображений, плантации на берегу канала

также имеют социальные и экономические последствия. Исследования Imbrenda et al. [8] подчеркивали потенциал вовлечения сообщества и экономические выгоды благодаря устойчивым методам управления плантациями, таким как агролесомелиорация.

Однако Mohd [9] выразил обеспокоенность по поводу перемещения местных сообществ из-за создания плантаций. Баланс экологических целей с социальными и экономическими соображениями имеет решающее значение для долгосрочного успеха плантаций на берегу канала. Хованским А.Д., Латун В.В., Хорошевым О.А. и Денисовым В.И. [15] выявлены основные факторы воздействия дноуглубления на окружающую среду и оценено их влияние на водные объекты, определены экологически допустимые параметры углубления и расширения русла реки Дон.

Таким образом, обзор научной литературы [18, 19, 20] указывает на то, что воздействие плантаций вдоль канала на окружающую среду является многогранной проблемой, имеющей как положительные, так и отрицательные аспекты. Увеличение биоразнообразия, улучшение качества воды и устойчивость экосистем являются потенциальными преимуществами, но для смягчения потенциальных недостатков, таких как воздействие монокультуры и химический сток, требуются тщательное планирование и управление. Наши исследования сосредоточены на разработку устойчивых методов выращивания плантаций, которые учитывают экологические, социальные и экономические соображения для целостного управления в зоне воздействия канала.

Попробуем более детально разобраться, как влияют высаженные вдоль канала растения на распределение влаги в ближайшей окрестности канала. Возмозно, качественно оценить только влияние растений, высаженных вдоль канала на водный режим почв в зоне влияния канала. Для более точной оценки воздействия потребовалось бы рассчитывать не только процессы переноса влаги в почве, но и транспирацию растений, учитывать густоту посадок, вид растений, характеристики воздуха на ближайшем к каналу расстояниях. Это огромная работа, которую невозможно выполнить без многолетних качественных наблюдений на реальных каналах и реальных лесопосадках самых разных видов деревьев. Качественно оценить процессы переноса влаги под дном канала, при наличии или отсутствии посадок растений вдоль русла канала можно исследуя только законы переноса влаги в пористых почвогрунтах.

Метод исследования. Основой расчетного обоснования в нашем исследовании служат базовые уравнения механики взаимопроникающих многофазных и многокомпонентных систем, теория которых разработана в Х.А.Рахматуллиним [13]. Совершенствование этой теории осуществлено Денисовым Ю.М. [10] в виде математической модели движения влаги в пористых грунтах как частный случай теории взаимопроникающего движения сред. Данная детализированная модель переноса влаги в почве и содержательность уравнений вполне достаточно для описания процессов переноса влаги в почве с участием поглощающего действия корневой системы растений. Вместе с тем, математическая модель Ю.М. Денисова [10] считается сложным и редко применяется на практике. Однако эта модель является наиболее информативной

при расчетах движения влаги в почвах. Денисов Ю. М. [10] рассмотрел почву как комбинацию из трех фаз. Твердая, жидкая и газообразная. Этим трем фазам были присвоены индексы (i): воде-1, воздуху-2, грунту-3. Он также ввел параметр – относительный объем фазы. Относительный объем фазы - $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – это объем воды - V_1 , воздуха - V_2 или твердой части почвы - V_3 деленный на общий объем почвы - V_0

$$\alpha_1 = \frac{V_1}{V_0}, \alpha_2 = \frac{V_2}{V_0}, \alpha_3 = \frac{V_3}{V_0} \quad [\text{б.р.}] \quad (1)$$

Впервые, понятие “относительный объем фаз” было введено Рахматуллиними Х.А. для описания взаимопроникающего движения двухфазной среды [13]. Очевидно, что относительные объемы фаз дают в сумме единицу.

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1 \quad [\text{б.р.}] \quad (2)$$

Сжимаемость фаз в модели Ю.М. Денисова [10] не рассматривалась.

Известными константами определены плотности всех трех фаз:

- воды $\rho_1 = 1000$ [кг/м³],
- воздуха $\rho_2 = 1,29$ [кг/м³],
- грунта $\rho_3 \approx 1600$ [кг/м³];

где: ρ_i – плотность фазы- i .

Были определены важнейшие параметры математической модели Ю.М. Денисова [10] соотношениями

$$\Pi = \frac{1 - \alpha_3}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3} = 1 - \alpha_3 = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3} \quad [\text{б.р.}]$$

$$\varphi = \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} \quad [\text{б.р.}]$$

$$\omega = \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3} = \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} \cdot \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3} = \varphi * \Pi \quad [\text{б.р.}] \quad (3)$$

где: Π – пористость [б.р.]

φ – степень наполненности порового пространства влагой [б.р.],

ω – количество воды в единице объема почвы [б.р. или метр³/метр³]

Результаты исследований и обсуждения: запишем уравнения сохранения массы фаз. Масса твердой фазы-твердого скелета почвы неизменна, так как почва не движается и не деформируется сжатием или расширением. Масса воздушной смеси внутри скелета почвы связана с атмосферой и достаточно легко и быстро может покинуть поры почвы при повышении давления или войти в почву при понижении давления внутри почвы. Эта масса определяется по остаточному принципу из уравнения (2). Но для жидкой фазы процессы ее изменения внутри почвы протекают в более сложно.

Для водной фазы запишем уравнение сохранения массы воды в почве (4)

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} = \text{div } \vec{V} \cdot \omega - E_t - E_w \quad (4)$$

где:

div – дифференциальный оператор (расходимость) [1/метр];

∂ – знак частной производной;

t – время (сек);

V – вектор скорости движения воды (метр/сек);

E_t – интенсивность водоотбора воды корнями растений из единицы объема почвы на транспирацию [метр³/сек-метр³],

E_w – интенсивность испарения внутри почвы. Фактически это фазовый переход воды из жидкого состояния в пар (-) или конденсация (+) внутри единичного геоме-

трического объема почвы в единицу времени [метр³/сек-метр³].

Величина испарения, как показал Ю.М. Денисов [10] зависит от: влажности воздуха в поровом пространстве, максимальной влагоемкости воздуха в поровом пространстве, удельной поверхности взаимодействия воздуха и воды.

$$E_w \sim \beta_w \cdot (\rho_n - \rho_r) \quad (5)$$

где: ρ_n – максимальная влагоемкость воздуха,

β_w – удельная поверхность контакта водной фазы и воздушной фазы внутри единицы объема почвы

ρ_r – содержание водяного пара в порах почвы.

Для удельной поверхности контакта водной и воздушной фазы внутри почвы теоретически выведена и записана достаточно сложная формула [10]. В этой формуле удельной поверхности контакта водной и воздушной фазы сначала возрастает по мере заполнения пор почвы водой, а затем уменьшается в связи с уменьшением объема паровоздушной фазы. В почвах, не насыщенных влагой до предельных значений, можно рассматривать только восходящую ветвь этой зависимости. Предполагается, что испаряющаяся поверхность влаги внутри пор почвы пропорциональна содержанию влаги в порах почвы. То есть

$$\beta_w = K_1 \cdot \omega \quad (5)$$

где: K_1 – некоторый коэффициент пропорциональности.

Водяной пар вследствие молекулярной диффузии движется к поверхности почвы, поддерживая все время максимальную насыщенность пор водяным паром. Это означает, что можно допустить, что физическое испарение и вынос влаги осуществляется только при поверхностных слоях почвы и зависит в основном только от температур воздуха и его влажности в атмосфере в слое непосредственного контакта атмосферы и почвы.

Исходя из этих предположений, можно допустить, что физическое испарение происходит только в поверхностном слое почвы и оно пропорционально содержанию влаги в этом поверхностном слое почвы. То есть

$$E_w = K_2 \cdot \omega \quad (6)$$

где: K_2 – некоторый коэффициент пропорциональности, учитывающий влияние характеристик воздуха в самом близком к почве слое.

О растениях и процессах транспирации можно также предположить следующее. Транспирация растений определяется многими факторами, из которых основными являются:

- наличие воды в корневой зоне растений;
- уровня развития самих растений;
- характеристик атмосферы окружающей кроны растений.

Мы не можем во всей подробности рассмотреть вторую и третью группы факторов, определяющих величину транспирации растений. Но предположить, что при не полном заполнении пор почвы водой транспирация пропорциональна содержанию воды в порах почвы вполне логично.

Отличим от физического испарения транспирация будет иметь тот факт, что физическое испарение осуществляется в самом поверхностном слое почвы, а изъятие воды на транспирацию происходит во всем корнеобитаемом слое растений.

$$E_t = K_3 \cdot \omega \quad (7)$$

где: K_2 – некоторый коэффициент пропорциональности, учитывающий влияние характеристик воздуха в кроне растений, развития корневой и лиственной части растений, виде растений.

Формула для расчета потенциала почвенной влаги теоретически определена

Ю.М. Денисовым [10]. Вертикальная ось $-\vec{z}$ направлена вверх и потому чем выше (больше Z) тем больше потенциал влаги. Поместив “0” на уровне поверхности грунтовых вод или достаточно глубоко под поверхностью почвы получим, что тем глубже от поверхности почвы располагается вода тем меньше ее гравитационный потенциал.

$$\Phi_g = \left\{ +M_o \cdot \left[\frac{1+\sqrt{1-\varphi}}{\varphi} \right]^2 + N_o \cdot \ln \left(\frac{1+\sqrt{1-\varphi}}{1-\sqrt{1-\varphi}} \right) - \vec{z} \right\} \quad [\text{см}] \quad (8)$$

Значение постоянных параметров в формуле (7) было определено А.И.Сергеевым и А.Н.Морозовым [14] при условии, что почвенный потенциал - Φ_g определяется в сантиметрах водного столба:

$$\begin{aligned} M_o &= 2364 f_o^{4.14} \quad [\text{см}] \\ N_o &= -563 f_o + 180,7 \quad [\text{см}] \end{aligned} \quad (9)$$

где: f_o – максимальная молекулярная влагоемкость почв – ММВ (суглинки – 8–12%) [21].

В формулы (8) следует подставлять величину f_o в долях от единицы. Максимальная молекулярная влагоемкость есть константа для данного вида почв. Она равна процентному или долевого содержанию объема воды в объеме почвы, который может удерживаться силами молекулярного притяжения без вытекания из почвы под действием силы тяжести.

А.Ф.Лебедев [13] определил что: для песка $f_o=0,015$, для глин 0,45, для супесей 0,10–0,15.

Уравнение сохранения импульса для единицы массы воды имеет вид

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = - \vec{g} \cdot \vec{z} - |\vec{g}| \cdot (0.01 \cdot grad \Phi_g) - K_\mu \cdot \vec{V} \quad \left[\frac{\text{метр}}{\text{с}^2} \right] \quad (10)$$

где:

\vec{V} – вектор движения воды в почве (метр/с);

$grad$ – дифференциальный векторный оператор - градиент (1/метр);

\vec{g} – вектор ускорения свободного падения (метр/с²);

K_μ – коэффициент межфазного трения в движении воды по порам почвы (1/с);

\vec{z} – единичный вектор системы координат (x, y, z), направленный вверх [б.р].

Все уравнения, образующие математическую модель переноса влаги в почве вместе записаны ниже в системе (11)

$$\begin{aligned} N_o &= -563 f_o + 1807 \quad [\text{метр}] \\ \frac{\omega}{n} &= \varphi \quad [\text{б.р.}] \end{aligned}$$

$$\Phi_g = \left\{ M_o \cdot \left(\left[\frac{1+\sqrt{1-\varphi}}{\varphi} \right]^2 - 1 \right) + N_o \cdot \ln \left(\frac{1+\sqrt{1-\varphi}}{1-\sqrt{1-\varphi}} \right) \right\} \quad [\text{см.}]$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = - \vec{g} \cdot \vec{z} - |\vec{g}| \cdot (0.01 \cdot grad \Phi_g) - K_\mu \cdot \vec{V} \quad \left[\frac{\text{метр}}{\text{с}^2} \right]$$

$$\frac{\partial \omega_t}{\partial t} = -div (V \cdot \omega) - E_t - E_w \quad \left[\frac{1}{\text{с}} \right]$$

$$E_w = K_2 \cdot \omega$$

$$E_t = K_3 \cdot \omega$$

$$M_o = 2364 \cdot f_o^{4.14} \quad [\text{метр}] \quad (11)$$

Начальными условиями для данной задачи является равновесное распределение влаги по вертикали. Граничными условиями определена степень заполнения пор на глубине - $z=z_o$ и поверхности почвы $z=0$.

$$\begin{aligned} \frac{d\varphi}{dz} \Big|_{z=0-\Delta} &= \frac{d\varphi}{dz} \Big|_{z=0+\Delta} \\ \frac{d\varphi}{dz} \Big|_{z=z_o-\Delta} &= \frac{d\varphi}{dz} \Big|_{z=z_o+\Delta} \end{aligned} \quad (12)$$

Определим численные значения параметров для нашего приближенного расчета по оценке сути происходящего при водном обмене, сравнивая ситуации, когда вдоль русел каналов высаживаются или не высаживаются растения с способностью транспирации.

Пористость взята равной 20 процентов, $n=0,20$,

Максимальная молекулярная влагоемкость взята равной 10%, $f_o=0,1$

K_μ – коэффициент межфазного трения.

K_2 и K_3 выбраны так чтобы их влияние на процессы было заметно при качественной оценке поведения графиков при их сравнениях.

физическое испарение E_w действует только в 20 см слой поверхности почвы

отбор корнями растений E_t осуществляется по всей глубине корнеобитаемого слоя заданного на глубину 2 метра.

Значение коэффициента K_μ определено Ю.М.Денисовым [10]. В наших расчетах коэффициент K_μ взят минимально возможным.

Меньший коэффициент не способен сглаживать вычислительные осцилляции. Частично осцилляции все же проявляются при больших потенциалах почвенной влаги и это можно заметить на рисунке 3.

Фактически данный коэффициент определяет силы трения и через них подавляется дисбаланс других сил с выходом в равновесное состояние. Но сила межфазного трения практически исчезает в равновесных состояниях, при которых фазы не движутся.

Поэтому в равновесных стационарных распределениях воды по вертикали в почве действие сил трения минимально и решение слабо зависит от величины коэффициента межфазного трения из-за чрезвычайно медленного перемещения воды по порам внутри почвы.

Анализ результатов, полученных в тестовой задаче. Рассмотрим канал шириной в два метра и глубиной в один метр.

Пусть на расстоянии трех метров с каждой стороны от канала высажены деревья с корневой системой, уходящей на глубину до 6 метров.

Сравним поля распределения влажности почвы в поперечном сечении канала и сравним величины транспирации и физического испарения для случая, когда вдоль канала высажены деревья и случая, когда деревьев нет.

С использованием математической модели (11) возможно только качественно оценить результаты расчета. Сравнение результатов позволит выявить не только основные закономерности но и главные процессы в влага переносе в почве вокруг канала.

На рисунке 1 в трехмерной форме представлено характерное поле влажности вокруг канала.

Область грунтовых вод не вошла в зону расчета (она находится на значительной глубине) и поэтому с глуби-

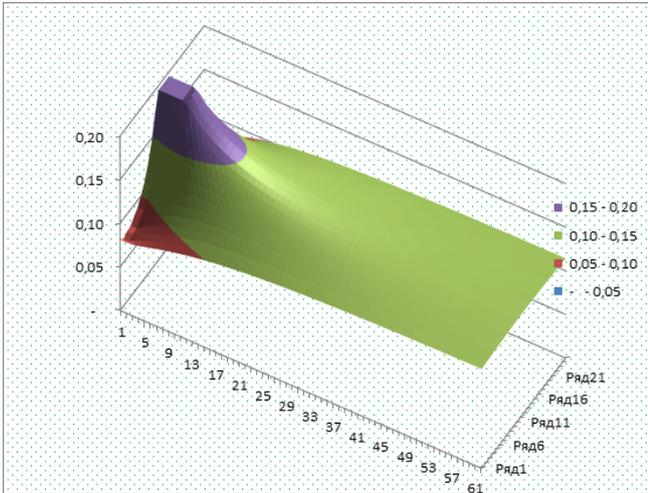


Рис. 1. Распределение влаги в поперечном сечении почвы вокруг канала

ной под каналом влажность падает. На рисунке 2 представлено распределение влаги на вертикали под каналом при наличии боковых полос с растительностью и без растительности.

На рисунке 3 представлено распределение влаги на вертикали под полосой с растительностью и на этом же расстоянии от канала, но без растительности.

На рисунке 4 представлено распределение влаги на вертикали за полосой с растительностью и на таком же расстоянии от канала, но без растительности.

На рисунке 5 представлено распределение влаги в поверхностном слое почвы на поперечнике перпендикулярном каналу.

Из анализа рисунка 5 следует, что при наличии боковых полос с растительностью поверхностный слой почвы содержит меньше влаги.

Это означает, прежде всего, уменьшение физического испарения воды из почвы.

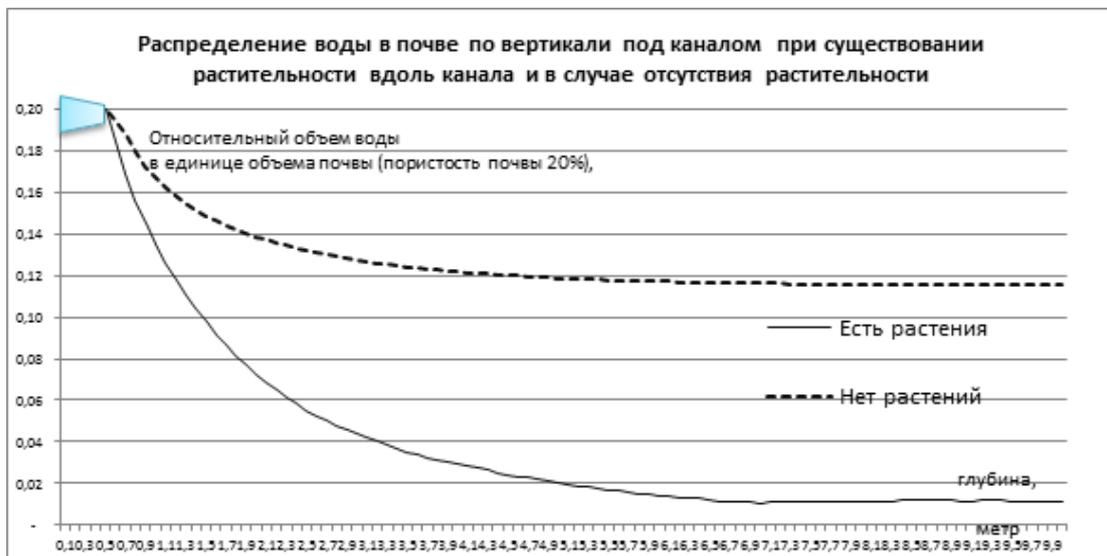


Рис. 2. Распределение влаги на вертикали под каналом для случая с растительностью и без растительности

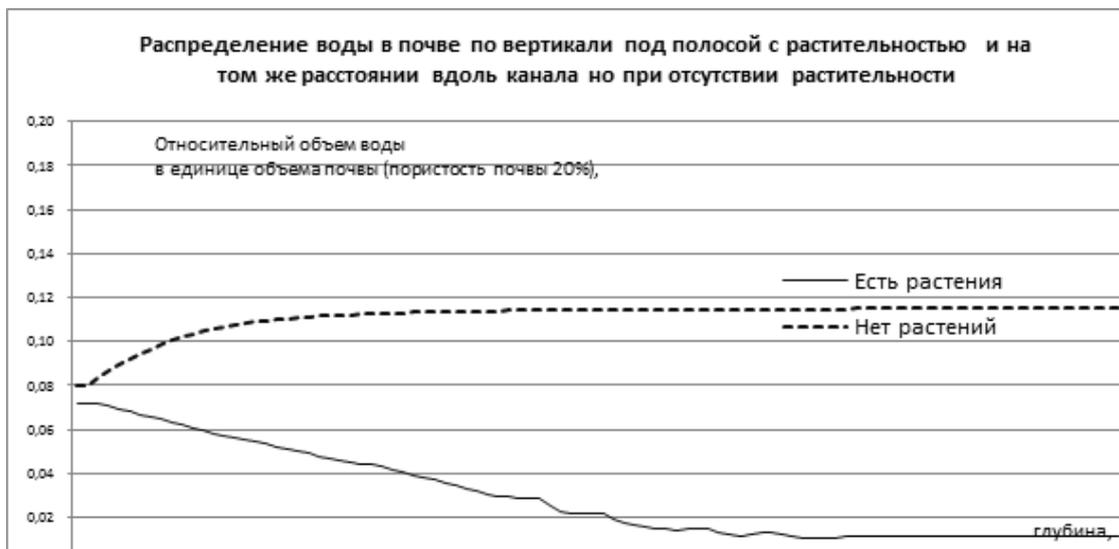


Рис. 3. Распределение влаги на вертикали под полосой с растительностью и на этом же расстоянии от канала, но уже без растительности

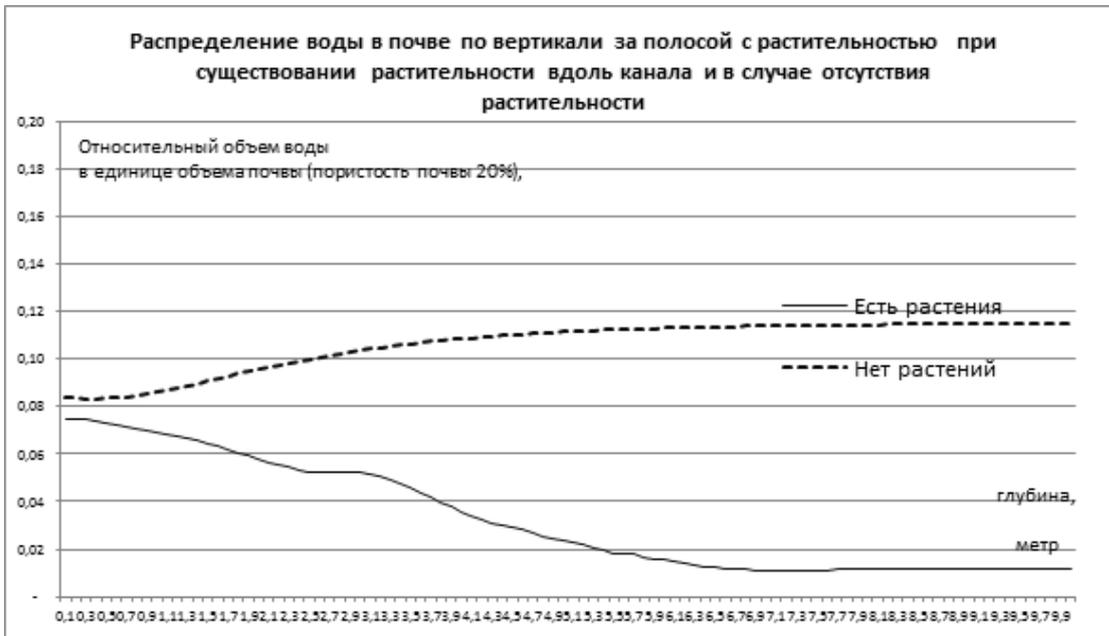


Рис. 4. Распределение влаги на вертикали за полосой с растительностью и на этом же расстоянии от канала, но без растительности

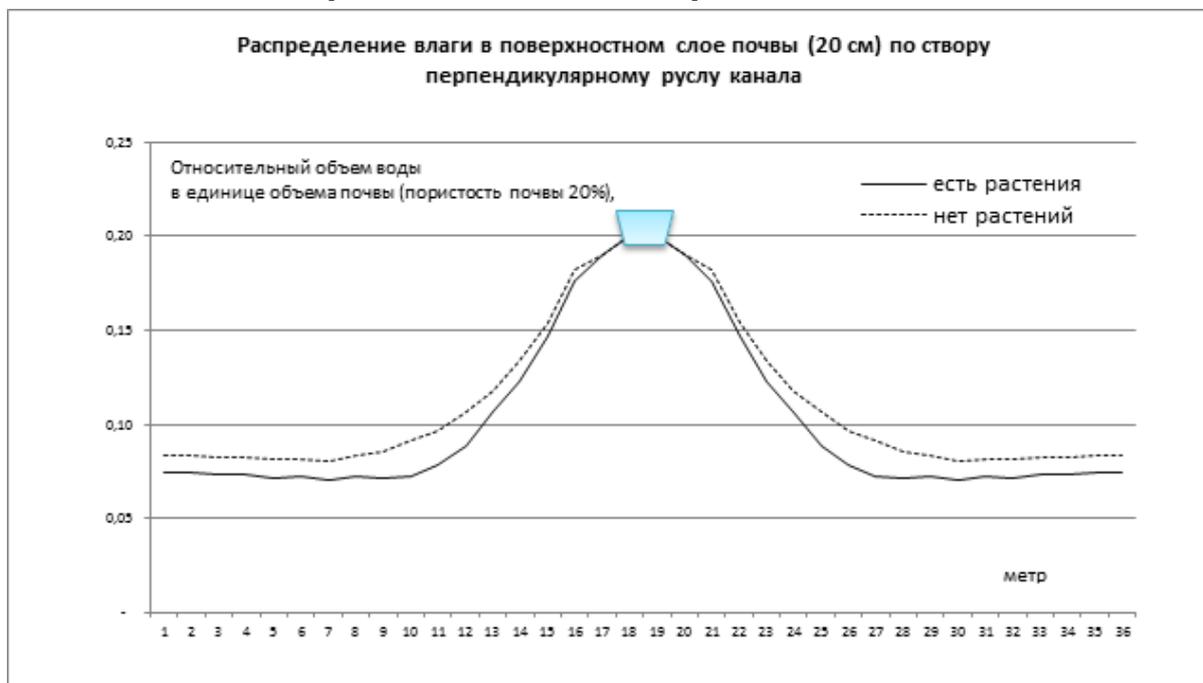


Рис. 5. Распределение влаги в поверхностном слое почвы на поперечнике перпендикулярном каналу

Сравним фильтрационный поток на участке в 36 метров поперек канала для случая, когда отсутствуют лесопосадки с испарением и транспирацией при наличии лесопосадок вдоль канала. Величина фильтрации дана в некотором индексе и реальная фильтрация пропорциональна этому индексу. Величину коэффициента пропорциональности можно определить только натурными наблюдениями. Тем не менее, сравнивая полученные значения индекса, можно произвести качественную оценку процессам, происходящим в почвах вокруг канала при наличии посадок растительности и без нее. На рисунке 6 сравниваются фильтрационные потоки вниз от

канала при наличии растительности и без нее. Растительность перехватывает часть фильтрующегося потока и испаряет его своей верхней надземной частью.

Сравним физическое испарение для случая, когда отсутствуют лесопосадки с испарением и транспирацией при наличии лесопосадок вдоль канала. На рисунке 7 показано физическое испарение поперек канала для случая наличия растительных полос и без них.

Сравним потери воды из канала в случае, если имеются защитные полосы растения и случая, когда этих полос нет. В первом случае потери будут складываться из фильтрационного потока, идущего вглубь к зоне грунто-

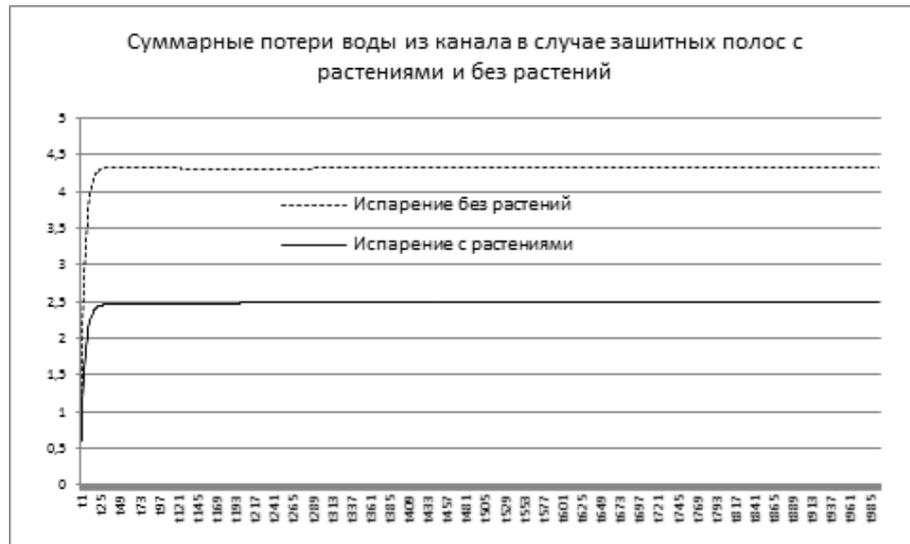


Рис. 6 Сравнение фильтрационных потоков вниз от канала при наличии растительности и без нее



Рис. 7. Сравнение потерь на испарение поперек канала для случая наличия растительных полос и без них

вых вод, физического испарения и транспирации. Во втором случае потери будут равны только сумме фильтрующегося в глубину потока воды и физического испарения. На рисунке 8 представлены две линии демонстрирующие потери воды для случая наличия защитных лесополос и их отсутствия

Заметно, что потери воды без наличия лесопосадок выше, чем с лесопосадками.

Выводы:

1. Несмотря на добавление еще одного фактора расходования воды, ушедшей из канала суммарные потери при наличии растений, стали меньше.

Это уменьшение связано с тем, что растения концентрируют фильтрующийся слой воды в колонну непосредственно под каналом и препятствуют горизонтальному распространению воды в поверхностном слое почвы вокруг канала. Это заметно уменьшает физическое испарение.

2. Растения затеняют поверхность воды в самом канале, уменьшают ветер над свободной поверхностью воды в канале, дают тень и производят в конечном счете строительные материалы и топливо.

Литература:

1. Singh M, Tokola T, Hou Z, Notarnicola C. Remote sensing-based landscape indicators for the evaluation of threatened-bird habitats in a tropical forest. *Ecol Evol.* 2017 May 18;7(13):4552-4567. doi: 10.1002/ece3.2970. PMID: 28690786; PMCID: PMC5496523.
2. Liu, Corsa, Oleksandra Kuchma, and Konstantin Krutovsky, 'Mixed-Species versus Monocultures in Plantation Forestry: Development, Benefits, Ecosystem Services and Perspectives for the Future', *Global Ecology and Conservation*, 15 (2018), e00419 <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00419>
3. Cheng K, Xu X, Cui L, Li Y, Zheng J, Wu W, Sun J, Pan G. The role of soils in regulation of freshwater and coastal water quality. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2021 Sep 27;376(1834):20200176. doi: 10.1098/rstb.2020.0176. Epub 2021 Aug 4. PMID: 34365829; PMCID: PMC8349627.
4. Akinawo, Solomon Oluwaseun, 'Eutrophication: Causes, Consequences, Physical, Chemical and Biological Techniques for Mitigation Strategies', *Environmental Challenges*, 12 (2023), 100733 <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100733>
5. Pathak VM, Verma VK, Rawat BS, Kaur B, Babu N, Sharma A, Dewali S, Yadav M, Kumari R, Singh S, Mohapatra A, Pandey V, Rana N, Cunill JM. Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review. *Front Microbiol.* 2022 Aug 17;13:962619. doi: 10.3389/fmicb.2022.962619. PMID: 36060785; PMCID: PMC9428564.
6. Weiskopf, Sarah R, Madeleine A Rubenstein, Lisa G Crozier, Sarah Gaichas, Roger Griffis, Jessica E Halofsky, and others, 'Climate Change Effects on Biodiversity, Ecosystems, Ecosystem Services, and Natural Resource Management in the United States', *Science of The Total Environment*, 733 (2020), 137782 <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137782>
7. Gong, Chen, Qingyue Tan, Mingxiang Xu, and Guobin Liu, 'Mixed-Species Plantations Can Alleviate Water Stress on the Loess Plateau', *Forest Ecology and Management*, 458 (2020), 117767 <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117767>
8. Imbrenda, V.; Coluzzi, R.; Mariani, F.; Nosova, B.; Cudlinova, E.; Salvia, R.; Quaranta, G.; Salvati, L.; Lanfredi, M. Working in (Slow) Progress: Socio-Environmental and Economic Dynamics in the Forestry Sector and the Contribution to Sustainable Development in Europe. *Sustainability* 2023, 15, 10271. <https://doi.org/10.3390/su151310271>
9. Mohd Hanafiah, K., Abd Mutalib, A.H., Miard, P. et al. Impact of Malaysian palm oil on sustainable development goals: co-benefits and trade-offs across mitigation strategies. *Sustain Sci* 17, 1639–1661 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01052-4>
10. Денисов Ю.М. 1978. Математическая модель переноса влаги тепла и солей в почвогрунтах. Гидрометеиздат, журн. "Метеорология и Гидрология", N3, 71-79 с.
11. Лебедев А.Ф. 1930. Почвенные и грунтовые воды. Л., Сельхозгиз, -278с.
12. С.Мягков. 1995. A model of water and salt exchange between a river and groundwater // Proceedings of an international symposium. –IAHS Publ.Nº229.–P. 249-254.
13. Х.А.Рахматуллин Основы газодинамики взаимопроникающих движений многокомпонентных сред ПММ. Т. XX. выпуск 2, 1956г.
14. А.И.Сергеев А.Н.Морозов О значении коэффициентов зависимости потенциала почвенной влаги от влажности почвы. Труды САНИГМИ, 1986г., выпуск 111(192), с 28-35.
15. Хованский А.Д., Латун В.В., Хорошев О.А., Денисов В.И. 2018. Оценка воздействия на окружающую среду углубления и расширения судоходных каналов в дельтах рек. Журнал Известие вузов: Естественные науки. №1.
16. Afroz A. and Singh P. P. 1987. "Environmental impact analysis of the Saryu Carnal Irrigation Project and guidelines for its management". *Int. J. Envir. Mgmt.* 24 (4) : 297 – 313 .
17. Michael A. M. 1983 . "Canal Irrigation and its impact on environment. A case study of Mahi Right Bank Canal Command area Gujarat" . WTC, I.A.R.I. Research Bulletin: 207 – 211.
18. Archana Pandey. 2013. Environmental Impacts of Canal Irrigation in India. *Mediterranean Journal of Social Sciences* 4(11). DOI:10.5901/mjss. 2013.v4n11p138.
19. El-Kholly, M.M.; S.A. El-Tohamy and S.M. Ahmed. 2015. Environmental Impact Assessment Of Cleaning Irrigation Canals And Open Drains. *J.Soil Sci. and Agric. Eng., Mansoura Univ.*, Vol. 6 (8): 927 – 943

УЎТ: 626.83.06

ТОҒОЛДИ ҲУДУДЛАРИДАГИ СЕЛ-СУВ ОМБОРЛАРИ ЎЗАНЛАРИДА ЙИРИК ТОШЛАР ҲАРАКАТЛАНИШИ ВА ТЎХТАТИЛИШИ ЖАРАЁНЛАРИ

А.А.Янгиев – т.ф.д., профессор, Д.С.Аджимуратов – PhD, Ш.С.Панжиев – PhD, ассистент,
“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот уни-
верситети

Аннотация

Мақолада Қашқадарё вилоятидаги "Лангар" сел-сув омбори ўзанида қуриладиган тиндиргичлар ўлчамларини аниқлаш ва асослаш учун йирик тошлар ҳаракатланиши ва тўхтатилиши жараёнлари ҳисоблари бажарилган. Гидравлик ҳисоблар шуни кўрсатадики, $d=0,25$ диаметрдаги йирик тошлар "Лангар" сел-сув омбори ўзанида $L = 304$ метрда тўхтатилади. Ушбу ҳисоб-китоблар натижасида тиндиргич конструкцияси ўлчамлари аниқланган: сел сув омбори сув келтирувчи ўзанига жойлаштирилган, тиндиргич тўртбурчак шаклдаги кўндаланг кесимли иккита камерадан иборат: 1-камера узунлиги $L_1 = 300$ м, эни $b_1 = 100$ м бўлиб, табиий ўзан энидан 1,5 марта катта $h_1 = 2$ м; 2-камера биринч камера билан туташган бўлиб, узунлиги $L_2 = 200$ м, эни $b_2 = 80$ м бўлиб, табиий ўзан энидан 1,25 марта катта, чуқурлиги $h_2 = 1,5$ м. Иккала камера ҳам бўйлама нишаблиги бир хил қабул қилинган $i_1 = i_2$.

Таянч сўзлар: сел-сув омбори, гидроузел, сув чиқариш иншооти, сув ташлаш иншооти, сел-тошқини, лойқа-чўқин-дилар, фойдасиз ҳажм, муаллақ ва туб чўқиндилар, сел-сув омбори хавфсизлиги.

ПРОЦЕССЫ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ И ОСТАНОВКИ КРУПНЫХ КАМНЕЙ В БАСЕЙНАХ ПАЙНОВЫХ ВОДОЕМОВ В ГОР- НЫХ РАЙОНАХ

А.А.Янгиев – д.т.н., профессор, Д.С.Аджимуратов – PhD, Ш.С.Панжиев – PhD, ассистент,
Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации
сельского хозяйства»

Аннотация

В статье выполнены расчеты процессов перемещения и подвешивания крупных камней для определения и обоснования размеров плотин, подлежащих строительству в бассейне Лангарского паводкового водохранилища в Кашкадарьинской области. Гидравлические расчеты показывают, что крупные камни диаметром $d=0,25$ останавливаются на глубине $L=304$ метра в бассейне Лангарского водохранилища. В результате этих расчетов были определены размеры конструкции плотины: водохранилище размещается в водонесущем русле, плотина состоит из двух камер прямоугольного сечения: длина 1-й камеры $L_1 = 300$ м, ширина $b_1 = 100$ м, что в 1,5 раза больше ширины естественной плотины $h_1 = 2$ м; 2-я камера соединена с первой камерой, длина $L_2 = 200$ м, ширина $b_2 = 80$ м, она в 1,25 раза больше ширины естественного русла, глубина $h_2 = 1,5$ м. Предполагается, что обе камеры имеют одинаковый продольный наклон $i_1 = i_2$.

Ключевые слова: паводковый водоем, гидроэлемент, структура сброса, структура сброса, паводок, ил-отложения, объем сброса, взвешенные и донные отложения, безопасность паводкового водоема.

MOVEMENT AND STOPPING PROCESSES OF LARGE STONES IN THE BASINS OF FLOOD-WATER RESERVOIRS IN MOUNTAIN AREAS

А.А.Янгиев – Professor, D.S.Adjimuratov – PhD, Sh.S.Panjiev – PhD, assistant,
National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"

Abstract

In the article, calculations of the processes of movement and suspension of large stones were performed to determine and justify the dimensions of the dams to be built in the basin of the Langar flood reservoir in the Kashkadarya region. Hydraulic calculations show that large stones with a diameter of $d=0.25$ stop at a depth of $L=304$ meters in the Langar flood reservoir basin. As a result of these calculations, the dimensions of the dam construction were determined: the flood reservoir is located in a water-carrying channel, the dam consists of two chambers of rectangular cross-section: the length of the 1st chamber L_1 is 300 m, the width $b_1 = 100$ m, which is 1.5 times larger than the width of the natural river, $h_1 = 2.0$ m. The 2nd chamber is connected to the first chamber, length $L_2 = 200$ m, width $b_2 = 80$ m, it is 1.25 times larger than the width of the natural river, depth $h_2 = 1.5$ m. It is assumed that both chambers have the same longitudinal slope $i_1 = i_2$.

Key words: flood water reservoir, waterworks, water intake construction, water discharge construction, floods, silt sediment, discharge volume, suspended and bottom sediments, safety of the flood reservoir.



Кириш. Она сайёраимизда глобал иқлим ўзгариши натижасида табиатда табиий хавф-хатарларнинг пайдо бўлиш частотаси тобора кўпайиб бормоқда. Бундай табиий ҳодисаларга сел-тошқинларни мисол қилиб келтириш мумкин. Хусусан, Марказий Осиёда, шу жумладан Ўзбекистонда сўнгги ўн йилликда иқлим ўзгаришлари таъсирида сел-тошқинлар ва бошқа хавфли табиий ҳодисалар тез-тез содир бўлмоқда. Оқибатда эса ўнлаб дақиқалар ёки бир неча соат ичида қисқа муддатли сел оқимлари кўприкларни, йўлларни, каналларни, далаларни, экин майдонларни ҳамда сув ва сел-сув омборларидаги гидротехника иншоотларини шикастлантирмоқда. Сел-тошқинларга асосан жадаллашган ёгингарчиликнинг тасодифий содир бўлиши сабаб бўлмоқда, натижада эса дарёларнинг доимий оқими сел оқими билан қўшилиб, тезкор ва қисқа муддатда катта хавфлар содир этмоқда [1–6]. Селсувомборли гидроузелнинг юқори бьефларида қаттиқ оқимнинг аккумуляцияланиш жараёнлари мураккаб физик-гидравлик ҳолатлардан иборат бўлиб, гидрологик, топографик, гидравлик, гидротехник, эксплуатация ва бошқа бир қатор омилларга боғлиқ. Бугунги кунда селсувомборларини лойқа-чўқинди ётқизиқларидан тозалаш бўйича техник-иқтисодий жиҳатдан самарали тадбирлар мавжуд эмас. Умуман олганда, юқори бьефдаги ётқизиқларни бутунлай селсувомборлари зонасидан чиқариб ташлашнинг амалда имконияти йўқ. Аммо, уларнинг миқдорини камайтириш бўйича тегишли чоратадбирлар ўтказилмаса, бундай гидроузеллар яна бир неча йиллик фойдаланишдан сўнг умуман ярқисиз ҳолатга келиб қолиши мумкин. Юзага келган муаммони ечишда юқори бьефдаги лойқа чўқинди ётқизиқлари ҳажмини аниқлашдан ташқари, уларнинг юқори бьеф топографик шароитига боғлиқ равишда жойлашиш характерларини ўрганиш ҳам муҳим аҳамиятга эга [7–11]. Бир неча йил фойдаланишда бўлган ўзанли сел-сувомборларидаги лойқа чўқинди ётқизиқлари параметрлари лойхавий ҳисоб-китоблардан кескин фарқ қилади. Тоғолди ҳудудларда жойлашган сел-сув омборларида лойқа-чўқиндиларнинг чўқиш жараёнини башоратлаш ҳамда уларнинг хавфсиз ва ишончли ишлашини таъминлаш билан боғлиқ тадқиқотлар бир қатор олимлар томонидан ўрганилган, жумладан А.Н.Гостунский А.А.Саркисян Н.Л.Кулеш, В.И.Тевзадзе, Ц.Е.Мирицхулава, И.А.Мостков, Х.А.Исмагилов, А.Энштейн, А.Даидо, Ғ.Давронов ва ва бошқалар томонидан амалга оширилган ва маълум даражада ижобий натижаларга эришилган [12–16].

Кўриб чиқилаётган муаммонинг ҳозирги ҳолати. Республикаимизда аксарият катта сел-тошқинлари тоғли ва тоғолди ҳудудларида содир бўлмоқда. Шу сабабли, мавжуд сел-сув омборларида дала-тадқиқот ишларини олиб бориш ҳамда уларнинг техник ҳолатларини ўрганиш ва ишончли, хавфсиз ишлаши бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш долзарб масалаларидан биридир. Қашқадарё вилоятида йирик сел-тошқини марказлари Қашқадарё, Ғузордарё, Танхоздарё, Яккабоғдарё ҳавзалари ва шу билан бирга вилоятнинг тоғли ҳудудларидаги сойлар ҳисобланди.

Бу дарё ҳавзаларида барпо этилган сув ва сел-сув омборларининг ҳавзаларида лойқа-чўқиндиларнинг кўп миқдорда тўпланиши сабаб бўлмоқда. Қуйида дала-тадқиқотлари олиб борилган сел-сув омборлари бўйича

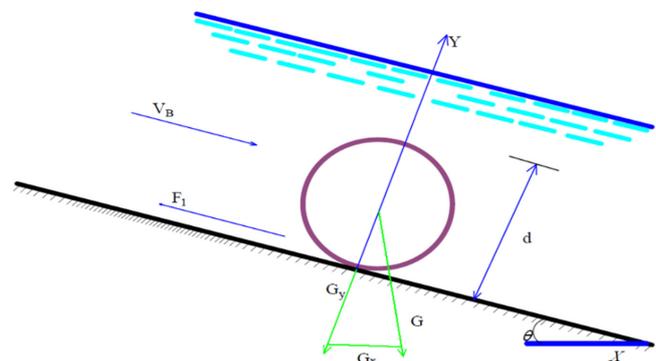
маълумотлар келтирилган.

Масаланинг қўйилиши. Дарёларнинг доимий оқими сел оқими билан қўшилиб тезкор ва қисқа муддатда катта хавфлар содир этмоқда, яъни дарё ҳавзаларида барпо этилган сув ва сел-сув омборларининг ҳавзаларида лойқа-чўқиндиларнинг кўп миқдорда тўпланишига сабаб бўлмоқда. Шу сабабли, сел-сув омборларида тошқин сувларини ўтказиб юбориш, лойқа-чўқиндиларнинг шаклланиши жараёнларини, чўқиш миқдори ва таркибини аниқлаш ҳамда сел-сув омборларининг хавфсиз ва ишончли ишлашини таъминлаш долзарб масалалардан бири ҳисобланади. Тадқиқотнинг асосий мақсади юқоридаги муаммоларни илмий асосда ҳал этиш тизимини ишлаб чиқишдан иборат.

Ечиш усули (услуглари). Тадқиқотда адабиётлар шарҳи бўйича статистик маълумотларга ҳамда дала ва назарий тадқиқотларга ишлов бериш усуларидан фойдаланилган.

Натижалар таҳлили ва мисоллар. Сел оқими келадиган ўзанларда йирик тошлар тезлиги оқимнинг жисмини ўзи билан олиб юриш тезлигидан кичик бўлади. Ҳозирги пайтда оқимда тошнинг чўқишини аниқлаш усули мавжуд эмас. Боғланмаган сел оқимининг иншоот билан ўзаро ҳаракати масаласи муҳим ҳисобланади, ваҳоланки тошнинг иншоотга зарба бериш кучи тошнинг ўлчамлари билан бир қаторда унинг ҳаракатланиш тезлигига ҳам боғлиқ. Бундан ташқари, ўзанда йирик тошнинг ҳаракатланиш йўли узунлигини башорат қилиш ҳам қийин масала ҳисобланади. Қуйида тўғри нишабли ўзанда сув оқими таъсири ва тошнинг оғирлик кучи таъсири остидаги тошнинг тўғри чизикли ҳаракати масаласини кўриб чиқамиз. Масалани соддалаштириш учун тошнинг сув оқими остига юкланган шар шаклида кўриб чиқилади (1-расм).

Тошнинг ҳаракатланиши унинг оғирлиги ва оқимнинг



$$i = \sin\theta; G_x = G \sin\theta; G_y = G \cos\theta; F_1 = f(N + G_y)$$

1-расм. Шарсимон шаклдаги йирик тошнинг сув ўзанидаги ҳаракатланиши ҳисобий схемаси

ён томондан таъсири остида бўлади. Тошнинг ўзан тубидаги ишқаланиш кучи унинг ҳаракатига қаршилик кўрсатади. Агарда $G_y/N = k$, ни белгиласак, у ҳолда оқимга қарши йўналтирилган куч қуйидагича бўлади:

$$F_1 = f(G_y + N) = fN(1 + k) \quad (1)$$

бу ерда: $N = \omega_m \rho_b \frac{v^2}{2}$ и атрофидаги оқимнинг айланиб ўтишидаги кучнинг роекцияси;

ω_m – тош юзасидан айланиб ўтадиган оқим ўртача кесим юзаси;

ρ_b – сувнинг зичлиги;
 $G_y = G \cos\theta$ – "0у" ўқига оғирлик кучи проекцияси;
 θ – сув оқимининг горизонтал текисликка нисбатан бурчаги;

f – тошнинг ўзанда силжишдаги ишқаланиш коэффициентини.

Тошга таъсир қилувчи кучларнинг проекцияси йиғиндиси (абсцисса ўқига) қуйидагича бўлади:

$$F_x = \frac{\pi d^2}{8} [K_c - f(1+k)]\rho_b V^2 + \frac{\pi d^3}{6} (\rho_k - \rho_b) \rho_i \quad (2)$$

бу ерда :

d – тош диаметри;

ρ_k – тош зичлиги;

V – оқим нисбий тезлиги.

Фараз қилайлик, сув оқими текис режимда ҳаракат қилади. Шези боғланишидан фойдаланиб қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$I = i = \frac{V^2}{C^2 R} \quad (3)$$

бу ерда: I – гидравлик нишаблик;

R – оқимнинг гидравлик радиуси;

C – тезлик коэффициенти (Шези).

Юқоридаги (3) ифодани ҳисобга олган ҳолда, (2) боғланиш қуйидаги кўринишга келади:

$$F_x = \frac{\pi d^2}{8} [K_c - f(1+k)]\rho_b V^2 + \frac{\pi d^3}{6} (\rho_k - \rho_b) \frac{V^2}{C^2 R} \rho_i \quad (4)$$

Бошқа томондан, F кучнинг x (абсцисса) ўқига проекцияси қуйидагича бўлади:

$$F_x = m \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (5)$$

бу ерда: $m = \frac{\pi d^3}{6} (\rho_k - \rho_b)$ имон тошнинг массаси.

(2.2.5) ни ҳисобга олган ҳолда, (2.2.4) ўрнига қуйидаги ифодани ёзиш мумкин:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{dV_x}{dt} = \left\{ \frac{3}{4} \frac{[K_c - f(1+k)]\rho_b}{d(\rho_k - \rho_b)} + \frac{\rho_i}{C^2 R} \right\} V^2 \quad (6)$$

Агарда сувнинг нисбий тезлигини $V = V_c - V_m$ боғлиқлик орқали ифодаласак, бу ерда V_m ва V_c мос равишда тош ва сув тезлиги бўлса, оддий ўзгаришлардан сўнг (6) ўрнига

$V_c = const$ бўлганда қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$-\frac{dV_x}{(V_k - V_b)} = E dt \quad (7)$$

бу ерда:

$$E = \frac{3}{4} \frac{[K_c - f(1+k)]\rho_b}{d(\rho_k - \rho_b)} + \frac{\rho_i}{C^2 R} = const \quad (8)$$

Чегаравий шартларни ($t = 0, V_k = 0$ ва интеграллаш доимийси $C_1 = \frac{1}{V_b}$) ҳисобга олган ҳолда, қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$V_k = \frac{dx}{dt} = \frac{EV^2 t}{EV_b t + 1} \quad (8)$$

ёки

$$dx \frac{\Omega V_B t}{\Omega t + 1} dt \quad (10)$$

бу ерда

$$\Omega = EM_B t = const \quad (11)$$

($t = 0, V_k = 0$ ва интеграллаш доимийси $C_1 = \frac{1}{V_b}$) чегара-

вий шартларни ҳисобга олган ҳолда, (10) ни интеграллаш қуйидаги ифодани беради:

$$x = V_B t - \frac{\ln(EV_B t + 1)}{E} \quad (12)$$

(12) боғлиқлик маълум вақт чегарасида ўзандаги тошнинг тўғри чизиқли ҳаракати йўлининг узунлигини белгилашга ҳамда ўз навбатида тошнинг ўртача ҳаракат тезлигини баҳолашга имкон беради.

$$V_k = \frac{x}{t}$$

Юқоридаги ифодалардан фойдаланган ҳолда "Лангар" сел-сув омбори ўзанида йирик тошларнинг силжиши масаласи куриб чиқилган. Ўзанининг тўғри чизиқли участкасида катта шарсимон шаклидаги тош сув оқими ва ўз оғирлиги таъсирида ўзан юзаси бўйлаб силжимокда. Тўғри бурчакли ўзан ва тош оқимининг гидравлик параметрлари қуйидагилардан иборат: оқим чуқурлиги $H = 1$ м, ўзан кенлиги $B = 25$ м, сув оқимининг нишаблиги $i = 0,013$, сув зичлиги $\rho_c = 1000$ кг/м³, ўзанининг гидравлик қаршилик коэффициенти $K_k = 0,5$, ғадир-будурлик коэффициенти $n = 0,028$, тош диаметри $d = 0,2$ м, тош зичлиги $\rho_t = 2650$ кг/м³, ишқаланиш коэффициенти $f = 0,43$, тошнинг ҳаракатланиш вақти $t = 100$ сек.

Тошнинг бошланғич ҳолатидан t вақт ичида қанча x масофага силжишини аниқлаш талаб қилинади.

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{B \cdot H}{B + 2H} = \frac{25 \cdot 1}{25 + 2 \cdot 1} = 0,93 \text{ м}$$

Н.Н.Павлов формуласи бўйича $n = 0,028$ да Шези коэффициенти $C = 35,26 \text{ м}^{0,5}/\text{с}$

У ҳолда яшаш қисмидаги сувнинг ўртача оқим тезлиги:

$$V_B = C\sqrt{Ri} = 35,26\sqrt{0,93 \cdot 0,013} = 3,87 \text{ м/с}$$

Сув оқими сарфи: $Q = \omega \cdot V_B = 25 \cdot 3,87 = 96,71 \text{ м}^3/\text{с}$.

Ўзанининг энининг 1 п.м. даги сарфи:

$$q = Q_1 = \frac{Q}{B} = \frac{96,71}{25} = 3,87 \text{ м}^2/\text{с}$$

Шунингдек, $i = 0,013$, $\sin \theta = 0,04$, у ҳолда $\theta \cong 3,3^\circ$, $\cos \theta = \cos 3,3^\circ = 0,9983$.

$$G_y = \frac{\pi d^3}{6} (\rho_k - \rho_b) \rho_c \cos \theta = \frac{3,14 \cdot 0,2^3}{6} (2650 - 1000) \cdot 9,81 \cdot 0,9983 = 67,65 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$$

$$N = \frac{1}{2} \omega_m \rho_b V_B^2 = \frac{\pi d^2}{8} \rho_b V_B^2 =$$

$$= \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{8} 1000 \cdot 3,87^2 = 234,94 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$$

$$k = \frac{G_y}{N} = \frac{67,65}{528,147} = 0,128 \approx 0,13$$

$$f(1+k) = 0,43(1+0,13) = 0,4859 \approx 0,49$$

Шунингдек $K_c > f(1+k)$, $0,5 > 0,49$, бу оқим $d = 0,2$ м диаметри тошни транспортировка қилиши мумкин.

E параметрини қуйидаги боғланиш орқали аниқлаймиз

$$E = \frac{3}{4} \frac{[K_c - f(1+k)]\rho_b}{d(\rho_k - \rho_b)} + \frac{\rho_i}{C^2 R} = \frac{3}{4} \frac{[0,5 - 0,43(1+0,13)]1000}{0,2(2650 - 1000)} + \frac{9,81}{35,26^2 \cdot 0,93} = 0,0312 \frac{1}{\text{м}}$$

x ни қуйидаги боғланиш орқали аниқлаймиз:

$$E = \frac{3 [K_c - f(1+k)] \rho_B}{4 d(\rho_k - \rho_B)} + \frac{q}{C^2 R} =$$

$$= \frac{3 [0,5 - 0,43(1 + 0,13)] 1000}{0,2(2650 - 1000)} + \frac{9,81}{35,26^2 \cdot 0,93} = 0,0312 \frac{1}{\text{м}}$$

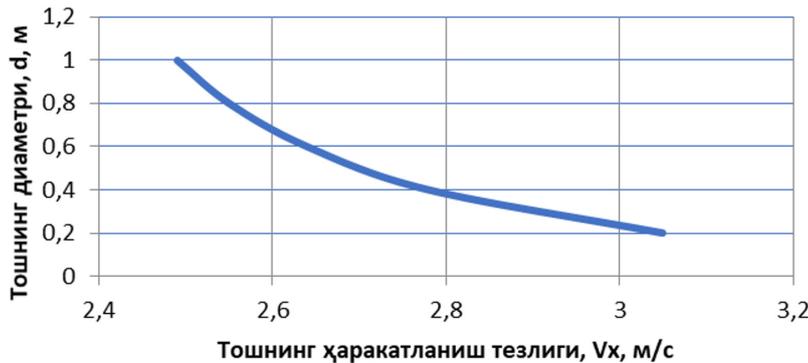
Шундай қилиб, 100 секундда тош 304,54 м масофага етиб боради. Тошнинг ҳаракатланиш тезлиги:

$$V_x = \frac{304,54}{100} = 3,05 \text{ м/с}$$

Сув ва тош тезликларининг фарқи:

$$V = V_g - V_x = 3,87 - 3,05 = 0,82 \text{ м/с}$$

Куйидаги расмларда тош диаметри ва унинг ҳаракатланиш тезлиги, ҳаракатланиш масофаси, ҳаракатланиш вақти орасидаги боғланишлар келтирилган.



2-расм. Шарсимон шаклдаги йирик тошнинг сув ўзанидаги ҳаракатланиш тезлиги



3-расм. Шарсимон шаклдаги йирик тошнинг сув ўзанидаги ҳаракатланиш масофаси



4-расм. Шарсимон шаклдаги йирик тошнинг сув ўзанидаги ҳаракатланиш вақти

Хулоса

1. Қашқадарё вилоятидаги "Лангар" сел-сув омбори ўзанида қуриладиган тиндиргичлар ўлчамларини аниқлаш ва асослаш учун йирик тошлар ҳаракатланиши ва тўхтатилиши жараёнлари ҳисоблари бажарилган. Гидравлик ҳисоблар шуни кўрсатадики, $d=0,25$ диаметрдаги йирик тошлар "Лангар" сел-сув омбори ўзанида $L=304$ метрда тўхтатилади.

2. "Лангар" сел-сув омбори учун тиндиргич конструкцияси сел сув омбори сув келтирувчи ўзанига жойлаштирилган, тиндиргич тўртбурчак шаклдаги кўндаланг кесимли иккита камерадан иборат: 1-камера узунлиги $L_1 = 300$ м, эни $b_1 = 100$ м бўлиб, табиий ўзан энидан 1,5 марта катта $h_1 = 2$ м; 2-камера биринч камера билан туташган бўлиб, узунлиги $L_2 = 200$ м, эни $b_2 = 80$ м бўлиб, табиий ўзан энидан 1,25 марта катта, чуқурлиги $h_2 = 1,5$ м. Иккала камера ҳам бўйлама нишаблиги бир хил қабул қилинган $i_1 = i_2$.

№	Адабиётлар	References
1	Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1970. – 443 с.	Alekin O.A. <i>Osnovy gidrokhimii</i> [Hydrochemistry bases] Gidrometeoizdat, Leningrad. Publ, 1970. 443 p. (in Russian)
2	Аравин В.И., Носова О.Н. Натурные исследования фильтрации. – Ленинград: «Энергия», 1969. – 256 с	Aravin V.I., Nosova O.N. <i>Naturnye issledovaniya fil'tratsii</i> [Natural researches of a filtration] Energiya, Leningrad. Publ, 1969. 256 p. (in Russian)
3	Асарин А.Е., Семенов В.М., Расчетные паводки и безопасность плотин // Ж.: Гидротехническое строительство. – Москва, 1992. – №8. – С. 55-57.	Asarin A.E., Semenov V.M. <i>Raschetnye pavodki i bezopasnost' plotin</i> [Settlement high waters and safety of dams] Hydraulic engineering building, Publ, Moscow. 1992. № 8. Pp 55-57. (in Russian)
4	Закон Республики Узбекистан «О безопасности гидротехнических сооружений». – Ташкент, 1999.	Zakon Respubliki Uzbekistan «O bezopasnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy» [About safety of hydraulic engineering constructions]. Tashkent, Publ, 1999. (in Russian)

5	Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 16.11.99 года, №499. Положение «О централизованном обследовании и оценке технического состояния гидротехнических сооружений в Республике Узбекистан» от 03.10.2001 г. №03-4-245.	<i>Postanovlenie Kabinete Ministrov Respubliki Uzbekistan ot 16.11.99 goda №499. Polozheniye «O tseentralizovannom obsledovanii i otsenke tekhnicheskogo sostoyaniya gidrotekhnicheskikh sooruzheniy v Respublike Uzbekistan»</i> [About the centralised inspection and an estimation of a technical condition of hydraulic engineering constructions in Republic Uzbekistan]. Tashkent, Publ, 03.10.2001.№ 03-4-245. (in Russian)
6	Мухамедов А.М. Эксплуатация низконапорных гидрозлов на реках, транспортирующих наносы (на примере Средней Азии). – Ташкент: Фан, 1976. – 237 с.	Muxammedov A.M. <i>Ekspluatatsiya nizkonapornykh gidrouzlov na rekakh, transportiruyushchikh nanosy (naprimere Sredney Azii)</i> [Operation of low pressure head hydroknots on the rivers transporting deposits (on an example of Central Asia)]. Tashkent, Fan, Publ, 1976. 237 p. (in Russian)
7	Справочник проектировщика. Гидротехнические сооружения. Под ред. Недриги В.П. – Москва: Стройиздат, 1983. – 453 с.	<i>Spravochnik proektirovshchika Gidrotekhnicheskije sooruzheniya</i> [Hydraulic engineering constructions] Podred. Nedrighi V.P. Moscow, Stroyizdat, Publ, 1983. 453 p. (in Russian)
8	КМК 2.06.05-98. Плотины из грунтовых материалов. Госкомитет по архитектуре и строительству. – Ташкент, 1998. – 200 с.	KMK 2.06.05-98. <i>Plotiny iz gruntovykh materialov</i> [Dams from soil material]. Goskomitet po arxitektura i stroitel'stvu, Tashkent, Publ, 1998. 200 p. (in Russian)
9	КМК 2.02.02-98. Гидротехника иншоотларининг заминлари. – Тошкент, 1998. – 210 б.	KMK 2.02.02-98 <i>Gidrotekhnika inshootlarining zaminlari</i> [Bases hydraulic engineering a construction]Tashkent,1998. 210p. (in Uzbek)
10	Малик Л.К., Чрезвычайные ситуации, связанные с гидротехническим строительством // Ж.: "Гидротехническое строительство". – М., 2009. – №12. – С. 1-16.	MalikL.K. <i>Chrezvychaynye situatsii, svyazannye s gidrotekhnicheskim stroitel'stvom</i> [The emergency situations connected]. Hydraulic engineering building. Publ, 2009. No 12.Pp 1-16. (in Russian)
11	Мирцхулава Ц.Е. Надёжность гидромелиоративных сооружений. – Москва, 1974. – 366 с.	Mirtskhulava TS.E. <i>Nalekhnost' gidromeliiorativnykh sooruzheniy</i> [Reliability of hydromeliorative constructions] Moscow, Publ, 1974. 366 p. (in Russian)
12	Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. – Москва: "Недра", 1970. – 488 с.	Reznikov A.A., Mulikovskaya E.P., SokolovI.Yu. <i>Metody analiza prirodnykh vod</i> [Methods of the analysis of natural waters] Moscow, Publ, 1970, 488 p. (in Russian)
13	Бакиев М.Р., Турсунов Т.Н., Кавешников Н.Т. Гидротехника иншоотларидан фойдаланиш. – Тошкент, 2008. –460 б.	Bakiev M.R., Tursunov T.N., Kaveshnikov N.T. <i>Gidrotekhnika inshootlaridan foydalanish</i> [Operation hydraulic engineering a construction] Tashkent, Publ, 2008. 460 p. (in Uzbek)
14	Yangiev A.A., Gapparov F.A., Adjimuratov D.S. Filtration process in earth fill dam body and its chemical effect on piezometers. E3S Web of Conferences 97, 04041 (2019) FORM 2019.	Yangiev A.A., Gapparov F.A., Adjimuratov D.S. Filtration process in earth fill dam body and its chemical effect on piezometers. E3S Web of Conferences 97, 04041 (2019) FORM-2019.
15	Yangiev A.A., Ashrabov A., Muratov O.A. Life prediction for spillway facility sidewall. E3S Web of Conferences 97, 04041 (2019) FORM-2019.	Yangiev A.A., Ashrabov A., Muratov O.A. Life prediction for spillway facility sidewall. E3S Web of Conferences 97, 04041 (2019) FORM-2019.
16	Yangiev, A.A., Bakiev, M.R., Muratov, O.A., Choriev, J.M., Djabbarova, S. Service life of hydraulic structure reinforced concrete elements according to protective layer carbonization criteria Journal of Physics: Conference Series 1425(1).	Yangiev, A.A., Bakiev, M.R., Muratov, O.A., Choriev, J.M., Djabbarova, S. Service life of hydraulic structure reinforced concrete elements according to protective layer carbonization criteria Journal of Physics: Conference Series 1425(1).
17	А.А.Янгиев, Ш.Панжиев, Д.С.Аджимуратов. Сел-сув омборларида лойка-чўкиндилярнинг шаклланиши таҳлили ҳамда хавфсизлигини баҳолаш бўйича тавсиялар // "IRRIGASIYA VA MELIORASIYA" журнали. – Тошкент, 2021. – №1(23). – Б. 29-33.	A.A. Yangiev, SH. Panjiev, D.S. Adjimuratov <i>Sel-suv omborlarida loyqa-cho'kindilarning shakllanishi tahlili hamda xavfsizligini baholash bo'yicha tavsiyalar</i> [Recommendations for the analysis of safety and assessment of the formation of sludge in flood reservoirs] Journal "Irrigation and Melioration". T., 2021. №1 (23). Pp. 29-33 (in Uzbek)
18	Yangiev A., Adjimuratov D., Panjiev Sh., Karshiev R. // Results and analysis of field research in flood reservoirs in Kashkadarya region/ E3S Web of Conf. 264, 03033 (2021)	Yangiev A., Adjimuratov D., Panjiev Sh., Karshiev R. // Results and analysis of field research in flood reservoirs in Kashkadarya region/ E3S Web of Conferences 264, 03033 (2021) (in English)
19	Yangiev, A., Eshev, S., Panjiev, S., Rakhimov, A. Calculation of sediment flow in channels taking into account passing and counter wind waves. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 883(1),012036 2020.	Yangiev, A., Eshev, S., Panjiev, S., Rakhimov, A. Calculation of sediment flow in channels taking into account passing and counter wind waves. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 883(1),012036 2020.
20	Choriev, J., Muratov, A., Yangiev, A., Muratov, O., Karshiev, R. Design method for reinforced concrete structure durability with the use of safety coefficient by service life period. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 883(1),012024 2020	Choriev, J., Muratov, A., Yangiev, A., Muratov, O., Karshiev, R. Design method for reinforced concrete structure durability with the use of safety coefficient by service life period. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 883(1),012024 2020

УДК: 627.837

АВТОРЕГУЛЯТОР УРОВНЯ ВОДЫ С ГИБКИМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ ДЛЯ КАНАЛОВ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ И ЕГО ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ

М.-Г.А. Кадирова – к.т.н, доцент

Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Аннотация

С целью совершенствования конструкций гидравлических автоматических регуляторов в виде перегораживающей конструкции для трапециевидных каналов основной целью исследования было создание конструкции автоматического регулятора уровня воды для трапециевидных каналов, которая не допускает сужения канала и обеспечивает автоматический контроль уровня, слив избыточной воды, промывку отложений перед перегородкой и определение ее пропускной способности. Разработанная конструкция состоит из затвора с гибкими рабочими органами и совмещенного с ним регулятора уровня воды. В статье представлена теоретическая формула для определения расхода боковых потоков воды через затвор авторегулятора уровня воды. Экспериментальные исследования проводились на экспериментальной установке способом физического и геометрического моделирования подобия модели и натуре. В результате этих исследований были получены более простые формулы для определения расхода боковых потоков воды через затвор и формула для определения общего расхода воды, проходящей через затвор разработанной конструкции авторегулятора уровня воды для трапециевидных каналов для использования в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: затвор, регулятор уровня, прорезиненное мелиоративное полотно, расход воды

ТРАПЕЦИЯ ШАКЛИДАГИ КЎНДАЛАНГ КЕСИМЛИ КАНАЛЛАР УЧУН ЭГИЛУВЧАН ОРГАНЛАРИ БИЛАН ЯСАЛГАН СУВ САТҲИ АВТОРОСТЛАГИЧ ВА УНИНГ СУВ ЎТКАЗИШ ХУСУСИЯТИ

М.-Г.А. Кадирова – т.ф.н, доцент

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети

Аннотация

Каналлардаги эгилувчан органлари билан ясалган гидравлик авторостлагичлар конструкцияларини мукамаллаштириш мақсадидатадқиқот объекти шаклида трапецеидал кўндаланг кесимли каналлар учун сув тўсувчи иншоот вазифасини бажарадиган эгилувчан органлари билан ясалган сув сатҳи авторостлагич инновацион конструкциясини ишлаб чиқиш, уни ишлаш ва сув ўтказиш хусусиятини ўрганиш белгиланди. Тадқиқотни асосий мақсади трапеция шаклидаги каналлардаги тирик кўндаланг кесимини сиқмайдиган ва каналдаги сув сатҳини автоматик равишда ушлайдиган, каналдаги ортиқча келадиган сувни пастки бьефга ўтказадиган, сув сатҳи авторостлагич олдида туб чўкиндилар йиғмасдан автоматик пастки бьефга ювадиган хусусиятларига эга бўладиган эгилувчан органлари билан ясалган трапецеидал кўндаланг кесимли каналлар учун гидравлик авторостлагич конструкциясини ишлаб чиқиш ва унинг сув ўтказиш хусусиятини аниқлаш эди. Ишлаб чиққан конструкция сув сатҳи ростлагич билан туташган эгилувчан органлари билан ясалган затвордан ташкил топган. Мақолада ишлаб чиқилган эгилувчан органлари билан ясалган авторостлагич затвори ён томонларидан ўтадиган сув сарфини назарий ифодаси топилди ва таклиф этилди. Экспериментал тадқиқотлар модел ва амалдаги геометрик ўхшашлик мезонидан фойдаланиши асосида физик моделлаштириш усулида экспериментал қурилмада ўтказилди. Ушбу тадқиқотлар натижасида фойдаланиши жараёнида трапецеидал кўндаланг кесимидаги каналлар учун ишлаб чиқилган авторостлагич затвори ён томонларидан ўтадиган сув сарфини аниқлаш учун оддийроқ ифодаси топилди ва авторостлагич затворидан ўтадиган умумий сув сарфини аниқлаш ифодаси аниқланди.

Таянч сўзлар: затвор, сув сатҳи ростлагич, эгилувчан резинаштирилган мелиоратив мато, сув сарфи.

AUTOMATIC WATER LEVEL CONTROLLER WITH FLEXIBLE WORKING BODIES FOR TRAPEZOIDAL CHANNELS AND DETERMINATION OF ITS CAPACITY

М.-Г.А. Kadirova - PhD, Associate Professor National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"

Annotatsiya

In order to improve the designs of hydraulic automatic water level regulators with flexible working bodies for channels, the

object of research was the development and study of an innovative design of an autoregulator of the water level with flexible working bodies in the form of a partition structure for trapezoidal channels. The main purpose of the study was to create a design for trapezoidal channels that does not allow narrowing of the channel and provides automatic level control, draining excess water, washing deposits in front of the partition and determining its throughput. The developed design consists of a gate with flexible working bodies and a water level regulator combined with it. The article presents a theoretical formula for determining the flow rate of lateral water flows through the gate of the water level autoregulator. Experimental studies were carried out on an experimental installation by the method of physical modeling using the criterion of geometric similarity of the model and nature. As a result of these studies, simpler formulas were obtained for determining the flow rate of lateral water flows through the gate and a formula for determining the total flow rate of water passing through the gate of the water level autoregulator with flexible working bodies for trapezoidal channels for use during operation.

Key words: gate, level controller, rubberized meliorative fabric, water flow.

Введение. На современном этапе развития большое внимание уделяется разработке и внедрению современных инновационных конструкций сооружений в водном хозяйстве, а также улучшению эффективности работы и эксплуатации сооружений на оросительных каналах, описанным в работах Я.Э. Пулатова [1], Т.С. Кошкаровой, Л.Н. Медведевой, А.А. Новикова, Л.А.Воеводиной [2], В.Н. Щедрина, С.М. Васильева, А.А. Чураева [3], А.А. Алдошкина [4], Э.М. Халифа, М.А.Эльгавил, М.Э. Мелеха, М.М. Шараф [5], П.П. Гадж, В. Джотипракаш, В.В. Бхосекар [6].

Для обеспечения требуемого уровня воды перед перегораживающим сооружением для подачи требуемого расхода воды в каналы младшего порядка проводится автоматизация перегораживающих сооружений, описанная в работах К.М. Мелихова, А.А. Пахомова, Н.А. Колобанова [7], В.Н. Щедрина, А.А. Чураева, В.М. Школьная, Л.В. Юченко [8], В.И. Ольгаренко, Н.С. Степанова, О.П. Кисарова, И.В. Ольгаренко [9], М.И. Бальзанникова [10], А.С. Овчинникова, Р.З. Киселёвой, К.М. Мелихова, А.А. Киселёва [11].

Вследствие удаленного расположения затворов в от линий электропередач на перегораживающих сооружениях оросительных систем для их экономической эффективности наиболее целесообразна их гидравлическая автоматизация, то есть оснащение их гидравлическими авторегуляторами уровня, работающими полностью на гидравлической энергии водного потока. Они позволяют экономить водные ресурсы и электроэнергию, а также снижать затраты на их эксплуатацию.

В известных работах Я.В.Бочкарёва, П.И.Коваленко, Э.Э.Маковского и других описаны лишь некоторые конструкции гидравлических затворов-автоматов, которые нашли применение на перегораживающих сооружениях оросительных каналов. Они изготовлены из металлических материалов определенной конструкции и требуют возведения капитального сооружения. Это, конечно, дорого и препятствует их широкому внедрению в производство. Благодаря тому, что в настоящее время появились гибкие прорезиненные мелиоративные ткани, обладающими такими свойствами, как: малый вес, требуемая прочность на растяжение и прокальвание, изменение своей формы под влиянием нагрузки и т. д., показанные в работах Т. Томияма и И. Нисидзаки [12], Уэстон, Г. Чартуни, Л. Далтон, Д. Форс, Дж. Тровиллион, К. Зумбулев, Р. Макмиллен [13], С.Г. Новикова, В.Н. Куценко [14], - создают условия для их

применения в качестве рабочих органов в гидравлических регуляторах уровня воды. Поэтому в настоящее время уже существуют новые комбинированные конструкции гидравлических затворов – автоматов с гибкими рабочими органами. Эти конструкции описаны в работах В.И. Логинова, С.М. Ртищева, В.Н. Козырева, М.В. Илеменова, Е.Д. Михайловой [15], М.-Г.А. Кадировой [16, 17].

Однако основным недостатком этих конструкций является неудобное внедрение их на каналах, которые в основном имеют трапецеидальное сечение, особенно на каналах с малыми уклонами и отсутствие возможности промывки участка канала от наносных отложений перед перегораживающим сооружением.

Постановка задачи. Массовое использование затворов на перегораживающих сооружениях оросительных систем и наличие на ней каналов, как правило, трапецеидального сечения, естественным образом, выдвигает интерес к поиску конструкций таких гидравлических затворов - автоматов, конструкции которых обеспечивают смыв отложений наносов перед сооружением, не суживают рабочее сечение канала, обладают такими свойствами, как отсутствие металлоемкости, легкостью, экономичностью, экологичностью, мобильностью, возможностью с минимальными затратами внедрения на каналах трапецеидального сечения. По этой причине была поставлена задача разработки такого авторегулятора уровня воды с гибкими рабочими органами, который обладает этими достоинствами.

Для решения этой задачи на основе ранее разработанной конструкции авторегулятора уровня воды [17], была поставлена задача разработать инновационную конструкцию гидравлического авторегулятора уровня воды с гибкими рабочими органами для каналов трапецеидального сечения, обеспечивающую смыв наносов с целью предотвращения их накопления перед ним, обосновать формы его элементов, разработать их параметры, размеры, вывести не только его теоретическую формулу для определения пропускной способности с учетом боковых истечений, но и на основе экспериментальных исследований модели предлагаемой конструкции гидравлического авторегулятора уровня с гибкими рабочими органами предложить более простые формулы для определения его пропускной способности для использования их на практике.

Эта разработанная конструкция показана на рис. 1. Она состоит из ёмкости водонаполняемого затвора

и поплавкового регулятора уровня воды, который располагается рядом с авторегулятором на берегу канала. Емкость водонаполняемого затвора в закрытом положении представляет собой в продольном сечении треугольник, с вершиной опущенной вниз, в плане ширина этой вершины соответствует ширине канала по дну. При этом, напорная часть 2 ёмкости затвора, выполнена жесткой по форме канала и располагается в продольном сечении под углом 45 градусов к горизонту, а низовая и боковые безнапорные части выполнены в соответствии с формой канала в закрытом положении затвора из гибкой прорезиненной мелиоративной ткани. Для удешевления затвора напорную часть затвора 2 лучше выполнить в виде жесткой плоской жесткой рамы, покрытой гибкой прорезиненной мелиоративной тканью. В закрытом состоянии напорная часть затвора в продольном сечении образует угол с горизонталью 45 градусов. Для улучшения гидравлических условий истечения воды из-под затвора напорная часть 2 затвора снабжена жестким козырьком 6 в нижней части. Емкость затвора имеет входное отверстие 5, площадь которого в 4–6 раз меньше площади выходного отверстия 7. Это обеспечивает условие для быстрого опорожнения ёмкости затвора, когда уровень воды перед авторегулятором

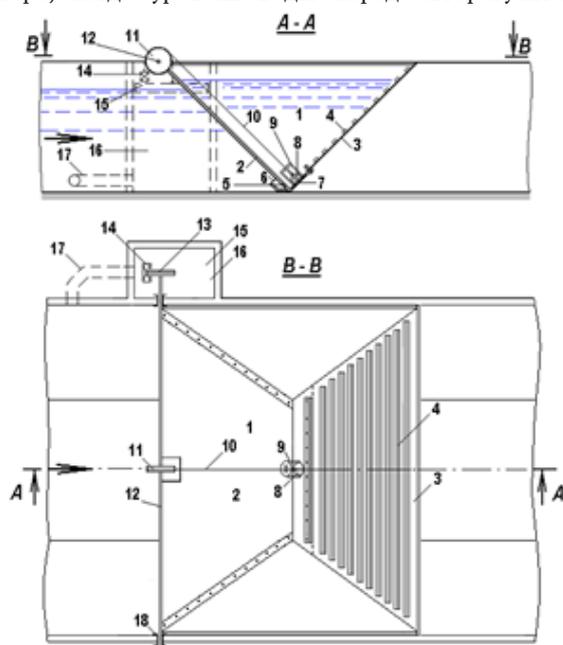


Рис. 1. Авторегулятор уровня воды с гибкими рабочими органами для каналов трапецидального сечения

поднимается выше установленного.

Емкость затвора 1 заполняется через постоянно открытое впускное отверстие 5 и опорожняется через выпускное отверстие 7, оснащенное шаровым клапаном 8. Этот клапан 8 соединен посредством троса 10 с жестким блоком 11, установленным в середине оси вращения 12 затвора. Перемещение клапана ограничено направляющими 9, которые позволяют ему перемещаться в направлении для закрытия и открытия выходного отверстия из ёмкости затвора авторегулятора уровня воды. На одном конце оси вращения затвора имеется блок 13, жестко соединенный с осью вращения затвора. С одной стороны этого блока на тросе подвешен поплавок 15, опущенный в поплавковую камеру, а с другой стороны к блоку подвешен противовес 14. Емкость поплавковой камеры, чтобы обеспечить в ней тот же уровень воды, что

и в канале перед авторегулятором, сообщается трубой 17 с частью канала перед местом установки его конструкции. Регулирование уровня воды на участке канала перед авторегулятором осуществляется следующим образом. При отсутствии воды в канале затвор авторегулятора уровня воды находится в закрытом, опущенном состоянии под действием собственного веса, его поплавок также опущен, выпускное отверстие находится в закрытом состоянии, поскольку его выпускной клапан закрыт, слив воды из ёмкости затвора не происходит. При появлении воды в канале, вода поступает в ёмкость затвора через входное отверстие ёмкости затвора, затвор опускается под действием собственного веса и веса воды в ёмкости затвора. Когда уровень воды в части канала перед перегородивающим сооружением поднимается выше установленного уровня, поплавок поднимается вместе с уровнем воды. Под действием веса противовеса ось затвора поворачивается, жестко прикрепленный к ней блок поворачивается вместе с ней, и соединенный с ней трос клапана частично наматывается на блок. В этом случае клапан поднимается, открывая выходное отверстие из ёмкости затвора авторегулятора. После этого емкость затвора начинает уменьшаться, вес затвора уменьшается. Напорная часть и, следовательно, весь затвор поднимаются, увеличивая истечение потока воды из-под затвора. В то же время, безнапорная и боковые части затвора авторегулятора, изготовленные из мягкой прорезиненной мелиоративной ткани, складываются, благодаря планкам, расположенным на внутренней стороне безнапорной части затвора авторегулятора, обеспечивая истечение воды из-под него. В результате уровень воды в канале перед авторегулятором снижается, поплавок опускается, клапан закрывает выходное отверстие, емкость затвора заполняется через его входное отверстие, его вес увеличивается, и затвор опускается, увеличивая уровень воды в канале перед авторегулятором. После этого уровень воды в канале перед авторегулятором поднимается, и когда этот уровень становится выше заданного, процесс повторяется до тех пор, пока в канале перед авторегулятором не установится заданный уровень воды.

Пропускная способность затвора предлагаемого авторегулятора уровня воды, представляющего собой жесткую плоскую напорную часть, образующую вместе с прорезиненной мелиоративной тканью ёмкость затвора авторегулятора, состоит из расхода воды, вытекающей из-под напорной части затвора и расхода воды, вытекающей через его боковые зазоры. Истечение воды из-под напорной части затвора предлагаемого авторегулятора уровня воды можно рассматривать как истечение воды из-под напорной части затвора, то есть наклонной напорной, плоской части затвора, образующей в закрытом состоянии в продольном сечении с горизонталью с горизонталью максимальный угол $\theta_{max} = 45$ градусов. При работе затвора авторегулятора уровня воды угол наклона его напорной части затвора θ может меняться от 45 градусов до 0 градусов.

Расход воды из-под напорной наклонной части затвора авторегулятора уровня воды под углом θ к горизонту определяется по известной формуле, описанной в работе П.Г. Киселева, А.Д. Альтшуль, Н.Б. Данильченко, А.А. Каспарсон, Г.И. Кривченко, Н.Н. Пашкова, С.М. Слискова.

$$Q_1 = \mu a b_p \sqrt{2g(H - \varepsilon a)} \quad (1)$$

где: Q_1 – расход потока воды из-под затвора авторегу-

лятора уровня воды при отсутствии боковых истечений, H – глубина водного потока перед затвором авторегулятора уровня воды, g – ускорение свободного падения, a – высота открытия затвора авторегулятора уровня воды, b_p – ширина отверстия затвора авторегулятора уровня воды, $b_p = b + 2 \cdot m \cdot a$, где: b – ширина канала по дну, $m = \operatorname{ctg} \beta$, где β угол наклона откоса канала к горизонту, ε – коэффициент вертикального сжатия потока воды при истечении из-под затвора авторегулятора уровня воды, $\varepsilon = f(a/H, \theta)$.

Расход истечения водного потока через боковые отверстия затвора авторегулятора, возникающие при его работе, попробуем определить теоретически. Схема бокового отверстия между напорной частью затвора авторегулятора и боковой стенкой канала показана на рис. 2, где приняты следующие обозначения: H – глубина воды перед плоской напорной частью затвора; r – высота центра поворота плоской напорной части затвора относительно дна отверстия; a – высота открытия плоской напорной части затвора относительно горизонтали.

Элементарный расход воды через боковой зазор между плоским напорным щитом затвора авторегулятора уровня воды и боковой стенкой отверстия перегородающего сооружения, исходя из расчетной схемы на рис. 2, может быть представлен в виде:

$$dQ_2 = u \cdot b_b \cdot d\omega \quad (2)$$

где: u – скорость течения воды через боковой зазор, ω – элементарная площадь бокового зазора, b_b – ширина бокового зазора. При подстановке в формулу (2) значений скорости u и элементарной площади бокового зазора ω из расчётной схемы на рис. 2, получается следующее выражение:

$$dQ_2 = d\omega \cdot b_b \cdot \varepsilon \cdot \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (3)$$

Из расчётной схемы на рис. 2 получается формула для определения элементарной площади бокового зазора:

$$d\omega = \sqrt{2} / 2 \cdot \sin(\pi/4 - \theta) / \sin \theta \cdot [(c+h)^2 - c^2] \cdot dh \quad (4)$$

где: c – постоянная величина, $c = r - H$.

При подстановке в формулу (3) значения $d\omega$ из формулы (4) получается следующее выражение

$$dQ_2 = \varepsilon \cdot \varphi \cdot b_b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \cdot \sqrt{2} / 2 \cdot \sin(\pi/4 - \theta) / \sin \theta \cdot [(c+h)^2 - c^2] \cdot dh \quad (5)$$

При интегрировании правой и левой частей уравнения (5) получается (6)

$$\int_0^H dQ_2 = \int_0^H \varepsilon \cdot \varphi \cdot b_b \cdot \sqrt{g} \cdot \sin(\pi/4 - \theta) / \sin \theta \cdot \sqrt{h} \cdot [(c+h)^2 - c^2] \cdot dh \quad (6)$$

В результате интегрирования выражения (6) общий расход воды через один боковой зазор затвора авторегулятора уровня воды равен

$$Q_2 = 2 \cdot \varepsilon \cdot \varphi \cdot b_b \cdot \sqrt{g} \cdot \sin(\pi/4 - \theta) / \sin \theta \cdot H^{5/2} \cdot (2 \cdot c/5 + H/7) \quad (7)$$

Учитывая, что ширина бокового зазора будет равна

$$b_b = [(R - H) \cdot m + m \cdot a] / 2 = m \cdot (c + a) / 2$$

$$Q_2 = \varepsilon \cdot \varphi \cdot m \cdot (c + a) \cdot \sqrt{g} \cdot \sin(\pi/4 - \theta) / \sin \theta \cdot H^{5/2} \cdot (2 \cdot c/5 + H/7) \quad (8)$$

Общий расход через затвор авторегулятора уровня воды будет при свободном истечении:

$$Q = Q_1 + 2 \cdot Q_2 \quad (9)$$

$$Q = \mu \cdot a \cdot b_p \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H - \varepsilon \cdot a)} + 2 \cdot \varepsilon \cdot \varphi \cdot m \cdot (c + m) \cdot \sqrt{g} \cdot \sin(\pi/4 - \theta) / \sin \theta \cdot H^{5/2} \cdot (2 \cdot c/5 + H/7) \quad (10)$$

Учитывая, что ширина отверстия затвора авторегулятора уровня воды, $b_p = b + 2 \cdot m \cdot a$, выражение (10) примет вид

$$Q = \mu \cdot a \cdot (b + m \cdot a) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H - \varepsilon \cdot a)} + 2 \cdot \varepsilon \cdot \varphi \cdot m \cdot (c + m) \cdot \sqrt{g} \cdot \sin(\pi/4 - \theta) / \sin \theta \cdot H^{5/2} \cdot (2 \cdot c/5 + H/7) \quad (11)$$

Чтобы выяснить правильность теоретических формул для определения пропускной способности затвора разработанной конструкции авторегулятора уровня воды были проведены экспериментальные исследования. Экспериментальная установка представлена на рис. 3.

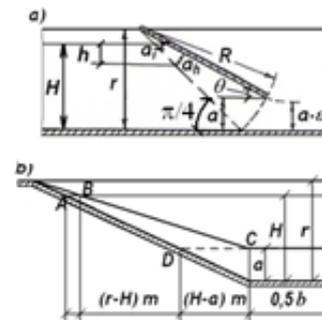


Рис. 2. Расчётная схема бокового зазора между плоской напорной частью затвора и боковой частью отверстия канала: а) вид сбоку, в продольном разрезе, б) вид со стороны нижнего бьефа

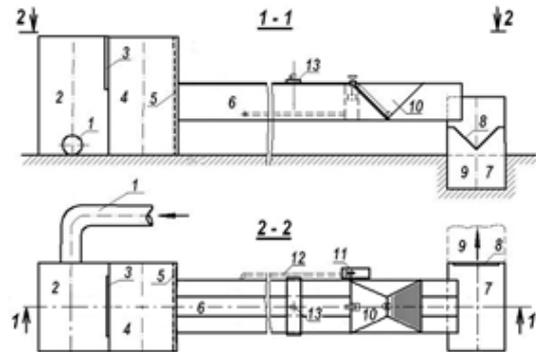


Рис. 3. Схема экспериментальной установки.

1 – труба, подводящая воду от насоса; 2 – успокоительный бак №1; 3 – мерный треугольный водослив с тонкой стенкой; 4 – успокоительный бак №2; 5 – гаситель энергии водного потока в виде решётки; 6 – лоток трапециевидного сечения; 7 – успокоительный бак №3; 8 – мерный треугольный водослив с тонкой стенкой Томсона; 9 – водосбросная траншея; 10 – исследуемая модель; 11 – поплавковый регулятор уровня воды; 12 – труба, сообщающая поплавковую камеру регулятора уровня воды с участком лотка перед моделью; 13 – передвижная полка с установленной на ней шпигульмасштабом.

Экспериментальная установка представляла собой лоток трапециевидного сечения с шириной дна 0,5 м, длиной 12 м и высотой 0,5 м, с углом наклона откоса канала, лотка к горизонту β , на экспериментальной установке $\operatorname{ctg} \beta = m = 1,5$. Максимальный расход воды, подаваемой в лоток, составлял 0,0561 м³/с. Лоток имел зам-

кнутую систему подачи воды, которая поставлялась насосом. Моделирование исследуемых явлений проводилось, исходя из критериев гравитационного подобия Фруда, а также динамического подобия сил и критерия подобия динамических процессов при действии сил упругости (критерия Коши). Эти критерии описаны в известной работе П.Г. Киселева, А.Д. Альтшуль, Н.Б. Данильченко, А.А. Каспарсон, Г.И. Кривченко, Н.Н. Пашкова, С.М. Слисского и в работах В.А. Прокофьева, Г.А. Судольского [18], А.И. Есин [19], М.И. Бальзанникова [20], Ю. Ким, Г. Чой, Х. Пак и С. Бён [21]. Моделирование материала гибких рабочих органов авторегулятора осуществлялось по максимальному погонному натяжению, исходя из известных рекомендаций А.П. Назарова. Масштаб моделей по отношению к натуре был принят 1:4.

Исследования пропускной способности проводились на двух моделях, одна модель затвора разработанного авторегулятора уровня воды в виде перегораживающего сооружения при трапециевидальном сечении канала, показана на рис. 1, другая модель, выполненная в виде напорного щита, для исследования истечения через боковые зазоры затвора, показана на рис. 4.

Модель, показанная на рис. 4, была исследована для определения расхода воды при истечении через боковые зазоры наклонного плоского щита при отсутствии истечений из – под затвора. Эта модель состояла из напорной части затвора в виде плоского щита, имеющего ширину по дну 0,5 м, ширину поверху 2 м и длину, равную 0,71 м, устанавливаемого в лотке трапециевидального поперечного сечения экспериментальной установки с фиксированными углами θ между линией установки плоского щита и горизонтальным дном.

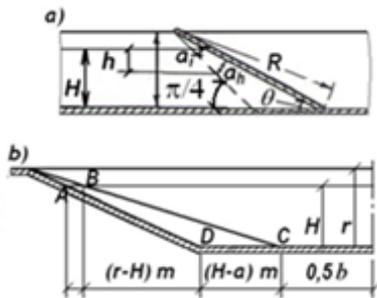


Рис. 4. Модель для исследования расхода воды только через боковые зазоры напорной плоской части затвора, устанавливаемая жёстко в лоток трапециевидального сечения: а) вид сбоку, в продольном разрезе, б) вид со стороны нижнего бьефа. 1 – плоский щит, 2 – горизонтальная плоскость, устанавливаемая между стенками лотка.

Она состояла из лотка трапециевидального сечения с шириной дна 0,5 м, длиной 12 м и высотой 0,5 м, с углом наклона откоса канала, лотка к горизонтали β , на экспериментальной установке $\operatorname{ctg} \beta = m = 1,5$.

Исследования модели, показанной на рис. 4, проводились при фиксированных углах: $\theta = 10^\circ; 15^\circ; 20^\circ; 25^\circ; 30^\circ; 35^\circ; 40^\circ$. Интервал изменения фиксированного угла был взят в диапазоне $\theta = 5$ градусов, чтобы учесть разброс опытных точек при построении зависимости расхода боковых истечений $Q_2 = f(a/H)$.

Расход потока воды, проходящего через лоток, измерялся с помощью треугольного водослива с тонкой стенкой, уровень воды измерялся с помощью шпигельмасштабов, угол наклона плоского напорного щита жёстко фиксировался на горизонтальной жёсткой плоскости,

устанавливаемой между стенками трапециевидального лотка экспериментальной установки, при фиксации угол измерялся транспортиром.

Исследуемая модель авторегулятора уровня воды гибкими рабочими органами показана на рис. 1. Она располагалась в лотке экспериментальной установки, имеющего ширину по дну 0,5 м, ширину по верху 2 м и высоту 0,5 м.

Модель разработанной конструкции авторегулятора уровня воды состояла из напорной части затвора в виде плоского щита, имеющего ширину 0,494 м по дну, ширину 1,994 м поверху и длину 0,71 м, боковые зазоры плоского щита составляли 0,003 м с каждой стороны при закрытом состоянии авторегулятора уровня воды.

Поплавковая камера располагалась сбоку с внешней стороны от исследуемой модели авторегулятора уровня воды, около лотка трапециевидального сечения на подставке. Входное отверстие в ёмкость затвора авторегулятора уровня воды имело диаметр, равный 0,025 м, выходное отверстие имело диаметр 0,05 м, а шаровой клапан имел диаметр 0,06 м.

Ёмкость поплавковой камеры модели разработанной конструкции авторегулятора уровня воды сообщалась трубой диаметром 0,04 м с ёмкостью лотка на участке длиной 1,5 м от до места расположения модели затвора авторегулятора уровня воды.

Поплавок устройства для фиксации уровня воды был изготовлен из пенопласта. Поплавковая камера имела прямоугольную форму, её ширина составляла 0,08 м, а длина 0,10 м. Глубина поплавковой камеры была принята 0,5 м. Поплавок имел следующие размеры: ширину 0,075 м, длину 0,095 м и толщину 0,06 м.

Основная часть всех экспериментов проводилась с последовательным увеличением расхода потока воды. Все параметры измерялись через 15–20 минут после изменения расхода воды или какого-нибудь другого параметра. В это время лоток был настроен на режим постоянного расхода потока воды.

Для определения расхода боковых истечений при исследовании затвора разработанной конструкции авторегулятора уровня воды была изучена его модель, показанная на рис. 4, на экспериментальной установке, рис. 3.

В исследованиях общий поток воды, проходящий через лоток, измерялся треугольным водосливом с тонкой стенкой Томсона, установленным в нижнем бьефе за моделью разработанной конструкции авторегулятора уровня воды в водосбросной траншее.

При исследованиях через лоток пропускались расходы потока воды Q от 0,005 м³/с до 0,0561 м³/с, исходное состояние предполагалось, когда во время транзита отсутствовал расход воды.

Расход воды Q , проходящий через затвор авторегулятора уровня воды, с учетом боковых истечений, определялся по треугольному водосливу с тонкой стенкой Томсона.

Расход истечений из-под затвора авторегулятора уровня воды определялся как:

$$Q_1 = Q - Q_2$$

где: Q – общий расход потока воды, проходящий по лотку, Q_2 – расход истечения через боковые зазоры затвора разработанной конструкции авторегулятора уровня воды.

Анализ результатов и примеры. В результате проведенных исследований были построены графики зависимостей $Q_1 / (Q_1 + Q_2) = f_1(a/H)$ и $Q_2 / (Q_1 + Q_2) = f_2(a/H)$, пред-

ставленные на рис. 5 и 6.

Благодаря проведённой математической обработке данных экспериментальных исследований методом ко-

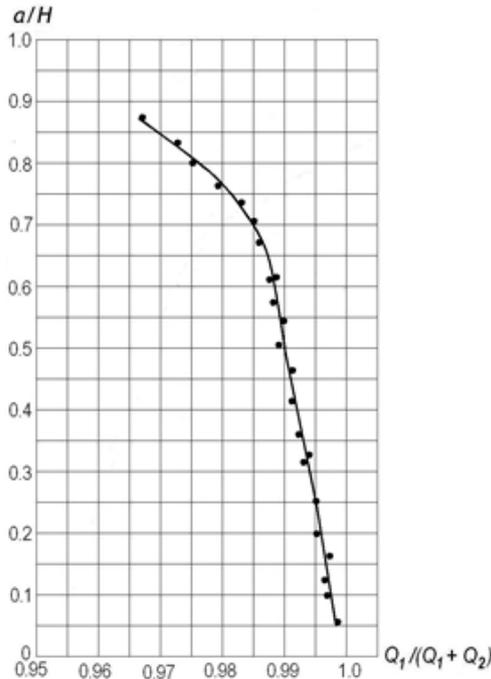


Рис. 5. График зависимости $Q_1/(Q_1 + Q_2) = f(a/H)$. (Точками показаны данные, полученные в результате экспериментальных исследований)

нечных разностей модели разработанной конструкции авторегулятора уровня воды, установленный на лотке трапецеидального сечения, с котангенсом угла наклона откоса лотка к горизонту, равным 1,5, при $0,05 < a/H < 0,90$ была получена следующая зависимость отношения истечений из-под его затвора относительно общего расхода воды, идущего через него (рис. 5).

$$Q_1/(Q_1 + Q_2) = \left[\frac{(0.875 - \frac{a}{H})}{1660} \right]^{1/2.3} + 0.967 \quad (12)$$

А также путём проведённой математической обработки данных экспериментальных исследований методом конечных разностей модели разработанной конструкции авторегулятора уровня воды, установленный на лотке трапецеидального сечения с котангенсом угла наклона откоса лотка к горизонту, равным 1,5, при $0,05 < a/H < 0,90$ была получена следующая зависимость отношения истечений через боковые зазоры его затвора относительно общего расхода воды, идущего через него (рис. 6)

$$Q_2/(Q_1 + Q_2) = \left| 0.56(0.88 - a/H)^{1.25} - 0.035 \right| \quad (13)$$

Выводы.

1. С целью ликвидации недостатков ранее разработанных конструкций гидравлических авторегуляторов уровня воды, в работе представлена разработанная инновационная конструкция авторегулятора уровня воды с гибкими рабочими органами для каналов трапецеидального сечения оросительной сети, не требующая больших затрат при внедрении.

2. Выведена теоретическая формула (8) для определения расхода истечений через боковые зазоры затвора разработанной конструкции авторегулятора уровня воды с гибкими рабочими органами для каналов трапецеидального сечения.

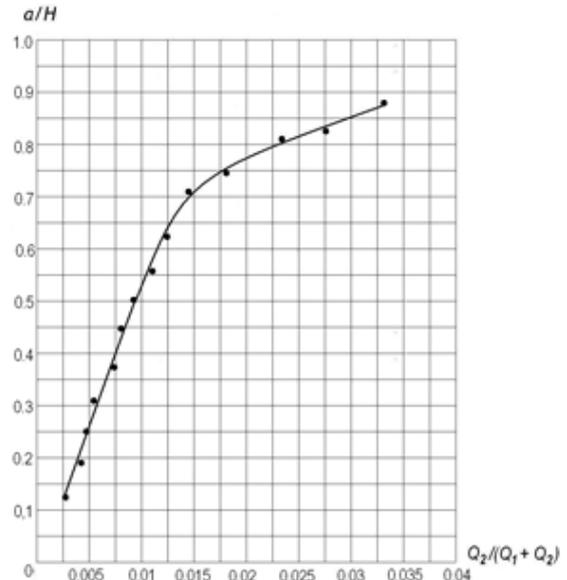


Рис. 6. График зависимости $Q_2/(Q_1 + Q_2) = f(a/H)$. (Точками показаны данные, полученные в результате экспериментальных исследований.)

3. В результате проведённых экспериментальных исследований получена эмпирическая зависимость (5) отношения расхода истечения из-под затвора разработанной конструкции авторегулятора уровня воды с гибкими рабочими органами к общему расходу, идущему через него, для каналов трапецеидального сечения с котангенсом угла наклона откоса канала к горизонту, равным 1,5, в зависимости от отношения высоты открытия его затвора к напору воды перед ним, $Q_1/(Q_1 + Q_2) = f(a/H)$, которая согласуется с данными экспериментальных исследований, показанных в работе с точностью в пределах + 5–6 процентов.

4. В результате проведённых экспериментальных исследований получена эмпирическая зависимость (6) отношения расхода истечений через боковые зазоры затвора разработанной конструкции авторегулятора уровня воды с гибкими рабочими органами к общему расходу, идущему через него, для каналов трапецеидального сечения с котангенсом угла наклона откоса канала к горизонту, равным 1,5, в зависимости от отношения высоты открытия его затвора к напору воды перед ним, $Q_2/(Q_1 + Q_2) = f(a/H)$, которая согласуется с данными экспериментальных исследований, показанных в работе с точностью в пределах + 5–6 процентов.

5. С увеличением отношения $a/H = 0,11-0,875$, расход через боковые зазоры затвора авторегулятора уровня воды с гибкими рабочими органами имеет небольшую тенденцию к увеличению для каналов трапецеидального сечения с котангенсом угла наклона откоса канала, лотка к горизонту, равным 1,5, которая составляет величину от 0,16% до 3,35%.

Разработанная конструкция авторегулятора уровня воды с гибкими рабочими органами для каналов трапецеидального сечения использует гидравлическую энергию водного потока, не требует электроэнергии, имеет допускаемую точность регулирования уровня воды, в пределах + 5%, не сужает сечения канала, что особенно важно на каналах с малыми уклонами, имеет невысокую стоимость, в 5–7 раз ниже конструкций затворов-автоматов из традиционных материалов, не загрязняет окружающую среду, проста в эксплуатации, не требует больших

трудозатрат при установке и монтаже, может изготавливаться и ремонтироваться эксплуатирующими организациями, рекомендуется в качестве автоматического

перегораживающего сооружения для каналов трапециевидального сечения оросительной системы.

№	Литература	References
1	Пулатов Я. Э. 2017. Водосберегающие технологии орошения и эффективность использования воды в сельском хозяйстве // Журнал "Экология и строительство". – Душанбе, 2017. – № 4. – С. 21–26.	Pulatov Ya.E. 2017. <i>Vodosberegayushchie tekhnologii orosheniya i effektivnost' ispol'zovaniya vody v sel'skom khozyaystve.</i> // Journal <i>Ekologiya i stroitel'stvo</i> [Ecology and Construction]. Tajikistan, no. 4, pp. 21–26. (In Russian).
2	Koshkarova T.S., Medvedeva L.N., Novikov A.A., Voyevodina L.A., 2020. Organization of water accounting and water saving of irrigation water based on world experience in the conditions of changing climate. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 14 Oct., vol. 577, iss. 1, article number: 012013, DOI: 10.1088/1755-1315/577/1/012013.	Koshkarova T.S., Medvedeva L.N., Novikov A.A., Voyevodina L.A., 2020. Organization of water accounting and water saving of irrigation water based on world experience in the conditions of changing climate. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 14 Oct., vol. 577, iss. 1, article number: 012013, DOI: 10.1088/1755-1315/577/1/012013.
3	Щедрин В. Н., Васильев С. М., Чураев А. А. 2013. Комплексный подход к оценке поколений оросительных систем на основе средств имитационного моделирования сложных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: [Бюлл. Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование]. – Волгоград, 2013. – № 4(32). – С. 189–193.	Shchedrin V.N., Vasiliev S.M., Churaev A.A., 2013. <i>Kompleksnyy podkhod k otsenke pokoleniy orositel'nykh sistem na osnove sredstv imitatsionnogo modelirovaniya slozhnykh sistem.</i> // <i>Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie</i> [Bull. of Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 4(32), pp. 189–193. (In Russian).
4	Алдошкин А. А. 2020. Концепции необходимости разработки инновационных технологий строительства оросительных систем // Ж.: "Вестник мелиоративной науки". – Коломенский, 2020. – № 2. – С. 58–65.	Aldoshkin A.A., 2020. <i>Kontseptsii neobkhodimosti razrabotki innovatsionnykh tekhnologiy stroitel'stva orositel'nykh sistem.</i> // <i>Vestnik meliorativnoy nauki</i> [Bulletin of Reclamation Science], no. 2, pp. 58–65. (In Russian).
5	Халифа, Э.М., Эльтавил, М.А., Мелеха, М.Э., и Шараф М.М. 2009. Совершенствование управления орошенными водами с использованием разработанных оросительных каналов. // Журнал почвоведения и сельскохозяйственной инженерии, 34(6), 7481–7503. https://doi.org/10.21608/jssae.2009.103878	Khalifa, E. M., Eltawil, M. A., Meleha, M. E., & Sharaf M. M. 2009. <i>Sovershenstvovaniye upravleniya oroshennimi vodami s ispol'zovaniyem razrabotannix orositel'nykh kanalov</i> [Enhancing the irrigation water management using developed irrigation canals] // <i>Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering</i> , 34(6), 7481–7503. https://doi.org/10.21608/jssae.2009.103878 (In Russian).
6	Gadge, P. P., Jothiprakash, V., & Bhosekar, V. V. 2019. Hydraulic design considerations for orifice spillways. // ISH Journal of Hydraulic Engineering, 25(1), 12–18. https://doi.org/10.1080/09715010.2018.1423579	Gadge, P. P., Jothiprakash, V., & Bhosekar, V. V. 2019. Hydraulic design considerations for orifice spillways. // <i>ISH Journal of Hydraulic Engineering</i> , 25(1), 12–18. https://doi.org/10.1080/09715010.2018.1423579
7	Мелихов К. М., Пахомов А. А., Колобанова Н. А. 2016. Возможность автоматизации подачи заданного расхода воды на открытых оросительных системах. // Международный научно-исследовательский журнал [International Scientific Research Journal]. 2016. № 10(52). С. 161–163.	Melikhov K.M., Pakhomov A.A., Kolobanova N.A., 2016. <i>Vozmozhnost' avtomatizatsii podachi zadannogo rashkoda vody na otkrytykh orositel'nykh sistemakh</i> // <i>Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal</i> [International Scientific Research Journal], no. 10(52), pp. 161–163. (In Russian).
8	Щедрин В.Н., Чураев А.А., Школьная В.М., Юченко Л.В.. 2015. Моделирование динамического управления водораспределением на каналах открытой оросительной сети // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2015. № 4(20). С. 1–20. URL: http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=819 (дата обращения: 01.11.2021).	Shchedrin V.N., Churaev A.A., Shkol'naya V.M., Yuchenko L.V., 2015. <i>Modelirovaniye dinamicheskogo upravleniya vodoraspredeleniyem na kanalex otkrytoy orositel'noy seti</i> [Simulation of dynamic management of water distribution at canals of open irrigation network]. // <i>Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii</i> , no. 4(20), pp. 1–20, available: http://www.rosniipmsm.ru/article?n=819 [accessed 01.11.2021]. (In Russian).
9	Ольгаренко В.И., Степанова Н.С., Кисаров О.П., Ольгаренко И.В.. 2012. Математическое моделирование и исследование течений в Миусской оросительной системе на имитационной модели // Известия ЮФУ. 2012. № 6(131). С. 52–56.	Olgarenko V.I., Stepanova N.S., Kisarov O.P., Olgarenko I.V. 2012. <i>Matematicheskoe modelirovaniye i issledovaniye techeniy v Miusskoy orositel'noy sisteme na imitatsionnoy modeli.</i> // <i>Izvestiya YUFU</i> [Bull. YuFU], no. 6(131), pp. 52–56. (In Russian).
10	Бальзанников М.И. 2018. Основные методы совершенствования конструкции затворов гидротехнических сооружений. // Известия высших учебных заведений. Строительство, – Казань, 2018. – № 12. – С. 94–108.	Balzannikov M.I. 2018. <i>Osnovnyye metody sovershenstvovaniya konstruksij zatvorov gidrotekhnicheskikh sooruzhenij.</i> // [News of Higher Educational Institutions. Construction] No. 12, 2018. Pp. 94–108. (In Russian).
11	Овчинников А.С., Киселёва Р.З., Мелихов К.М., Киселёв А.А. 2022. Автоматические регуляторы для оснащения гидротехнических сооружений при орошении риса. // Журнал «Известия Нижневолжского Агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование». № 1 (65), 2022. С. 342–351. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-01-33	Ovchinnikov A.S., Kiseleva R.Z., Melikhov K.M. Kiselev A.A. 2022. <i>Automatic regulators for equipment of hydrotechnical structures for rice irrigation.</i> // <i>The journal.</i> // <i>Journal "Izvestiya Nizhnevolzhskogo Agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie"</i> . No.1 (65), 2022, pp. 342–351. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-01-33 (in Russian)

12	Tomiyama, T., &Nishizaki, I. 2020. Applicability of fiber reinforced plastics to hydraulic gates. In Composites in Civil Engineering, CICE 2006, pp. 453–456. International Institute for FRP in Construction (IIFC).	Tomiyama, T., &Nishizaki, I. 2020. Applicability of fiber reinforced plastics to hydraulic gates. InComposites in Civil Engineering, CICE 2006, pp. 453–456. International Institute for FRP in Construction (IIFC).
13	Уэстон Д., Чартуни Г., Далтон Л., Форс Д., Тровиллион Дж., Зумбулев К., Макмиллен Р. 2021. Использование композитного материала для секторных и вертикальных подъемных ворот. Во Всемирном конгрессе по экологическим и водным ресурсам 2021 г.: Планирование устойчивого будущего в пресноводных районах Америки - Избранные документы Всемирного конгресса по экологическим и водным ресурсам 2021 г. (стр. 116–121). Американское общество инженеров-строителей (ASCE). https://doi.org/10.1061/9780784483466.011	Ueston D., Chartuni G., Dalton L., Fors D., Trovillion Dj., Zumbulev K., Makmillen R. 2021. <i>Ispolzovaniye kompozitnogo materiala dlya sektornix i vertikalnix pod'emnix vorot.</i> [Use of composite material for sector gates and vertical lift gates. InWorld Environmental and Water Resources Congress 2021: Planning a Resilient Future along America's Freshwaters - Selected Papers from the World Environmental and Water Resources Congress 2021](pp. 116–121). AmericanSocietyofCivilEngineers (ASCE). https://doi.org/10.1061/9780784483466.011 (In Russian).
14	Новиков С.Г., Куценко В.Н. 2019. Использование мобильных гибких защитных гидротехнических сооружений из композитных материалов для снижения последствий ущерба от водных катастроф. Журнал «Провинциальные научные записки» № 1 (9), 2019, с. 114-117. ЧОУ ВО Региональный открытый социальный институт. Курск.	Novikov S.G., Kutsenko V.N. 2019. <i>Ispolzovaniye mobilnix gibkix zashitnix gidrotexnicheskix sooruzheniy iz kompozitnix materialov dlya snizheniya posledstviy usherba ot vodnix katastrof</i> [Innovative mobile flexible protective hydrotechnical structures from composite materials] //The journal "Provinsialnye zapiski" No.1(9), 2019, pp.114-117. CHOU VO Regionalnyy otkrytyy sotsialnyy institute. Kursk. (In Russian)
15	Логинов В.И., Ртищев С.М., Козырев В.Н., Илеменов М.В., Михайлова Е.Д. 2020. Разработка и применение быстровозводимых гидротехнических сооружений на основе водоналивных мобильных дамб для защиты инфраструктуры при чрезвычайных ситуациях, связанных с опасными гидрологическими явлениями. // Журнал Гидротехническое строительство. Министерство энергетики РФПАО "РусГидро". № 2. 2020, с. 14-20.	LoginovV.I., RtishchevS.M., KozyrevV.N., Ilemenov M.V., Mikhaylova E.D. 2020. <i>Razrabotka i primeneniye bistrovoztvodimix gidrotexnicheskix sooruzheniy na osnove vodonalivnix mobilnix damb dlya zashiti infrastrukturi pri chrezvichaynix situatsiyax, svyazannix s opasnimi gidrologicheskimi yavleniyami</i> [Evelopment and application of pre-erected hydraulic structures based on mobile water-filling dams to protect infrastructure in emergency situations associated with dangerous hydrological phenomena]// Journal of Hydraulic engineering construction. The Ministry of Energy of the Russian Federation PJSC "RusHydro". No. 2. 2020, pp. 14-20. (in Russian)
16	Hydraulic automatic regulator of level with flexible working bodies. To cite this article: Mukaddas-GaukharKadirova . Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, E3S Web of Conferences 264, 03039 (2021) CONMECHYDRO – 2021. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403039	Hydraulic automatic regulator of level with flexible working bodies. To cite this article: Mukaddas-GaukharKadirova . Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, E3S Web of Conferences 264, 03039 (2021) CONMECHYDRO – 2021. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403039
17	Autoregulatory of water level with flexible working bodies for partition structures on channels.To cite this article:Mukaddas-GaukharKadirova. Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,E3S Web of Conferences 365, 03007 (2023) CONMECHYDRO – 2022. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336503007	Autoregulatory of water level with flexible working bodies for partition structures on channels.To cite this article:Mukaddas-GaukharKadirova. Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,E3S Web of Conferences 365, 03007 (2023) CONMECHYDRO – 2022 https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336503007
18	Прокофьев В.А., Судольский Г.А. 2021. Гибридное моделирование гидродинамики водосбросных сооружений ГЭС. Журнал. Гидротехническое строительство: Министерство энергетики РФПАО "РусГидро". № 8, 2021. – С. 60-66.	Prokofev V.A., Sudolskii G.A. 2021. <i>Gibridnoye modelirovaniye gidrodinamiki vodosbrosnix sooruzheniy GES. Jurnal</i> [Hybrid modeling of hydrodynamics of spillway structures of hydroelectric power plants] Journal. Hydraulic engineering construction: Ministry of Energy of the Russian Federation PJSC "RusHydro". No. 8, 2021, pp. 60-66. (In Russian).
19	Есин А.И. 2011. Математическое моделирование работы водосбросного сооружения по схеме истечения из-под шита. // Журнал: "Природообустройство". №5, 2011, с.83-86.	Esin.A.I. 2011. <i>Matematicheskoye modelirovaniye raboti vodosbrosnogo sooruzheniya po sxeme istecheniya iz-pod shita</i> [Mathematical simulation of operation of spillway works according to the scheme of water outflow from under the gate] //The journal "Prirodoobustroystvo".No. 5, 2011, pp.83-86. (In Russian)
20	Михаил Балзанников. Исследования конструкций затворов в гидротехнике. Серия конференций IOP 2019 года: Материаловедение и инженерия XXVIII Семинар R-P-S 2019 IOP Conf. Серия: Материаловедение и инженерия 661 (2019) 012056 Издательство IOP doi:10.1088/1757-899X/661/1/012056	Mixail Balzannikov. <i>Issledovaniya konstruksiy zatvorov v gidrotexnike</i> [Studies of Structures of Gates in Hydraulic Engineering. 2019 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering XXVIII R-P-S Seminar 2019 IOP Conf. Series]: Materials Science and Engineering 661 (2019) 012056 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/661/1/012056 (In Russian).

УДК: 627.837

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПЕРЕГОРАЖИВАЮЩЕЕ СООРУЖЕНИЕ ДЛЯ КАНАЛОВ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

М.-Г.А. Кадирова – к.т.н, доцент,

Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Аннотация

На основе анализа существующих и предлагаемых конструкций автоматических затворов-автоматов, а также конструкции автоматического регулятора уровня воды на канале, разработанной ранее совместно с Ф.А. Кадировым, была разработана конструкция мобильной автоматической конструкции перегораживающего сооружения для каналов трапециевидного сечения оросительных систем. А также, на основе модельных исследований, проведенных автором, определён коэффициент расхода воды, протекающего через неё и формула для определения пропускной способности данной конструкции. Данная конструкция выполнена в виде затвора, представляющего собой ёмкость, образованную жестким дном, напорной части переходящими в гибкие боковые элементы, выполненные из гибкой прорезиненной мелиоративной ткани, и жёсткой водосливной части, обтянутой гибкой прорезиненной мелиоративной тканью. Контроль уровня перед конструкцией перегородки осуществляется с помощью регулятора уровня. Данная конструкция перегораживающего сооружения не требует больших затрат, она может быть переносной или стационарной, она не металлоемкая, легкая, транспортабельная, совмещает функции поддержания необходимого уровня воды в канале, пропуска в нижний бьеф излишков воды, плавающих тел и мусора, обеспечивает необходимый приток воды в отводные каналы

Ключевые слова: затвор, регулятор уровня, прорезиненная мелиоративная ткань, расход воды.

ТРАПЕЦИЯ КЕСИМЛИ КАНАЛЛАРИ УЧУН АВТОМАТИК СУВ ТЎСИШ ИНШОТИ ВА УНИНГ СУВ ЎТКАЗИШ ХУСУСИЯТИНИ АНИҚЛАШ

М.-Г.А. Кадирова – т.ф.н, доцент,

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети”

Annotatsiya

Амалдаги ва таклиф этилган затвор-автоматларни ҳамда Ф.А.Кадиров билан биргаликда ишлаб чиқилган каналдаги автоматик сув сатҳини рослаш иншооти конструкцияни таҳлил қилиш асосида суғориш тизимидаги трапеция кесимли каналлар учун автоматик сув тўсиш иншооти яратилди. Ушбу трапеция кесимли каналлар учун автоматик сув тўсиш иншооти конструкцияси таркибига эгилувчан органлари билан ясалган затвор ва сув сатҳи ростлагич қиради. Унинг эгилувчан органлари билан ясалган затворининг ҳажми затворнинг қаттиқ туби, эгилувчан резиналаштирилган мелиоратив матодан ясалган босимли қисмидан ва эгилувчан резиналаштирилган мелиоратив матолик қобиғига ёпилган бўйлама кесими бўйича вакуумсиз профилидаги оқова шаклида ясалган қаттиқ қарқасдан ва резиналаштирилган мелиоратив матодан ясалган юмшоқ ён томонлик қисмлардан ташкил топган. Автоматик сув тўсиш иншооти конструкциянинг юқори бьефдаги сув сатҳини бошқарилиши сув сатҳи ростлагич ёрдамида амалга оширилади. Сув сатҳи ростлагич тепаси очик бўлган вертикал қувур шаклида ясалган бўлиб эгилувчан органлари билан ясалган затворнинг пастки бьеф томонидан жойлашади ва затворнинг ҳажми билан қувур орқали туташтирилади.

Муаллиф томонидан ўтказилган экспериментал тадқиқотлар асосида ушбу ишлаб чиқилган трапеция кесимли каналлар учун автоматик сув тўсиш иншоотининг сув ўтказиш қобилиятини аниқлаш учун сув сарфи коэффициенти инфодаси аниқланди.

Таклиф этилган автоматик сув тўсиш иншоотни суғориш тизимидаги трапеция кесимли каналларга тадбиқ қилиш катта ҳаражатларни, ҳамда металлни талаб этмайди, у енгил, ҳам доимий каналнинг бир жойида ишлаб турадиган, ҳам мобил, канални бир жойидан бошқа жойига ўтказиб ишлайдиган бўлиши мумкин. Ушбу конструкция суғориш тизимидаги трапеция кесимли каналларда сув сатҳини керакли баланликда ушлаб туриб, ортиқча сувни, юза келадиган жисмларни туширади ва сув чиқарувчи иншоотлар орқали тақсимловчи каналларга керакли миқдорда сув сарфини ўтказиши.

Таянч сўзлар: затвор, сув сатҳи рослагич, резиналаштирилган мелиоратив мато, сув сарфи.

AUTOMATIC PARTITION FOR TRAPEZOIDAL CHANNELS AND DETERMINATION OF ITS CAPACITY

Mukaddas-Gaukhar Kadirova

National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"

Abstract

Based on the analysis of existing and proposed designs of automatic gate structures, as well as the design of an automatic water level regulator on the canal developed earlier with F.A.Kadirov, a design of a mobile automatic partition structure in the form of an automatic shutter for channels of trapezoidal section of irrigation systems was developed. And also, on the basis of model studies conducted by the author, the flow coefficient is determined and a formula for determining the throughput of this design is given. This design is made in the form of a gate, which is a container formed by a rigid bottom, pressure and spillway parts of flexible rubberized meliorative fabric, passing into flexible side elements. The level control in front of the partition structure is carried out with the help of a level controller. This partition structure does not require large expenditures, it can be portable or stationary, it is not metal-intensive, lightweight, transportable, combines the functions of stabilizing the required water level in the channel, dumping excess water, fin and debris, provides the necessary water inflow into the discharge channels.

Key words: hydraulic, autoregulator, non-vacuum profile, rubberized meliorative fabric.

Введение. Учитывая то, что на сегодняшний день важное значение приобретает разработка и внедрение современных инновационных конструкций гидротехнических сооружений, которые обеспечивают экономии воды и электроэнергии в водном хозяйстве, улучшают эффективность эксплуатации сооружений на оросительных каналах, что показано в работах Я.Э. Пулатова [1], Т.С. Кошкаровой, Л.Н. Медведевой, А.А. Новикова, Л.А. Воеводиной [2], В.Н. Щедрина, С.М. Васильева, А.А. Чураева [3], А.А. Алдошкина [4], Э.М. Халифа, М.А.Эльгавил, М.Э. Мелеха, М.М. Шараф [5], П.П. Гадж, В. Джотипракаш, В.В. Бхосекар [6].

Для поддержания требуемого уровня воды в канале перед перегораживающим сооружением и подачи заданного расхода воды в распределительные каналы для экономного потребления воды потребителями используется гидравлическая автоматизация перегораживающих сооружений на каналах. Она осуществляется с помощью гидравлических затворов - автоматов. Они позволяют экономить воду и электроэнергию, затрачиваемую на эксплуатацию перегораживающих сооружений, то есть снижают эксплуатационные расходы. До настоящего времени лишь некоторые конструкции гидравлических автоматических затворов-автоматов, используемых на перегораживающих сооружениях, были описаны в известных работах Ш.С. Бобохидзе, Я.В. Бочкарева, П.И. Коваленко, Е.Е. Маковского. Они изготавливаются из традиционных металлических конструкций, не допускают перелив воды поверх затвора-автомата, и поэтому требуют периодической очистки участка канала перед затвором-автоматом от плавающих тел и мусора, требуют для своей работы значительных перепадов уровня воды, а также требуют для установки таких затворов-автоматов строить капитальное сооружение прямоугольного поперечного сечения. Это дорого и препятствует их широкому внедрению в практику.

В настоящее время появление материалов в виде гибких прорезиненных тканей, показанных в работах Т. Томияма и И. Нисидзаки [7], Уэстон, Г. Чартуни, Л. Далтон, Д. Форс, Дж. Тровиллион, К. Зумбулев, Р. Макмиллен [8], Новикова С.Г., Куценко В.Н. [9], создают большие возможности для применения их в качестве гибких органов в гидравлических затворах-автоматах уровня воды на перегораживающих сооружениях на каналах.

Поэтому на сегодняшний день уже существуют комбинированные гибкие конструкции гидравлических затворов - автоматов уровня воды. Эти конструкции

показаны в работах К.М. Мелихова, А.А. Пахомова, Н.А. Колобанова [10], В.Н. Щедрина, А.А. Чураева, В.М. Школьная, Л.В. Юченко [11], В.И. Ольгаренко, Н.С. Степанова, О.П. Кисарова, И.В. Ольгаренко, М.И. Бальзаникова, А.С. Овчинникова, Р.З. Киселёвой, К.М. Мелихова, А.А. Киселёва, М.-Г.А. Кадировой. А также конструкция гидравлического авторегулятора уровня воды на канале с гибкими рабочими элементами, разработанная совместно с Ф.А. Кадировым.

Однако основным недостатком широкого использования этих конструкций на трапециевидных каналах является неудобное трапециевидное поперечное сечение канала для установки автоматического затвора и необходимость периодической механической очистки этого участка от плавающих тел и мусора перед автоматическим затвором. Поэтому из-за того, что применение всех этих конструкций на каналах оросительных систем трапециевидного сечения затруднено в настоящее время существует необходимость разработки конструкций таких гидравлических затворов-автоматов, то есть автоматических регуляторов уровня для каналов трапециевидного сечения оросительной системы, конструкции которых отличаются отсутствием этих недостатков.

Постановка задачи. Анализируя существующие и предлагаемые конструкции автоматических затворов для каналов оросительных систем, была поставлена цель - разработать конструкцию автоматического перегораживающего сооружения для каналов оросительных систем трапециевидного сечения, работающую полностью на гидравлической энергии потока воды, автоматически регулирующую уровень воды по длине канала до места установки этой конструкции, обеспечивающей пропуск плавающих тел и мусора. В то же время эта конструкция должна быть неметаллоемкой, легкой и, при необходимости, портативной, мобильной. А также определить её пропускную способность. Исходя из поставленной цели, были поставлены следующие задачи. 1) Выбор аналога для разработки конструкции. 2) На основе этого аналога разработка новой инновационной конструкции автоматического перегораживающего сооружения, представляющей собой авторегулятор уровня воды для каналов трапециевидного сечения. 3) Выбор масштаба модели и определение размеров модели методом физического моделирования модели и натурой, 4) Выполнение экспериментальной установки и модели разработанной конструкции. 5) Проведение пробных модельных исследований работоспособности

конструкции. 6) Проведение модельных исследований на экспериментальной установке для определения пропускной способности сооружения. 7) Обработка результатов экспериментальных исследований пропускной способности модели и, на этой основе, определение коэффициента расхода для определения пропускной способности модели.

Разработанная конструкция автоматического перегораживающего сооружения в виде авторегулятора уровня воды показана на рис. 1 и рис. 2.

Она представляет собой затвор, ёмкость 1 которого образована днищем 2, выполненным в виде жёсткого дна трапецидального канала, напорной частью 3, которая выполнена из прорезиненной мелиоративной ткани, и частью 4, которая является жёсткой водосливной частью затвора, обтянутой прорезиненной мелиоративной ткани и переходит в боковые элементы 9, которые являются также продолжением напорной части 3 и выполнены также из прорезиненной мелиоративной ткани.

Положение авторегулятора, его наполнение и опорожнение регулируются автоматически с помощью регулятора уровня 5, выполненного в виде трубы с открытым верхом. В то же время верхняя часть трубы регулятора уровня 5 устанавливается на отметке, заданной глубины воды в канале перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения.

В этом случае вода с более высокой отметкой уровня, чем та, которая установлена в канале перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения, поступает из участка канала перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения через водовпускное отверстие патрубка 6 в ёмкость водовмещающего затвора. А затем в трубу 7 и, будучи установленной по закону сообщающихся сосудов с уровнем, равным уровню воды перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения, она стекает через верхнюю часть трубы 5 в нижний бьеф.

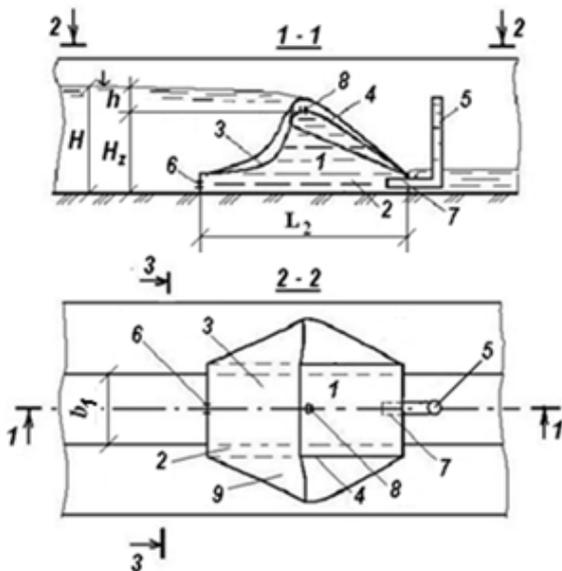


Рис. 1. Конструкция разработанного автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецидального сечения: 1 – ёмкость затвора, 2 – днище затвора, 3 – напорная часть затвора, 4 – водосливная часть затвора, 5 – регулятор уровня воды, 6 – водовпускной патрубок, 7 – водовыпускной патрубок, 8 – воздуховыпускное отверстие, 9 – боковые элементы затвора.

После этого уровень воды в ёмкости затвора автоматического перегораживающего сооружения и, следовательно, гидростатическое давление воды, действующее на его внутренние элементы, снижается.

Вода из ёмкости затвора 1 по трубе 7 поступает в регулятор уровня воды 5, и по нему сливается в нижний бьеф канала, поскольку его верх установлен на заданной отметке уровня воды перед конструкцией

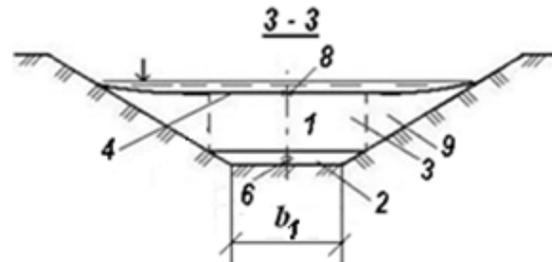


Рис. 2. Вид разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецидального сечения в разрезе 3 – 3 (рис. 1): 1 – ёмкость затвора, 2 – днище затвора, 3 – напорная часть затвора, 4 – водосливная часть затвора, 5 – регулятор уровня воды, 6 – впускной патрубок, 7 – выпускной патрубок, 8 – воздуховыпускное отверстие, 9 – гибкие боковые элементы затвора.

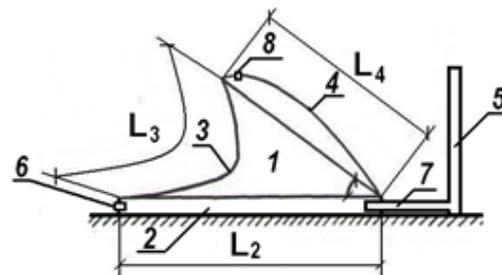


Рис. 3. Конструктивные элементы разработанного автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецидального сечения: 1 – ёмкость затвора, 2 – днище затвора длиной L_2 , 3 – напорная часть затвора длиной L_3 , 4 – жёсткая водосливная часть затвора, длиной L_4 , 5 – регулятор уровня воды, 6 – впускной патрубок, 7 – выпускной патрубок, 8 – воздуховыпускное отверстие. (Боковые элементы водовмещающего затвора на рисунке не показаны).

автоматического перегораживающего сооружения. Из-за того, что площадь поперечного сечения впускного патрубка 6 затвора в 3–4 раза меньше площади его выпускного патрубка 7, количество воды, поступающей в ёмкость затвора 1, будет меньше количества воды, вытекающей из ёмкости затвора 1, ёмкость затвора 1 начинает опорожняться. И жёсткая водосливная часть затвора 4 начинает опускаться, тем самым увеличивая поток воды, проходящей поверх жёсткой водосливной части затвора, и понижая уровень воды перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения до заданной отметки уровня воды.

Когда уровень воды в канале перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения опускается ниже заданной отметки уровня воды, вода не будет вытекать через верхнюю часть трубки 5 регулятора уровня воды. При этом через отверстие впускного патрубка 6 вода будет постоянно поступать в ёмкость затвора 1, но она не будет вытекать из его ёмкости.

Гидростатическое давление внутри ёмкости затвора 1 увеличится, и ёмкость затвора 1, наполняясь водой, начнет подниматься, перекрывая участок канала до тех пор, пока уровень воды в канале не станет выше заданной отметки уровня воды перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения. В результате этого вода из ёмкости затвора 1 будет поступать через выпускной патрубок 7 в трубу регулятора уровня 5 и сливаться через его открытый верх в нижний бьеф канала.

При повышении отметки уровня воды в канале выше заданной отметки уровня воды в канале процесс повторяется. Этот процесс будет продолжаться до тех пор пока не установится уровень воды в канале, при котором количество воды, поступающей в ёмкость затвора 1, станет равным количеству воды, вытекающей из ёмкости затвора через открытый верх трубы регулятора уровня воды, то есть, когда установится заданная отметка уровня воды в канале перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения.

Для определения пропускной способности конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов оросительной сети трапецидального сечения, были поставлены и проведены ее экспериментальные исследования.

Исследования пропускной способности автоматической перегораживающей конструкции в виде авторегулятора уровня воды проводились на экспериментальной установке, показанной на рис. 4.

Моделирование исследуемых явлений проводилось в соответствии с критериями гравитационного подобия объектов и динамического подобия сил, описанном в работе В.А. Прокофьева, Г.А. Судольского. Масштаб модели при этом по отношению к натуре был принят 1:4.

Экспериментальная установка состояла из лотка трапецидального сечения с шириной дна 0,36 м и боковыми стенками, высотой 0,5 м, расположенными под углом 0,611 радиана относительно горизонтали, длиной

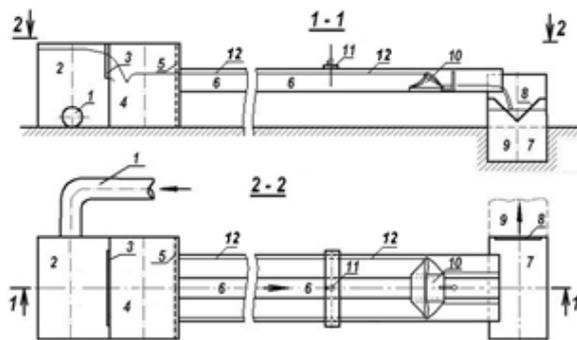


Рис. 4. Экспериментальная установка.

1 – труба, подводящая воду от насоса, 2 – успокоительный бак №1, 3 – мерный треугольный водослив с тонкой стенкой, 4 – успокоительный бак №2, 5 – гаситель энергии водного потока, 6 – лоток, 7 – успокоительный бак №3, 8 – мерный треугольный водослив с тонкой стенкой, 9 – водосбросная траншея, 10 – исследуемая модель, 11 – передвижная полка с установленным на ней шпигельмасштабом, 12 – уровень воды в лотке.

12 м, шириной лотка по верху 1,36 м. Максимальный расход воды, подаваемой в лоток, составлял 0,0561 м³/с.

Снабжение лотка водой осуществлялось насосом через закрытую систему подачи воды. Для исследования пропускной способности затвора с гибкими

рабочими органами конструкции автоматического перегораживающего сооружения была использована одна модель. Водосливная часть модели затвора была выполнена в продольном сечении в виде жёсткого каркаса в форме безвакуумного профиля, обтянутого прорезиненной мелиоративной тканью, (рис. 1, рис. 2).

Этот профиль был построен в соответствии с координатами Кригера-Офицера, описанном в работе А.П. Гурьев, Е.С. Беглярова, С.А. Соколова, Б.А. Хайек [19].

Размеры элементов модели затвора, рис.1, рис. 2, рис. 3, были приняты следующими: L_3 – длина напорной части 3 затвора, $L_3 = 0,45$ м, L_4 – длина хорды водосливной части 4 затвора, $L_4 = 0,45$ м, L_2 – длина дна 2 затвора, $L_2 = 0,64$ м, α_{\max} – максимальный угол, образуемый хордой водосливной части затвора с горизонтом, $\alpha_{\max} = 0,611$ радиан.

Днище модели затвора имело ширину 0,36 м понизу и ширину 0,51 м поверху, длину $L_2 = 0,64$ м и высоту 0,08 м. Отверстие впускного патрубка 6 в ёмкость модели затвора было принято круглым диаметром 0,025 м. Отверстие выходного патрубка 7 из ёмкости модели затвора было принято круглым диаметром 0,05 м.

Диаметр трубы регулятора уровня воды 5 модели был принят 0,07 м, а диаметр отверстия для выпуска воздуха во время наполнения ёмкости модели затвора водой был принят 0,006 м.

Водосливная часть 4 модели была выполнена в продольном направлении в виде жёсткого каркаса безвакуумного профиля водослива в соответствии с координатами Кригера-Офицера. Моделирование эластичного материала проводилось в соответствии с максимальным линейным растяжением. Этот вопрос рассматривается в работах А.П. Назарова и А.П. Назарова, Б.И. Сергеева.

Основная часть экспериментов проводилась с последовательным увеличением расхода воды в лотке. Измерения всех параметров производились через 15–20 минут после изменения расхода или любого из значений. В течение этого времени в лотке устанавливался равномерный неизменяемый режим течения воды.

Результаты и примеры. В общем случае коэффициент расхода представляет собой следующую функцию.

$$m = f(H, h_0 / H_z, \alpha, \alpha_{\max}, h_{vac} / H, \sigma_n, Fr, We, Re) \quad (1)$$

где: H – напор воды на сооружении, h_0 – напор над порогом водосливной части затвора с учётом скоростного напора, H_z – высота поднятия затвора относительно дна канала перед сооружением, α – угол, образуемый хордой водосливной части затвора с горизонталью, α_{\max} – максимальный угол, образуемый хордой водосливной части затвора с горизонталью, h_{vac} – вакуумметрическое давление под струёй на водосливной части затвора, σ_n – коэффициент, учитывающий подтопление со стороны нижнего бьефа, Fr – число Фруда, We – число Вебера, Re – число Рейнольдса.

Из-за того, что учесть влияние всех этих параметров на изменение коэффициента расхода практически невозможно расчет пропускной способности модели проводился по хорошо известной формуле

$$Q = mb\sqrt{2g} h_0^{1,5} \quad (2)$$

где: m – коэффициент расхода, g – ускорение свободного падения или силы тяжести, b – ширина водосливной части, h_0 – напор над порогом водосливной части затвора

с учетом скоростного напора.

В связи с тем, что скорость в лотке была менее 1 м/с скоростное давление не учитывалось, h_0 было принято равным

$$h_0 = h = (H - H_z) \quad (3)$$

где: H – глубина воды перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения, H_z – высота водовмещающего затвора конструкции автоматического перегораживающего сооружения по отношению к дну канала.

В данном случае, поскольку ширина водосливной части водовмещающего затвора конструкции автоматического перегораживающего сооружения неодинакова по высоте из-за того, что канал имеет трапецеидальное сечение, ширина b была определена как:

$$b = b_1 + m_1(H_z + H) \quad (4)$$

где: H – глубина воды перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения, H_z – высота затвора конструкции автоматического перегораживающего сооружения по отношению к дну канала, m_1 – коэффициент заложения откоса канала, b_1 – ширина канала по дну.

Поэтому для расчета пропускной способности затвора конструкции автоматического перегораживающего сооружения формула (2) преобразуется в следующую формулу (5)

$$Q = m[b_1 + m_1(H_z + H)]\sqrt{2g(H - H_z)}^{1.5} \quad (5)$$

Как показала математическая обработка результатов данных наших исследований методом конечных разностей модели затвора разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения, её коэффициент расхода m зависит от величины отношение глубины воды над порогом её затвора к его высоте (h/H_z), и эта зависимость подчиняется следующей квадратичной параболической зависимости (6), рис. 5.

В то же время разница между данными исследования относительно полученной параболической зависимости, показанной точками на рисунке 5, составляет +4%.

$$m = -0.994(h/H_z)^2 - 0.5964(h/H_z) + 0.3505 \quad (6)$$

При $h/H_z = 0,03-0,46$ коэффициент расхода изменяется в пределах $m = 0,375-0,455$.

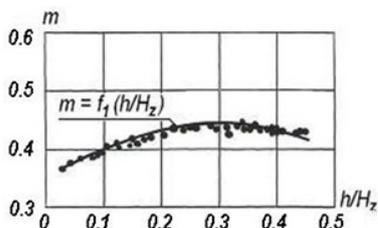


Рис. 5. График зависимости $m = f_1(h/H_z)$, полученный для затвора разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецеидального сечения оросительной системы

Исследования разработанной нами конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецеидального сечения показали, что ее гидравлические характеристики соответствуют гидравлическим характеристикам потока, описанным в работе

А.П.Гурьева, Е.С.Бегляровой, С.А.Соколовой, Б.А.Хайек.

Результаты экспериментальных исследований модели затвора разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения, при $H_p = 0,15$ м показали, что значения её коэффициентов расхода m соответствуют значениям коэффициентов расхода водослива в виде безвакуумного профиля.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований модели затвора разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения, при $H_p = 0,15$ м, показали следующее:

1. Затвор разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецеидального сечения имеет коэффициент расхода m , который изменяется в соответствии с параболической зависимостью (6).

2. Расхождение между значением коэффициента расхода m , полученным по формуле (5), и коэффициентом расхода m , полученным экспериментально по формуле (6), имеет допустимое расхождение в пределах +4%.

3. Полученная формула (6) позволяет определить пропускную способность затвора разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецеидального сечения.

4. Конструкция автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецеидального сечения работает стабильно и не подвержена вибрации, поскольку форма водосливной части её водовмещающего затвора является безвакуумной.

Выводы. В соответствии с целями и задачами, поставленными в работе:

1. Разработанная конструкция автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецеидального сечения оросительных систем не сужает поперечное сечение трапецеидального канала, обеспечивает требуемый уровень воды в канале перед конструкцией автоматического перегораживающего сооружения, сброс излишков воды, плавающих тел и мусора, работает за счет гидравлической энергии водного потока, обладает достаточной точностью регулирования уровня воды. Она изготавливается из дешёвых современных материалов, может быть стационарной и переносной и устанавливаться на канал одним или несколькими рабочими, проста в эксплуатации.

2. Для обеспечения устойчивой, без вибраций работы разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения была обоснована и принята форма водосливной части её затвора в виде безвакуумной.

3. На основе экспериментальных исследований автором получена формула для определения коэффициента расхода, входящего в формулу пропускной способности разработанной конструкции автоматического перегораживающего сооружения для каналов трапецеидального сечения, позволяющая определить её пропускную способность.

№	Литература	References
1	Пулатов Я. Э. 2017. Водосберегающие технологии орошения и эффективность использования воды в сельском хозяйстве // Журнал "Экология и строительство". – Душанбе, 2017. – № 4. – С. 21–26.	Pulatov Ya.E. 2017. <i>Vodoberegayushchie tekhnologii orosheniya i effektivnost' ispol'zovaniya v ody v sel'skom khozyaystve.</i> // Journal Ekologiya i stroitel'stvo [Ecology and Construction]. Dushanbe, № 4, pp. 21–26. (In Russian).
2	Koshkarova T.S., Medvedeva L.N., Novikov A.A., Voyevodina L.A., 2020. Organization of water accounting and water saving of irrigation water based on world experience in the conditions of changing climate. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 14 Oct., vol. 577, iss. 1, article number: 012013, DOI: 10.1088/1755-1315/577/1/012013.	Koshkarova T.S., Medvedeva L.N., Novikov A.A., Voyevodina L.A., 2020. Organization of water accounting and water saving of irrigation water based on world experience in the conditions of changing climate. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 14 Oct., vol. 577, iss. 1, article number: 012013, DOI: 10.1088/1755-1315/577/1/012013.
3	Щедрин В. Н., Васильев С. М., Чураев А. А. 2013. Комплексный подход к оценке поколений оросительных систем на основе средств имитационного моделирования сложных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: [Бюлл. Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование]. – Волгоград, 2013. – № 4(32). – С. 189–193.	Shchedrin V.N., Vasiliev S.M., Churaev A.A., 2013. <i>Kompleksnyy podkhod k otsenke pokoleniy orositel'nykh sistem na osnove sredstv imitatsionnogo modelirovaniya slozhnykh sistem.</i> // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie [Bull. of Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 4(32), pp. 189–193. (In Russian).
4	Алдошкин А. А. Концепции необходимости разработки инновационных технологий строительства оросительных систем // Ж.: "Вестник мелиоративной науки". – Коломен, 2020. – № 2. – С. 58–65.	Aldoshkin A.A. <i>Kontseptsii neobkhodimosti razrabotki innovatsionnykh tekhnologiy stroitel'stva orositel'nykh sistem.</i> // Vestnik meliorativnoy nauki [Bulletin of Reclamation Science], Kolomen, 2020. № 2, pp. 58–65. (In Russian).
5	Халифа, Э.М., Эльтавил, М.А., Мелеха, М.Э., и Шараф, М.М. 2009. Совершенствование управления орошенными водами с использованием разработанных оросительных каналов // Журнал почвоведения и сельскохозяйственной инженерии, 34(6), 7481–7503. https://doi.org/10.21608/jssae.2009.103878	Khalifa, E. M., Eltawil, M. A., Meleha, M. E., & Sharaf, M. M. <i>Sovershenstvovaniye upravleniya oroshennimi vodami s ispol'zovaniyem razrabotannix orositel'nykh kanalov</i> [Enhancing the irrigation water management using developed irrigation canals] // Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering, 34(6), 7481–7503. https://doi.org/10.21608/jssae.2009.103878
6	Gadge, P. P., Jothiprakash, V., & Bhosekar, V. V. 2019. Hydraulic design considerations for orifice spillways. // ISH Journal of Hydraulic Engineering, 25(1), 12–18. https://doi.org/10.1080/09715010.2018.1423579	Gadge, P. P., Jothiprakash, V., & Bhosekar, V. V. 2019. Hydraulic design considerations for orifice spillways. // ISH Journal of Hydraulic Engineering, 25(1), 12–18. https://doi.org/10.1080/09715010.2018.1423579
7	Tomiyama, T., & Nishizaki, I. 2020. Applicability of fiber reinforced plastics to hydraulic gates. In Composites in Civil Engineering, CICE 2006, pp. 453–456. International Institute for FRP in Construction (IIFC).	Tomiyama, T., & Nishizaki, I. 2020. Applicability of fiber reinforced plastics to hydraulic gates. In Composites in Civil Engineering, CICE 2006, pp. 453–456. International Institute for FRP in Construction (IIFC).
8	Уэстон Д., Чартуни Г., Далтон Л., Форс Д., Тровиллион Дж., Зумбулев К., Макмиллен Р. 2021. Использование композитного материала для секторных и вертикальных подъемных ворот. Во Всемирном конгрессе по экологическим и водным ресурсам 2021 г.: Планирование устойчивого будущего в пресноводных районах Америки - Избранные документы Всемирного конгресса по экологическим и водным ресурсам 2021 г. (стр. 116–121). Американское общество инженеров-строителей (ASCE). https://doi.org/10.1061/9780784483466.011	Weston D., Chartouni G., Dalton L., Force D., Trovillion J., Zumbulev K., McMillen R. <i>Ispolzovaniye kompozitnogo materiala dlya sektornix i vertikalnix pod'emnykh vorot</i> [Use of composite material for sector gates and vertical lift gates. In World Environmental and Water Resources Congress 2021: Planning a Resilient Future along America's Freshwaters - Selected Papers from the World Environmental and Water Resources Congress 2021] (pp. 116–121). American Society of Civil Engineers (ASCE). https://doi.org/10.1061/9780784483466.011
9	Новиков С.Г., Куценко В.Н. Использование мобильных гибких защитных гидротехнических сооружений из композитных материалов для снижения последствий ущерба от водных катастроф // Журнал «Провинциальные научные записки». – Курск, 2019. – № 1 (9). – С. 114–117.	Novikov S.G., Kutsenko V.N. <i>Ispolzovaniye mobilnix gibkix zashitnix gidrotexnicheskix sooruzheniy iz kompozitnykh materialov dlya snizheniya posledstviy usherba ot vodnykh katastrof</i> [Innovative mobile flexible protective hydrotechnical structures from composite materials] // The journal "Provincialnye zapiski" № 1 (9), 2019, pp. 114–117. CHOU VO Regionalnyy otkrytyy sotsialnyy institute. Kursk. (In Russian)
10	Мелихов К. М., Пахомов А. А., Колобанова Н. А. Возможность автоматизации подачи заданного расхода воды на открытых оросительных системах. // Международный научно-исследовательский журнал [International Scientific Research Journal]. 2016. № 10(52). – С. 161–163.	Melikhov K.M., Pakhomov A.A., Kolobanova N.A. <i>Vozmozhnost' avtomatizatsii podachi zadannogo rashoda vody na otkrytykh orositel'nykh sistemakh.</i> // Mezhduнародnyy nauchno-issledovatel'skiy jurnal [International Scientific Research Journal], № 10(52), pp. 161–163. (In Russian).
11	Щедрин В.Н., Чураев А.А., Школьная В.М., Юченко Л.В. 2021. Моделирование динамического управления водораспределением на каналах открытой оросительной сети // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2015. № 4(20). С. 1–20.	Shchedrin V.N., Churaev A.A., Shkolnaya V.M., Yuchenko L.V. <i>Modelirovaniye dinamicheskogo upravleniya vodoraspredeleniyem na kanalax otkrytoy orositel'noy seti</i> [Simulation of dynamic management of water distribution at canals of open irrigation network]. // Nauchnyy Jurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii, № 4(20), pp. 1–20 (In Russian).

УДК: 531:624.042.7:626.8:699.841:627.8.042.7

УДОБСТВО ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕЧЕНИЙ УПРУГО-ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В ПЛОСКОМ КАНАЛЕ

*К.Наврзов – д.ф.-м.н., профессор, Ургенчский государственный университет,
З.Шукуров – к.ф.-м.н., (PhD) Каттакурганский филиал Самаркандского государственного университета,
Б.Ш.Юлдошев – к.т.н., доцент НИУ "Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства",
Э.Эргашева, Б.Бахтиёров – студенты СамГУ Каттакурганского филиала*

Аннотация

В данной работе рассматривается развитие аналитических методов и решение практических задач, связанных с определением нестационарного течения упруго-вязких жидкостей в плоском канале с использованием их реологических моделей. Известно, что в большинстве случаев для течения упругой вязкой жидкости используется классическая модель Максвелла в одномерном пространстве. С помощью топологической модели Шульмана-Хусида изучаются задачи, решаемые моделью Максвелла, определяющей процессы упруго-реологических вязких жидкостей. Используя модель Шульмана-Хусида для исследования поведения нестационарных течений упругих вязких жидкостей в плоском канале, мы показываем, что эта модель является общим случаем моделей Ньютона и Максвелла.

Ключевые слова: плоский канал, упруго-вязкая жидкость, стационарная жидкость, нестационарная жидкость, одномерная модель, обобщенная модель, спектр, скорость.

ЯССИ КАНАЛДА ЭЛАСТИК ЁПИШҚОҚ СУЮҚЛИКНИНГ СТАЦИОНАР БЎЛМАГАН ОҚИМЛАРИНИ ЎРГАНИШДА УМУМЛАШГАН МОДЕЛНИНГ ҚУЛАЙЛИГИ

*К.Наврзов – ф.-м.ф.д., профессор, Урганч давлат университети,
З.К.Шукуров – PhD, доцент, Самарканд давлат университети Каттакўрғон филиали,
Б.Ш.Юлдошев – PhD, доцент, "Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти" Миллий тадқиқот университети,
Э.Эргашева, Б.Бахтиёров – СамДУ Каттакўрғон филиали талабалари*

Аннотация

Ушбу мақолада биз аналитик усулларни ривожлантириш ва уларнинг реологик моделларидан фойдаланган ҳолда ясси каналдаги эластик ёпишқоқ суюқликларнинг стационар бўлмаган оқимини аниқлашда, соҳага оид амалий муаммоларни ҳал қилишни кўриб чиқамиз. Маълумки, кўпчилик ҳолларда эластик ёпишқоқ суюқлик оқими учун Максвеллнинг бир ўлчовли фазодаги классик модели қўланилиб келинган. Биз эластик реологик ёпишқоқ суюқликлар ҳаракати жараёнларини аниқловчи Максвелл модели орқали ечиладиган масалаларни Шульман-Хусиднинг топологик модели ёрдамида ўрганимиз. Шульман-Хусид моделини ясси каналдаги эластик ёпишқоқ суюқликларнинг стационар бўлмаган оқимлари ҳаракатини ўрганишда қўллаб, бу модел Ньютон ва Максвелл моделларининг умумий ҳоли эканлигини кўрсатамиз.

Таянч сўзлар: ясси канал, эластик ёпишқоқ суюқлик, стационар суюқлик, стационар бўлмаган суюқлик, бир ўлчовли модел, умумлашган модел, спектр, тезлик.

CONVENIENCE OF A GENERALIZED MODEL FOR STUDYING UNSTEADY FLOWS OF AN ELASTIC-VISCOUS FLUID IN A FLAT CHANNEL

*K.Navruzov – professor, doctor of physics and mathematics of Urgench State University,
Z.K.Shukurov – Head of the Department of Information Technologies of the Kattakurgan branch of Samarkand State University, Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
B.Sh.Yuldoshev – PhD, National Research University "TIAME",
E.Ergasheva, B.Bakhtiyorov – students of Head of the Department of Information Technologies of the Kattakurgan branch of Samarkand State University*

Abstract

This paper examines the development of analytical methods and the solution of practical problems associated with determining the unsteady flow of elastic-viscous liquids in a flat channel using their rheological models. It is known that in most cases, the classical Maxwell model in one-dimensional space is used for the flow of an elastic viscous fluid. Using the Shulman-Husid topological model, problems solved by the Maxwell model, which determines the processes of elastic-rheological viscous fluids, are studied. Using the Shulman-Husid model to study the behavior of unsteady flows of elastic viscous fluids in a flat channel, we show that this model is a general case of the Newton and Maxwell models.

Key words: Flat channel, elastic-viscous fluid, stationary fluid, non-stationary fluid, one-dimensional model, generalized model, spectrum, velocity.

Введение. Математическая модель вязкоупругих жидкостей в основном основана на учете изменений упругости жидкости и обобщается в виде модели Максвелла [1, 2, 7, 17, 18, 20]. В ней случаи релаксационного и интегрального типа определяются исходя из условий математической эквивалентности нелинейных реологических уравнений.

Течение упругой вязкой жидкости в каналах с плоским и круглым сечением исследовано в работе З.П.Шульмана, Б.М.Хусида [2].

Задачи ламинарных нестационарных и стационарных течений вязких ньютоновских жидкостей в результате изменения градиента давления во времени рассматривались в исследованиях [3, 4, 5, 8], а течения в турбулентном режиме – в работах [13, 15, 18].

Рассмотрение движения ньютоновской жидкости как многофазной среды позволяет аппроксимировать экспериментальные результаты теоретических исследований в этой области. Исследования [5, 12] представлены на основе совершенных и практических применений.

Однако, несмотря на множество исследований, проведенных при изучении поведения неньютоновских жидкостей, в настоящее время задачи с использованием модели Шульмана-Хусида недостаточно изучены и применены. В частности, детально не исследованы гидродинамические изменения, возникающие при течении вязкоупругих жидкостей, при нестационарном течении резкого увеличения градиента давления и резкого уменьшения до нуля [9, 10, 11, 14, 16, 19].

В данной работе исследуется задача о нестационарном течении вязкоупругой жидкости в плоском длинном канале с использованием модели Шульмана-Хусида.

Постановка задачи: Приведем модель Шульмана-Хусида, обобщающую реологические модели всех упруго-вязких жидкостей в виде модели Максвелла в виде топологической модели:

$$T = \sum_{k=1}^{\infty} \left(1 + \frac{\varepsilon}{2}\right)' T_k^{(1)} + \frac{\varepsilon}{2} T_k^{(2)}, \quad \overset{\nabla}{T}_k + \frac{g_k}{\lambda_k} T_k^{(1)} = 2 p_k \mathbf{D},$$

$$T_k^{(2)} + \frac{g_k}{\lambda_k} T_k^{(2)} = -2 p_k \mathbf{D}, \quad \frac{D p_k}{D t} + \frac{g_k}{\lambda_k} p_k = \frac{\eta_k}{\lambda_k^2} f_k \quad (1)$$

Здесь верхняя и нижняя конвективные производные определяются как:

$$\overset{\nabla}{T}_k^{(1)} = \frac{D T_k^{(1)}}{D t} - T_k^{(1)} \nabla V^T - \nabla V \cdot T_k^{(1)},$$

$$\overset{\Delta}{T}_k^{(2)} = \frac{D T_k^{(2)}}{D t} + T_k^{(2)} \nabla V + \nabla V^T \cdot T_k^{(2)}$$

А производная Яумана задается в таком виде:

$$\frac{D A}{D t} = \frac{\partial A}{\partial t} + V \nabla A + W A - A W$$

здесь $\nabla V = \mathbf{D} + \mathbf{W}$, $\mathbf{D} = \frac{1}{2}(\nabla V^T + \nabla V)$, $\mathbf{W} = \frac{1}{2}(\nabla V - \nabla V^T)$

существование, D – тензор скорости деформации; ∇V – градиент скорости деформации; ∇V^T – транспонированный градиент скорости деформации; вводится как параметр ε , представляющий разность ненулевых вторых нормальных напряжений, которая определяется по следующей формуле $\frac{\varepsilon}{2} = \frac{\Psi_2}{\Psi_1}$.

Здесь $\Psi_1 = (\sigma_{11} - \sigma_{22})/\gamma^2$, $\Psi_2 = (\sigma_{22} - \sigma_{33})/\gamma^2$ функции соответственно разности первого и второго, второго и третьего напряжений; p_k – параметр, который можно определить из само-

го уравнения; $T_k^{(1)}$, $T_k^{(2)}$ – тензоры деформаций, состоящие из девяти элементов для каждого; $\overset{\nabla}{T}_k$, $\overset{\Delta}{T}_k$ – тензоры напряжений, заданные в произвольно выбранной системе координат, а определенные для них производные обозначают соответственно верхнюю и нижнюю конвективные производные [18-19].

Представим модель Шульмана-Хусида в виде модифицированной модели в таком виде [10, 11]:

$$T = \sum_{k=1}^{\infty} T_k, \quad \lambda_k \frac{\partial T_k}{\partial t} + T_k = 2 \eta_k \mathbf{D},$$

$$\mathbf{D} = \frac{1}{2} \frac{\partial u}{\partial y}; \quad (2)$$

Из этой модели мы даем происхождение моделям Ньютона и Максвелла. В случае, когда коэффициент релаксации стремится к нулю, выводится ньютоновская модель:

$$T = \eta \frac{\partial u}{\partial y} \quad (3)$$

Когда число α , характеризующее распределение спектра времени релаксации, стремится к бесконечности, выводится модель Максвелла:

$$\tau + \lambda \dot{\tau} = \eta \frac{\partial u}{\partial y} \quad (4)$$

С помощью этих трех моделей мы изучаем процесс перехода упруго-вязкой жидкости из нестационарного состояния в стационарное.

Пути решения проблемы. Обозначив расстояние между плоскими стенками канала как $2h$, и предполагая, что канал достаточно длинный, выберем характерную относительную длину для течения вязкоупругой вязкой жидкости. При этом отношение ширины канала к длине вдоль продольной оси считается бесконечно малой величиной. Потому в течениях не появляются поперечные скорости, и ось x берется в горизонтальном направлении по длине русла, а ось y берется в вертикальном направлении, перпендикулярным оси x . В таких случаях движение жидкости в прямолинейных каналах с учетом ее реологических свойств выражается системой упрощенных уравнений в следующем виде:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau}{\partial y}, \quad \frac{\partial p}{\partial y} = 0, \\ \tau = \sum_{k=1}^{\infty} \tau_k, \quad \lambda_k \frac{\partial \tau_k}{\partial t} + \tau_k = \eta_k \frac{\partial u}{\partial y} \end{cases} \quad (5)$$

$$\text{здесь: } \lambda_k = \frac{\lambda}{k^\alpha}, \quad \eta_k = \frac{\eta}{\xi(\alpha)k^\alpha}$$

Начальные и граничные условия вводятся следующим образом:

$$t=0 \quad \partial_a u=0, \quad \frac{\partial p}{\partial x}=0. \quad (6)$$

$$t \geq 0 \quad \text{ва } y=0 \quad \partial_a \frac{\partial u}{\partial y}=0; \quad t \geq 0 \quad \text{ва } y=h \quad \partial_a u=0; \quad \frac{\partial p}{\partial x} \neq 0 \quad (7)$$

Учитывая начальные условия (6) и применяя замену Лапласа-Карсона,

$$\bar{u} = s \int_0^{\infty} \ell^{-s t} u dt, \quad \bar{\tau} = s \int_0^{\infty} \ell^{-s t} \tau_{21} dt \quad (8)$$

где: S – параметр подстановки, к системе линейаризованных уравнений (5).

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} &\rightarrow s\bar{u}, & \frac{\partial u}{\partial y} &\rightarrow \frac{d\bar{u}}{dy} \\ \frac{\partial \tau}{\partial t} &\rightarrow s\bar{\tau}, & \frac{\partial p}{\partial x} &\rightarrow \frac{d\bar{p}}{dx} \end{aligned}$$

В результате получаем вот такую систему уравнений

$$\begin{cases} \rho s\bar{u} = -\frac{d\bar{p}}{dx} + \frac{d}{dy}\left(\bar{\tau}\right), \\ \bar{\tau} = \sum_{k=1}^{\infty} \bar{\tau}_k, \quad s\bar{\tau}_k + \frac{1}{\lambda_k} \bar{\tau}_k = \frac{\eta_k}{\lambda_k} \frac{d\bar{u}}{dy}, \end{cases} \quad (9)$$

В этом случае граничные условия принимают следующий вид:

$$y = 0 \quad \partial a \frac{d\bar{u}}{dy} = 0; \quad y = h \quad \partial a \bar{u} = 0 \quad (10)$$

После некоторых вычислений составим это уравнение

$$\frac{d^2\bar{u}}{dy^2} - \frac{\rho s}{\eta_k(s)} \bar{u} = \frac{1}{\eta_k(s)} \frac{d\bar{p}}{dx} \quad (11)$$

С учетом сгенерированных решений определяем точное решение уравнения (11) следующим образом

$$\bar{u}(y, s) = \frac{1}{\rho s} \left(-\frac{d\bar{p}}{dx} \right) \left(1 - \frac{\cos\left(i\sqrt{\frac{\rho s}{\eta_k(s)}} y\right)}{\cos\left(i\sqrt{\frac{\rho s}{\eta_k(s)}} h\right)} \right) \quad (12)$$

Подставляя это решение в формулу оригинализации Лапласа-Карсона, мы формируем следующий интеграл:

$$u(y, t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} e^{st} \frac{1}{\rho s} \left(-\frac{d\bar{p}}{dx} \right) \left(1 - \frac{\cos\left(i\sqrt{\frac{\rho s}{\eta_k(s)}} y\right)}{\cos\left(i\sqrt{\frac{\rho s}{\eta_k(s)}} h\right)} \right) ds \quad (13)$$

После нескольких вычислений выразим решение интегрального уравнения:

$$u(y, t) = \frac{h^2}{2\eta} \left(-\frac{d\bar{p}}{dx} \right) \left[\left(1 - \frac{y^2}{h^2} \right) + 32 \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \xi(\alpha)}{(2n+1)^3 \pi^3 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(k^\alpha - 2EL\bar{s}_{k,1n})}{(k^\alpha - EL\bar{s}_{k,1n})^2}} \times \right. \\ \left. \times \cos\left(\left(\frac{2n+1}{2}\right)\pi \frac{y}{h}\right) e^{-\frac{v}{h^2} \bar{s}_{k,1n} t} + \frac{(-1)^n \xi(\alpha)}{(2n+1)^3 \pi^3 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(k^\alpha - 2EL\bar{s}_{k,2n})}{(k^\alpha - EL\bar{s}_{k,2n})^2}} \times \cos\left(\left(\frac{2n+1}{2}\right)\pi \frac{y}{h}\right) e^{-\frac{v}{h^2} \bar{s}_{k,2n} t} \right] \quad (14)$$

$$\frac{u(0, t)}{u_{0\max}} = 1 - 32 \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{\sqrt[3]{\xi^2(2)EL}}{3\sqrt[3]{(2n+1)^7 \pi^3}} (\cos A\sqrt{3}t - \sqrt{3} \sin A\sqrt{3}t) e^{-\frac{v}{h^2} At} \quad (15)$$

где: $u_{\max} = \frac{h^2}{2\eta} \left(-\frac{d\bar{p}}{dx} \right)$ - максимальная стационарная скорость
 $A = \frac{\sqrt[3]{(2n+1)^7 \pi^3}}{8\sqrt[3]{\xi^2(2)EL}}$

Найденное решение (15) представляет собой решение модели Шульмана-Хусида, и через него изучается процесс перехода вязкоупругой жидкости из нестационарного состояния в стационарное состояние в плоском канале.

В частном случае, если решение (14) имеет $\lambda_k = \frac{\lambda}{k^\alpha} = 0$, $\bar{\eta}_k = \eta$, $EL = \frac{v}{h^2} \lambda = 0$, $\eta^*_{k,1} = 1$,

то получаем следующее решение

$$u(y, t) = \frac{h^2}{2\eta} \left(-\frac{d\bar{p}}{dx} \right) \left[\left(1 - \frac{y^2}{h^2} \right) + 32 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(2n+1)^3 \pi^3} \cos\left(\left(\frac{2n+1}{2}\right)\pi \frac{y}{h}\right) e^{-\frac{v}{h^2} \bar{s}_n t} \right] \quad (16)$$

$$\frac{u(0, t)}{u_{0\max}} = 1 + 32 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(2n+1)^3 \pi^3} \cos\left(\frac{2n+1}{2} \pi \frac{y}{h}\right) e^{-\frac{v}{h^2} \bar{s}_n t} \quad (17)$$

Это найденное решение (17) представляет собой переходное состояние ньютоновской жидкости из нестационарного состояния в стационарное.

Теперь, если мы сдвинем спектр α в решении (14) к бесконечности, то мы найдем следующее решение для модели Максвелла

$$u(y, t) = \frac{h^2}{2\eta} \left(-\frac{d\bar{p}}{dx} \right) \left[\left(1 - \frac{y^2}{h^2} \right) + 32 \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{(-1)^n}{(2n+1)^3 \pi^3} \frac{(1 - 2EL\bar{s}_{1n})}{(1 - EL\bar{s}_{1n})^2} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \cos\left(\left(\frac{2n+1}{2}\right)\pi \frac{y}{h}\right) e^{-\frac{v}{h^2} \bar{s}_{1n} t} + \frac{(-1)^n}{(2n+1)^3 \pi^3} \frac{(1 - 2EL\bar{s}_{2n})}{(1 - EL\bar{s}_{2n})^2} \times \cos\left(\left(\frac{2n+1}{2}\right)\pi \frac{y}{h}\right) e^{-\frac{v}{h^2} \bar{s}_{2n} t} \right] \right] \quad (18)$$

$$\frac{u(0, t)}{u_{0\max}} = 1 + 32 \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{(-1)^n}{(2n+1)^3 \pi^3} \frac{(1 - 2EL\bar{s}_{1n})}{(1 - EL\bar{s}_{1n})^2} e^{-\frac{v}{h^2} \bar{s}_{1n} t} + \frac{(-1)^n}{(2n+1)^3 \pi^3} \frac{(1 - 2EL\bar{s}_{2n})}{(1 - EL\bar{s}_{2n})^2} e^{-\frac{v}{h^2} \bar{s}_{2n} t} \right] \quad (19)$$

Это решение (19) представляет собой процесс перехода от нестационарного течения к стационарному течению вязкоупругой жидкости через модель Максвелла.

Результаты и обсуждение. Опишем результаты численного расчета найденных решений (15), (17) и (19) на графиках ниже.

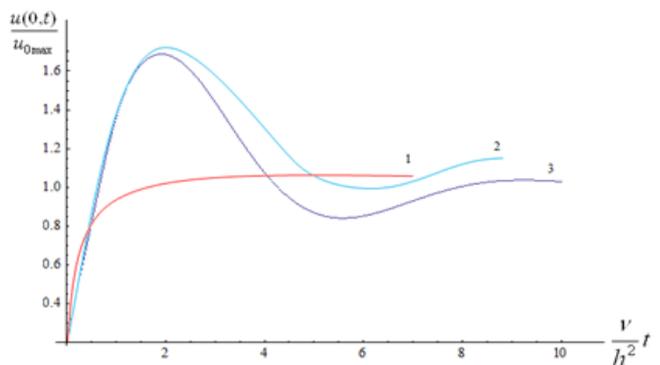


Рис. 1.: Зависимость от времени отношения максимальной продольной скорости вязкоупругой жидкости в нестационарном течении к максимальной продольной скорости в стационарном состоянии (1 – движение ньютоновской жидкости, 2 и 3 – модель Шульмана-Хусида: 2 – при $EL=2$; $\alpha=2$, $\xi(2)\approx 1.7$; 3 – когда $EL=1$; $\alpha=2$, $\xi(2)\approx 1.7$).

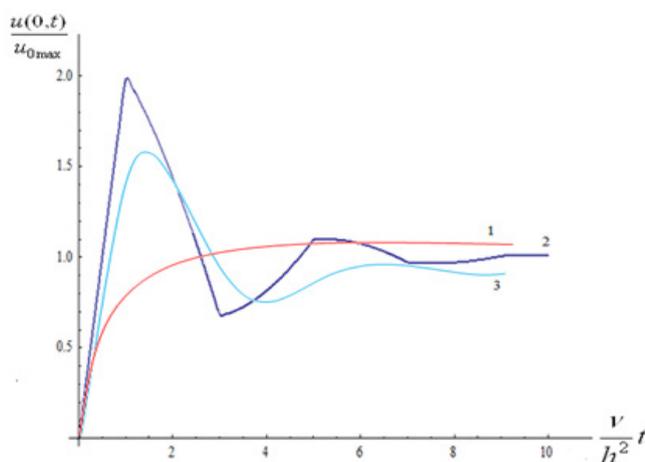


Рис. 2.: Зависимость от времени отношения максимальной скорости нестационарной вязкоупругой жидкости к максимальной скорости в стационарном состоянии 1 – Ньютоновская жидкость; 2 – при жидкость Максвелла, $EL=1$; 3 – в случае жидкости Шульмана-Хусида, когда $EL=1$, $\alpha=2$, $\zeta(2)\approx 1.7$.

Из первого и второго графиков видно, что процесс перехода вязкоупругой жидкости из нестационарного состояния в стационарное резко отличается от процесса

в ньютоновской жидкости. То есть при переходе из нестационарного состояния в стационарное максимальная относительная скорость вязкоупругой жидкости увеличивается в пределах полтора-двухкратно, максимума относительной скорости ньютоновской жидкости, в последующем колеблется вокруг одного значения процессов и приближается асимптотически.

Выводы

Движение упруго-вязких жидкостей в плоском канале исследовано на основе упрощенных математических моделей, а полученные результаты сопоставлены с законами переходных процессов в нестационарном течении ньютоновской жидкости, имеющимися в частном порядке, а также в виде в результате были выявлены новые гидродинамические эффекты, отличающиеся от него.

Из рисунка видно, что переход упруго-вязкой жидкости из нестационарного состояния в стационарное на основе моделей Максвелла и Шульмана-Хусида проявляется в волновой форме, в отличие от ньютоновской жидкости. Замечено, что время прохождения в жидкости Максвелла в несколько раз превышает время прохождения в ньютоновской жидкости и жидкости Шульмана-Хусида. Причиной этого является увеличение числа, характеризующего спектр распределения коэффициента упругости и времени релаксации, что приводит к увеличению амплитуды колебаний тока.

№	Литература	References
1	Астарита Дж., Марруччи Дж. Основы гидромеханики неньютоновских жидкостей – М.: Мир, 1978. – 309 с.	Astarita J., Marrucci J. <i>Osnovi gidromexaniki nenyutonovskix jidkostey</i> [Fundamentals of hydromechanics of non-Newtonian fluids]- M.: Mir, 1978. - 309 p. (in Russian)
2	Шульман З.П., Хусид Б.М. Нестационарные процессы конвективного переноса в наследственных средах. – Минск, 1983. – 256 с.	Shulman Z.P., Khusid B.M. <i>Nestatsionarnie protsessi konvektivnogo perenosa v nasledstvennix sredax.</i> – [Non-stationary processes of convective transport in hereditary media]Minsk, 1983. – 256 p. (in Russian)
3	Колосов Б.В. О механизме неньютоновского поведения жидкости // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2015, №1. http://ogbus.ru . – С. 56-61.	Kolosov B.V. <i>O mexanizme nenyutonovskogo povedeniya jidkosti</i> // [On the mechanism of non-Newtonian behavior of liquids]Electronic scientific journal "Oil and Gas Business". 2015, no. 1. http://ogbus.ru . – P. 56-61. (in Russian)
4	Матвиенко В.Н., Кирсанов Е.А. Структурное обоснование неньютоновского течения // Вестник Московского государственного университета им. Ломоносова сер.2. Химия, 2017. Т. 58, №2. – С. 105-113.	Matvienko V.N., Kirsanov E.A. <i>Strukturnoye obosnovaniye nenyutonovskogo techeniya</i> // [Structural justification of non-Newtonian flow]Bulletin of Moscow State University. Lomonosov series 2. Chemistry, 2017. T. 58, No. 2. – pp. 105-113. (in Russian)
5	Нигматулин Р.И. Основы механики гетерогенных сред. – М.: Наука, 1978. – 336 с.	Nigmatulin R.I. <i>Osnovi mexaniki geterogennix sred</i> – [Fundamentals of mechanics of heterogeneous media]M.: Nauka, 1978. – 336 p. (in Russian)
6	Валуева Е.П., Пурдин М.С. Пульсирующее ламинарное течение в прямоугольном канале // Теплофизика и аэродинамика, 2015, том 22, №6. – С. 761-773.	Valueva E.P., Purdin M.S. <i>Pulsiruyushey laminarnoye techeniye v pryamougolnom kanale</i> // [Pulsating laminar flow in a rectangular channel]Thermophysics and Aerodynamics, 2015, volume 22, no. 6. – pp. 761-773. (in Russian)
7	Трудделл К. Первоначальный курс рациональной механики сплошных сред. – М.: Мир, 1975. – 592 с.	Truesdell K. <i>Pervonachalniy kurs ratsionalnoy mexaniki sploshnix sred</i> –[Initial course on rational continuum mechanics.] M.: Mir, 1975. – 592 p. (in Russian)
8	Мишин Н.В. Разработка и исследование автономного электропривода с низкой чувствительностью к параметрическим изменениям. Дисс. к.т.н. – Ульяновск, 2016. – 123 с.	Mishin N.V. <i>Razrabotka i issledovaniye avtonomnogo elektroprivoda s nizkoy chuvstvitel'nost'yu k parametricheskim izmeneniyam.</i> [Development and research of an autonomous electric drive with low sensitivity to parametric changes]Diss. Ph.D. –Ulyanovsk, 2016.- C 123. (in Russian)

9	Storehouse J.M. Studies of the distribution of ultra low volume spray applied within a crop canopy / J.M. Stonehouse // J. agr. engg Res. 1993. – Vol.54. -№3.-p.201-210.	Storehouse J.M. Studies of the distribution of ultra low volume spray applied within a crop canopy / J.M. Stonehouse // J. agr. engg Res. 1993. – Vol.54. -№3.-p.201-210 (in English)
10	Navruzov K., Shukurov Z. K., Begjanov A. Sh. Method for determining hydraulic resistance during fluid flow in pipes // Electronic journal of actual problems of modern science, education and training 2019-II Issn 2181-9750. UDC: P. 532-542.	Navruzov K., Shukurov Z. K., Begjanov A. Sh. Method for determining hydraulic resistance during fluid flow in pipes // Electronic journal of actual problems of modern science, education and training 2019-II Issn 2181-9750. UDC: P. 532-542.
11	Navruzov K., Turayev M., Shukurov Z. Pulsating flows of viscous fluid in flat channel E3S Web of Conferences 401, 02010 (2023) CONMECHYDRO - 2023 https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340102010	Navruzov K., Turayev M., Shukurov Z. Pulsating flows of viscous fluid in flat channel E3S Web of Conferences 401, 02010 (2023) CONMECHYDRO - 2023 https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340102010
12	Z K Shukurov, B Sh Yuldoshev, and A Begjanov. Investigation of hydraulic resistance of pulsating flows of viscous fluid in elastic pipe. E3S Web of Conferences 365, 03026 (2023). – pp. 1-11.	Z K Shukurov, B Sh Yuldoshev, and A Begjanov. Investigation of hydraulic resistance of pulsating flows of viscous fluid in elastic pipe. E3S Web of Conferences 365, 03026 (2023). – pp. 1-11.
13	Литвинов В.Г. Движение нелинейновязкой жидкости. – М.: Наука, 1982. – 374 с.	Litvinov V.G. <i>Dvijeniye nelineynovязкой jidkosti</i> – [Movement of nonlinear viscous fluid.]M.: Nauka, 1982. – 374 p. (in Russian)
14	Наврузов К., Ражабов С.Х., Шукуров З.К. Импедансный метод определения гидравлического сопротивления в крупных артериальных сосудах с проницаемыми стенками // Узб. журн. «Проблемы механики». –2017, №3-4. –С. 28-32.	Navruzov K., Razhabov S.Kh., Shukurov Z.K. <i>Impedansniy metod opredeleniya gidravlicheskogo soprotivleniya v krupnix arterialnix sosudax s pronitsayemimi stenkami</i> // [Impedance method for determining hydraulic resistance in large arterial vessels with permeable walls] Uz. magazine "Problems of mechanics". –2017, No. 3-4. -WITH. 28-32. (in Russian)
15	Огибалов П.М., Мирзаджанзаде А.Х. Нестационарные движения вязко пластичных сред. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 373 с.	Ogibalov P.M., Mirzajanzade A.Kh. <i>Nestatsionarnie dvijeniya вязко plastichnix sred.</i> – [Unsteady motions of visco-plastic media.]M.: Moscow State University Publishing House, 1977. – 373 p. (in Russian)
16	Шукуров З. К. Нестационарное течение вязкоупругой жидкости в плоском канале при наличии перепада давления. Publishing House "Education and Science". Praha, Czech Republic 2021. P. 29-31.	Shukurov Z. K. <i>Nestatsionarnoye techeniye вязкоупругой jidkosti v ploskom kanale pri nalichii perepada davleniya.</i> [Unsteady flow of a viscoelastic fluid in a flat channel in the presence of a pressure drop.] Publishing House "Education and Science". Praha, Czech Republic 2021. pp. 29-31. (in Russian)
17	AkilovZh.A., Dzhabbarov M.S. and Khuzhayorov B.Kh. Tangential Shear Stress under the Periodic Flow of a Viscoelastic Fluid in a Cylindrical Tube// SSN 0015-4628, Fluid Dynamics, 2021, Vol. 56, №2. P. 189-199.	AkilovZh.A., Dzhabbarov M.S. and Khuzhayorov B.Kh. Tangential Shear Stress under the Periodic Flow of a Viscoelastic Fluid in a Cylindrical Tube// SSN 0015-4628, Fluid Dynamics, 2021, Vol. 56, №2. P. 189-199.
18	Chhabra R.P., Non-Newtonion Fluids: An Introduction (SERC Scyool-Cum-Symposium on Rheology of Complex Fluids) 2010. P 33.	Chhabra R.P., Non-Newtonion Fluids: An Introduction (SERC Scyool-Cum-Symposium on Rheology of Complex Fluids) 2010. P 33.
19	A Begjanov, Z K Shukurov, B Sh Yuldoshev, and. Pulsating flow of stationary elastic-viscous fluids in a flat-wall channel 26-й Международной конференции Construction The Formation Of Living Environment (FORM-2023) E3S Web of Conferences 401, 01030 (2023) CONMECHYDRO - 2023 https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340101030	A Begjanov, Z K Shukurov, B Sh Yuldoshev, and. Pulsating flow of stationary elastic-viscous fluids in a flat-wall channel 26-й Международной конференции Construction The Formation Of Living Environment (FORM-2023) E3S Web of Conferences 401, 01030 (2023) CONMECHYDRO - 2023 https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340101030
20	Yan B.H., Yang Y.H. Forced convection with laminar pulsating flow in a tube // J. Heat Mass Transfer. 2011. Vol. 47. P. 197-202.	Yan B.H., Yang Y.H. Forced convection with laminar pulsating flow in a tube // J. Heat Mass Transfer. 2011. Vol. 47. P. 197-202.

УЎТ: 631.3:627.747(575.1)

СУҒОРИЛАДИГАН ЕРЛАРДАГИ МАДАНИЙ ТЕХНИК ИШЛАРНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУАММОЛАРИ

*А.Р.Муратов – т.ф.н. доцент, Ф.А.Бекчанов – PhD, доцент,
“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети*

Аннотация

Мақолада кўпгина Европа ва Америка қитъалари давларида қўлланиладиган технологиялар ва техник воситалар ютуқ ва камчиликлари солиштирилиб, Наманган вилояти Чуст ва Косонсой туманлари суғориладиган ерларидаги тош босишдан деградацияга учраш ҳолатлари, дала изланишлари ўтказиш орқали ўрганилиб, натижалар келтирилган. Мақолада Ўзбекистон вилоятлари ва туманларида суғориладиган ва лалми ерларни деградацияга учраш кўламлари, юзага келган салбий ҳолатнинг келажакда озик-овқат мустақиллигига, деҳқончилик самарадорлигига таъсири, кластерлар ва фермерлар томонидан ерларга механизациялашган усулда ишлов беришдаги қийинчиликлари қиёсий таҳлили келтирилган.

Калит сўзлар: тошлардан тозалаш янги технологияси, ерларни ҳайдаш чуқурлиги, гранулометриқ таркиб, тош ўр-тача диаметри, суғориладиган ерлар, ирригация ва шамол эрозияси, ерларни тош босишдан деградацияланиши.

ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ КУЛЬТУРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

*А.Р.Муратов – к.т.н., доцент, Ф.А.Бекчанов – PhD, доцент,
«Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» Национальный исследовательский университет*

Аннотация

В статье сравниваются достижения и недостатки технологий и технических средств, применяемых на многих европейских и американских континентах, случаи дробления и деградации камней на орошаемых землях Чустского и Косонсойского районов Наманганской области, а также представлены результаты проведения полевые исследования. В статье представлен сравнительный анализ степени деградации орошаемых и богарных земель в областях и районах Узбекистана, сложившейся негативной ситуации, будущей продовольственной независимости, эффективности земледелия, а также трудностей механизированной обработки земель кластеры и фермеры.

Ключевые слова: новая технология удаления камней, глубина вспашки, гранулометрический состав, средний диаметр камня, орошаемые земли, ирригационная и ветровая эрозия, деградация земель вследствие дробления камней.

PROBLEMS OF MECHANISING CULTURAL TECHNICAL WORKS IN IRRIGATED LANDS

*A.R.Muratov – PhD, associate professor, F.A.Bekchanov – PhD, associate professor
“Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers”*

Annotation

The article compares the achievements and shortcomings of the technologies and technical tools used in many European and American continents, the cases of stone crushing and degradation in the irrigated lands of Chust and Kosonsoy districts of Namangan region, and the results are presented by conducting field research. The article presents a comparative analysis of the extent of degradation of irrigated and dry lands in the regions and districts of Uzbekistan, the negative situation that has arisen, the future food independence, the efficiency of farming, and the difficulties of mechanized cultivation of land by clusters and farmers.

Key words: new stone removal technology, plowing depth, granulometric content, average stone diameter, irrigated land, irrigation and wind erosion, land degradation due to stone crushing.



Кириш. Ўзбекистонда суғориладиган ерлар деградациясига қарши курашиш ва унинг салбий оқибатларини юмшатиш, худудларда чўлланиш ва курғоқчиликнинг олдини олиш, биохилма-хилликни асраб қолиш, тупроқ унумдорлигини сақлаш ва ошириш, деградацияга учраган ерларни қайта тиклаш, ушбу йўналишдаги илғор илмий ишланмалар ва инновациялардан кенг фойдаланиш асосида минтақаларни барқарор ривожлантиришга эришиш энг муҳим масалалар сифатида Қишлоқ хўжалиги вазирлиги

зиммасига юклатилди [1].

Суғориладиган ерлар миқдори Ўзбекистонда чегараланган, уни инсонлар хоҳишига қараб тезда кўпайтириш имконияти йўқлигидан кейинги йилларда кузатилган сув танқислиги, ерларнинг мелиоратив ҳолатининг ёмонлиги ва бошқа ташкилий чоратadbирлар ўз вақтида кўрилмаганлиги боис 560 минг гектар суғориладиган ер майдонининг сув таъминоти даражаси пастлигича қолмоқда, жами 298,5 минг гектар суғориладиган ер майдони эса фойдаланишдан чиқиб

кетган. Суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш ва барқарорлигини таъминлаш, ерларнинг унумдорлигини оширишга кўмаклашиш, тупроқнинг шўрланиш даражасини пасайтириш ва олдини олиш бўйича самарали технологияларни қўллаш Ўзбекистон Республикаси сув ҳўжалигини ривожлантиришнинг 2020–2030 йилларга мўлжалланган концепциясининг асосий устувор йўналишлар ҳисобланади. [2].

Ер халқ ҳўжалигининг кўпгина соҳалари учун ишлаб чиқариш воситаси саналади. Ўзбекистонда сув ва ер ресурсларидан самарали ҳамда комплекс фойдаланиш, қишлоқ ҳўжалигида энергия, меҳнат ва материаллар сарфини камайтиришга йўналтирилган чора-тадбирлар, ислохотлар амалга оширилмоқда.

Мамлакатимизда қишлоқ ҳўжалигини ривожлантиришга хизмат қиладиган ҳамда сув ва ер ресурсларидан самарали фойдаланишда қўл келадиган янги технологиялар, техник воситаларни яратиш долзарб саналади. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 10 июлдаги фармони билан тасдиқланган “Ўзбекистон Республикаси сув ҳўжалигини ривожлантиришнинг 2020–2030 йилларга мўлжалланган концепцияси”, 2020 йил 7 сентябрдаги “Ер ҳисоби ва давлат кадастрларини юритиш тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Фармони, 2019 йил 24 октябрдаги «Ўзбекистон Республикаси қишлоқ ҳўжалигини ривожлантиришнинг 2020–2030 йилларга мўлжалланган стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида»ги, 2019 йил 31 июлдаги «Қишлоқ ҳўжалиги машинасозлигини жадал ривожлантириш, аграр секторни қишлоқ ҳўжалиги техникалари билан таъминлашни давлат томонидан қўллаб-қувватлашга оид чора-тадбирлар тўғрисида»ги, 2021 йил 23 ноябрдаги «Мева-сабзавотчилик ва узумчиликда оилавий тадбиркорликни ривожлантириш, қишлоқ ҳўжалиги ишлаб чиқаришида деҳқон ҳўжаликларининг улушини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари бунга мисол бўлади.

Тадқиқотнинг мақсади. Ўзбекистондаги қишлоқ ҳўжалигига яроқли 15610087 гектар ўрта ва 500226 гектар кучли, 89080 гектар ўта кучли тошлоқ ва суғориладиган 201045 гектар ерларни тошлардан, илдишлардан тозалаш ишларни бажариш технологиясини ҳамда технологияни амалга ошириш техник воситасига техник талаблар ишлаб чиқишдир.

Фарғона вилояти (3584 га)нинг Риштон, Сўх, Ўзбекистон, Қува, Фарғона туманлари, Андижон вилояти (4240 га)нинг Булоқбоши, Андижон, Пахтабод туманлари, Бухоро вилояти (312 га)нинг Қоровулбозор, Ғиждувон туманлари, Жиззах вилояти (122906 га)нинг Фориш тумани, Қашқадарё вилояти (73075 га)нинг Муборак, Ғузор, Китоб, Шахрисабз, Чироқчи туманлари, Навоий вилояти (450 га)нинг Нурота, Қизилтепа туманлари, Наманган вилояти (69979 га)нинг Янгиқўрғон, Поп, Чуст туманлари, Самарқанд вилояти (92740 га)нинг Қўшрабат, Булунгур, Нарпай, Пахтачи туманлари, Сурхондарё вилояти (124324 га)нинг Бойсун, Сарисоё, Кизирик, Шеробод туманлари, Тошкент вилояти (9066 га)нинг Бўстонлик, Бекобод, Қуйи Чирчиқ, Тошкент, Юқори Чирчиқ, Оҳангарон ва Зангиота туманлари, Хоразм вилоятининг Хазорасп ва Тупроққалъа туманларидаги кластерлар ва фермерлар ҳўжаликларининг тошлоқ ва бегона ўтлар билан кучли зарарланган 201045 гектар суғориладиган, қишлоқ ҳўжалик фойдаланишидан

чиқарилган ерлар мавжуд. Шунингдек 5,0 млн. гектардан кўпроқ адирлик, қишлоқ ҳўжалигига ёроқли лалми (келажакда томчилатиб, ёмғирлатиб суғориш мумкин) ерлар бор [5].

Деградацияга учраган майдонларни қисқартириш, ўзлаштириш, келажакда тошлоқ ерлар салмоғини камайтириш вазифаларини бажариш учун Ўзбекистонда камида 2500 донагача тиркама тош териш, лазерли текислагич машиналарига эҳтиёж мавжуд.

Бугунги кунда экин майдонларини тошлардан тозалаш технологиялари АҚШ Виндроуэр F-20, Гленмак фирмаси (АҚШ), “Дагелман”, “Рокк-о-матик” “Rite way” (Канада), Кирпи фирмасининг AN-28 (Франция), Schulte фирмасининг Steer-8400 (Канада), Квернеланд (Норвегия) малакатларида кенг қўлланилади. “ТИҚХММИ” МТУ олимлари томонидан таклиф қилинаётган инновацион тош териш технологияси жорий қилиш МДХ ва Россия давлатларида ишлаб чиқараётган тош териш технологияларидан камида 2 марта арзон ва техник-технологик параметрлари камида 1,5 баробар юқори бўлишига эришилади.

Дала шароитида синаш ҳамда кейинчалик жорий қилиш мақсадларида Ўзбекистонга Арманистонда ишлаб чиқарилган КУМ-1,2 маркали, қамраш эни 1,2 м, тошни қазиб олиш чуқурлиги 15 см. гача бўлган 100 тача тош териш машиналарига асосланган технология олиб келинган. Лекин Ўзбекистон шароити учун 35–40 см чуқурликка ҳайдаладиган қатламни тошлардан тозалаш технология талабларига жавоб бермаганлигидан, ўзини оқламаган.

Республикамизда ерларнинг ҳайдаладиган қатламидан тошлар, кўп йиллик ўтлар томирларини териб оладиган техник воситаси ишлаб чиқарилмайди. Классик бўйича биз таклиф қилаётган технология ва механизация воситаси Темирлан-1800 машинасига асосланган технологияга мос (масалан: Темирлан 1800 маркали (Degelman Signature 7200-аналоги) Россияда ишлаб чиқарилган тиркама машина нархи 1800000 рублдан бошланади. Лекин ушбу машиналар суғориладиган ерларда қўллашга мос эмас. Тамерлан-1800 машинасида ҳайдаладиган қатламни экин экишга тайёр қилиш функцияси йўқ ҳисоби, шунинг учун қўлланилганда ерга ишлов бериш харажатларини камида 2,5–3 баробарга ошишига олиб келади. Бу машинани сотиб олиш мақсадга мувофиқ эмас деб ҳисобланади.

Қишлоқ ҳўжалик ерлари ҳайдаладиган қатламни тошлардан тозалаш мавжуд технологиялари ва техник воситалари тизимини ўрганиш ва таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, техник иқтисодий жиҳатдан асосланган, рақобатбардош технологиялар Ўзбекистонда яратилмас экан ёки чет элдан сотиб олинмаса муаммони ечиш долзарблиги сусаймайди.

Шунинг учун кластерлар, фермер ҳўжалик ерлари ҳайдаладиган қатламидан тошларни териб олиш янги технологиялари ва техник воситаларини, энергия ва материал талаблик бўйича баҳолаш (солиштириш) услубини яратиш бўйича, технологик режимлари мақбул кўрсаткичларини таъминлашга хизмат қиладиган, янги технологик схемаларини ва конструктив параметрларини техник-иқтисодий солиштириш ва асослаш бўйича илмий тадқиқотлар “ТИҚХММИ” МТУ ва ИСМИТИда амалга оширилиб келинмоқда.

Қўлланилган материаллар ва тадқиқот усуллари. Тошли ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш

технологияси мақбул параметрларини асослаш мисолида комплекс мелиорацияни амалда бажариш ва шўрланган ерларни мелиоратив ҳолатини яхшилаш анъанавий агротехник усуллари, ташкилий-техник тадбирлари ва мелиоратив ишларни механизациялаш методлари йиғиндисини ифодаловчи блок модели кўринишида, параметрларнинг якуний натижага таъсири бўйича сараланган мажмуини ҳисобга олиб, куйидаги функция кўринишида ифодалаш мумкин:

$$M_{\text{ком}} = f(M \cdot I_{\text{дек}} \cdot D_{\text{и}} \cdot T_0 \cdot H_{\text{ер.ост.}} \cdot M_{\text{туз}} \cdot T_{\text{тош}} \cdot \dot{Y}_{\text{томир}} \cdot A_{\text{тех}}) \quad (1)$$

бу ерда: M – маҳаллий шароитлар ер майдонининг нишаблиги, тупроқ зичлиги, шўр ювиш, суғориш техникаси тури, тупроқ тури ва ҳ.к; $I_{\text{дек}}$ – деҳқончилик ишлари интенсивлиги; T_0 – ҳаво ҳарорати; $D_{\text{и}}$ – деҳқончилик ишлари давомийлиги – алмашлаб экиш даврийлиги, муддатлари, $H_{\text{ер.ост.}}$ – грунт сувлари жойлашган чуқурлик; $M_{\text{туз}}$ – тупроқ шўрланиш даражаси; $T_{\text{тош}}$ – ҳайдаладиган қатламда тошнинг 1 м^2 юзага тўғри келадиган солиштирма ҳажми, фракцион таркиби; $\dot{Y}_{\text{томир}}$ – ҳайдаладиган қатлам грунтининг дағал пояли ўсимликлари томирлари билан ифлосланиш солиштирма кўрсаткичи; $A_{\text{тех}}$ – қўлланиладиган агротехник тадбирлар характерли параметрлари – ҳайдаш чуқурлиги, қатор ораларига ишлов бериш сони, кимё, минерал ўғитларни экинга бериш усуллари ва техникаси.

Тупроқ, агротехника ва иқлим шароитлари маълум бўлган далаларни тошлардан тозалаш, аниқ шароитга мослаштирилган моделини шакллантириш, реал шароит учун танланган агротехник усуллар, муайян дала учун танланган ташкилий-техник тадбирлардан ташқари бўлганларини, лекин умумий кўринишда ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш тадбирлари модели (1) таркибига киритилганларини кейинчалик ортиқча бўғимлар сифатида чиқариб ташлаш ва белгиланган давомийлик ёки потенциал давомийликкача моделни қисқартириш йўли билан амалга оширилади. Бунда, номаълум сабабларга кўра тадбирлари модели (1) таркибига киритилмаганлари аниқланса, моделни такомиллаштириш жараёнида қўшиб қўйилади.

Реал шароитлари параметрлари маълум бўлган суғориладиган майдонларни тошлардан тозалаш сараланган мажмуини ҳосил қилиш учун тадқиқот объекти шароитлари таҳлил қилинади, натижада суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш мақсадида тошлардан тозалаш технологиясига талаблар тузилмасини аниқловчи омилар намоён бўлди:

X – худудий табиий омил: кўпгина иқлимий, гидрогеологик ва деҳқончилик ишлаб чиқариш шароитлари;

$$X = f(M \cdot I_{\text{дек}} \cdot D_{\text{и}} \cdot T_0 \cdot H_{\text{ер.ост.}}) \quad (2)$$

Э – атроф-муҳит муҳофазаси талабига риоя этиш омили: ишлов берилаётган материаллар ва муҳитнинг, тупроқ-грунт зичлигининг, тошлилиги, тошларнинг фракцион таркиби ва улар жинсларининг кўплиги;

$$\text{Э} = f(M_{\text{туз}} \cdot T_{\text{тош}} \cdot \dot{Y}_{\text{томир}}) \quad (3)$$

C – функционал вазифаси: бажариладиган операциялар кўплиги.

$$C = f(A_{\text{тех}})$$

Сараланган мажмуида тадқиқот қилинаётган технологиялар ўрнини (танланган дала учун муҳимлигини) ва унинг алоҳида гуруҳли белгиларини аниқлаш, ишларни ташкил этиш ва илдиз тарқалган қатлам чуқурлигида операцияларни бажариш, тош териш жараёнига қўйилган талаблардан келиб чиқиб бажарилади. Барча турдаги ишларни тўлиқ механизациялашни таъминлаш, тупроқнинг кўтариш қобилиятига ишчи жиҳозлар ва машиналар юриш тизимининг солиштирма босимини мос қилиб танлаш йўли билан амалга оширилади.

Якуний маҳсулот кўрсаткичлари (янги агроландшафт, мелиорацияланган, алмашлаб экиладиган майдонлардаги ҳосилдорлик) механизациялашган усулда ўтказилган барча турдаги мелиоратив тадбирлар ва уларнинг босқичларидаги ишларни бажаришга тизимли ёндошув натижасида эришилиши мумкин бўлади.

Бизнинг ҳолатда тизимли ёндошувга, технологик жараёнлар, техник воситаларга эксплуатация хизматини кўрсатиш бўйича тайёргарлик, асосий мелиоратив ишлар ва ёрдамчи ишларни ташкил этиш усуллари ва схемалари, шунингдек, ерларни мелиоратив ҳолатини яхшилаш ва ерларни қишлоқ хўжалик ишлаб чиқариш оборотига киритиш бўйича, ҳар босқичдаги тадбирлари узлуксизлиги шартидан келиб чиқиб, кўзланган натижаларга эришилади.

Амалий илмий изланишларимиз учун тажриба дала-си сифатида Чуст туманидаги 3639 гектар ва Косонсой тумандаги 1800 гектар тош босган, суғориладиган ерлардан “Қудрат Колонов” фермер хўжалигига тегишли 7 гектарлик ҳамда Косонсой туманидаги “Олимхон Обод чорваси” фермер хўжалигига тегишли 11 гектарлик далалар танлаб олинди (1 ва 2-расмлар).

Дала изланишларини бажаришда дала майдони дигналли бўйича ўлчамлари $100 \times 100 \times 40$ см (эни, узунли ва чуқурлиги) бўлган 4 дона шурфлар қазилди. Қазиб олинган тупроқ аниқлиги ± 10 грам бўлган электрон тарозида тортилди.

Ҳар бир дона шурфлардан қазиб олинган $0,16 \text{ м}^3$ ҳажмдаги тупроқ массаси ячейкалари ўлчамлари 3; 5 ва 10 см бўлган элақларда, олдин кичик диаметрдан катта диаметрга қараб эланди ва ҳар бир фракциядаги тупроқ уюми массаси электрон тарозида тортилди. Ўлчамлари 10 см. дан катта бўлган ўртacha ва йирик тошлар ўлчамлари метал линейкада (штангенциркулда) ўлчаниб, массаси тарозида тортиб, алоҳида ҳисобга олинди.

Тошли ерлар мелиоратив ҳолатини яхшилаш ишла-



1-расм. Чуст туманидаги “Қудрат Колонов” фермер хўжалигига тегишли 7 гектарлик тош босишдан деградацияга учрётган дала кўриниши



2-расм. Косонсой туманидаги “Олимхон Обод чорваси” фермер хўжалигига тегишли 11 гектарлик тош босишдан деградацияга учраган дала кўриниши

рини (жараёнларини) механизациялашнинг номунавий тармоқли (сетевой) модели кейинчалик маҳаллий шароитлар талабларидан келиб чиқиб, ортиқча боғламларни чиқариб ташлаш ва белгиланган давомийлик ёки потенциал давомийликкача моделни қисқартириш йўли билан текширилади.

Таклиф этилаётган тармоқли модель умумий кўринишда 12 та йирик ишлар блокидан ($I_1 \dots I_{12}$) ташкил топиб, уларнинг таркибига ўсимликларни етиштириш бўйича аниқ тадбирларни, зарур инфратузилмани яратган ҳолда тошли ерлар мелиорацияси ва улар ҳолатини яхшилашни тавсифловчи қатор блок ости тадбирлар (ишлар) киради.

Тошли ерларда ишларни механизациялашнинг тармоқли модели қуйидагилардан ташкил топади: I_1 – тошга таъсир этган ҳолда (плуглаш, чизеллаш ва ҳ.к.) тупроққа ишлов берувчи қишлоқ хўжалик блоки, I_2 – агромелиоратив жараёнлар блоки, I_3 – гидротехник жараёнлар блоки, I_4 – муҳандислик биологик мелиорация блоки, I_5 – муҳандислик-техник жараёнлари блоки, I_6 – ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш тайёргарлик-технологик жараёнлари блоки, I_7 – ҳайдаладиган қатламдан тошларни тозалаш блоки, I_8 – териб олинган тошларни дала чегарасидан ташиб кетиш жараёнлари блоки, I_9 – ҳудудни мелиоратив ўзлаштириш (ирригация ва мелиорация тизимларига хизмат кўрсатиш) блоки, I_{10} – экинларни суғориш ва йиғиштириш жараёнлари блоки, I_{11} – омборгача ташиш ва сақлаш жараёнлари блоки, I_{12} – назорат-ташхис жараёнлари блоки.

Ишларнинг тармоқли модели ерларнинг мелиоратив ҳолатини комплекс яхшилаш (тошдан, томирдан тозалаш, ер ости суви сатҳини пасайтириш, тупроқ шўрланганлигини камайтириш ва ҳ.к.) тузилмаларининг мезонлари ва таснифларида қабул қилинган ва (1) ифода орқали келтирилган бош мажмуи, тошли ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш бўйича сараланган тадбирлар мажмуи учун асос сифатида қобул қилинади.

Юқоридагилар билан бир қаторда, тадқиқот объектнинг блокли модели, умумлаштирилган тармоқ модели (УТМ)ни яратиш тамойилида шакллантирилади, бу ўз навбатида, тошли ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш мослаштирилган моделни қуриш ва мавжуд намунавий УТМни қўллаш имкониятини яратади ҳамда ҳисоб-китобларни бажариш вақтини қисқартириш имконини беради.

Тармоқли моделни қуришда, моделлаштириш объектлари сифатида, суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш ишлари комплекси (гидромелиоратив иншоотлар қурилиши бўйича, ерлар мелиорациялаш турларини қўллаш бўйича, дала майдонлари мелиоратив ҳолатини яхшилаш, лазерли текислаш ва керакли инфратузилмани барпо этиш) олинади.

Мелиоратив ҳолати яхшиланадиган ер майдони шароитини тўғри тавсифлаш ва ишларни механизациялаш техник воситалари, операциялари ҳамда технологияларини қўллаш мақбул вариантларини танлашда (машиналар ва технологиялар параметрларини ишларни комплекс механизациялаш мезонлари асосда танлаш) бошланғич маълумотлар базасида, тажриба қийматларида, улар ўртачасидан кескин фарқланадиган қийматлар мавжудлиги ҳисобга олинади ва тасодифий катталиклар экстеримал қийматларининг тақсимланишини кўринишда ифодаланади:

Максимал қийматлар учун

$$f(x) = \delta^{-1} \exp[-(x - \mu)\delta^{-1} - \exp\{-(x - \mu)\delta^{-1}\}] \quad (4)$$

Минимал қийматлар учун

$$f(x) = \delta^{-1} \exp[(x - \mu)\delta^{-1} - \exp\{-(x - \mu)\delta^{-1}\}] \quad (5)$$

бу ерда: $f(x)$ – мос равишда тасодифий катталикнинг математик кутулиши ва ўртача квадратик оғиши.

Тошли ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш технологияси блокли моделида тизимлилик, операциялар кетма-кетлиги иерархик тузилмаси кўринишида ифодаланади.

Ишлаб чиқилаётган янги технологияни жорий этишнинг мақсадга мувофиқлиги унинг иқтисодий самарадорлиги билан белгиланади.

Бу кўрсаткич янги конструкциядаги машиналар ва технологияларни яратишда асосийлардан бири бўлиб ҳисобланади. Янги технологиянинг энг яхши тежамли вариант, бошқа вариантлар билан таққослаганда энг катта иқтисодий самарадорликни таъминлайдигани ҳисобланади.

Суғориладиган ерлар мелиоратив ҳолатини, ундаги тошларни териб яхшилаш, бир нечта технологияларидан мақбул вариантини аниқлаш учун мезон сифатида капитал қўйилмаларнинг иқтисодий самарадорлик кўрсаткичини – минимум харажатни олиш тавсия этилади (4):

$$C + E \cdot K \leq \text{minimum} \quad (6)$$

C – муайян база технологик вариантида ишларни бажариш таннари;

E – капитал қўйилмалар самарадорлигининг норматив коэффициенти;

K – база технологик вариантнинг капитал қўйилмалари.

Технологияларни таққослаш биринчи босқичида минимум бўйича келтирилган харажатлар орқали мақбул технологик вариант аниқлангандан кейин, база (асос) сифатида қобул қилинади ва янги технологик вариант билан таққосланади. Агарда янги технологик вариантнинг келтирилган харажатлари олдинги яхши маълум вариантдан кам бўлса, у ҳолда пул маблағлари тежалган бўлади. Янги вариантни ишлатишда чекка қийматлар ушбу харажатлар ўртасидаги қийматни ташкил этади.

$$\Delta=(C_1+EK_1)-(C_2+EK_2) \quad (7)$$

бу ерда: (C_1+EK_1) – мақбул база технологик вариантнинг келтирилган харажатлари;

(C_2+EK_2) – тавсия этилаётган технологиянинг келтирилган харажатлари.

Суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш мақсадида тошлардан тозалаш янги технологиясини қўллаб йиғиб олинган тошларни олдин дала бошида ташкил қилинадиган вақтинчалиқ жойлаштириш майдончаларига йиғилади, кейинчалик ишларни бажариш лойиҳасида келтирилган масофага сув хўжалиги ташкилотлари қаромоғидаги йўлларни таъмирлаш учун, чақиқтош кўринишида қайта ишлаш қархоналарига етказиб бериш учун ёки фермер хўжалиги ишлаб чиқариш мақсадлари учун ташиб кетилади.

Бунда тошлар ҳажмлари назарий йўл билан қуйидаги фойдадан фойдаланиб ҳисобланди:

$$V_{\text{тош}}=0,52 \cdot D_{\text{ўр}}^3$$

Бу ерда, $D_{\text{ўр}} = \frac{A+B+C}{3}$ учта бир-бирларига перпендикуляр бўлган диаметрлар йиғиндисининг учдан бир қисми, м;

Тошлар массасини ҳисоблашда тошларнинг ўртача зичлиги $\gamma_{\text{ўр}} = 2,55 \text{ т/м}^3$, ҳақиқий зичлиги эса $2,70 \text{ т/м}^3$ қилиб олинди.

Тадқиқот натижалари ва таҳлиллари. Дала тадқиқотларини ўтказишдан бир нечта мақсадлар кўзланган эди.

1. Тошлар ўртача диаметрига қараб, [7] норматив ҳужжат меъёрлари асосида тошлар ҳажмларини аниқлаш;
2. Фермер хўжалиги контурлари бўйича тошланиб деградациялашганлик даражасини белгилаш;
3. Контурлар тошланиб деградацияланишининг ҳайдаш қатлами чуқурлиги бўйича гранулометриқ таркибини ўрганиш;
4. Дала ишланишлардан олинган натижалар асосида ерларни тошлардан тозалаш янги технология оптимал параметрларига техник талабларни белгилаш;
5. Ерларни тошлардан тозалаш янги технологиясини

1-жадвал

Ўртача диаметрига (0,3–2,01 м) боғлиқ равишда тошлар ҳажмларини аниқлаш

Тошлар ўртача диаметри, м	Ҳажми, м ³	Тошлар ўртача диаметри, м	Ҳажми, м ³	Тошлар ўртача диаметри, м	Ҳажми, м ³	Тошлар ўртача диаметри, м	Ҳажми, м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
0,30	0,014	1,15	0,791	1,44	1,553	1,73	2,692
0,35	0,022	1,16	0,812	1,45	1,585	1,74	2,739
0,40	0,034	1,17	0,840	1,46	1,618	1,75	1,787
0,45	0,047	1,18	0,854	1,47	1,652	1,76	2,850
0,50	0,065	1,19	0,876	1,48	1,686	1,77	2,880
0,55	0,888	1,20	0,889	1,49	1,720	1,78	2,920
0,60	0,112	1,21	0,921	1,50	1,755	1,79	2,97
0,65	0,143	1,22	0,944	1,51	1,790	1,80	3,02
0,70	0,178	1,23	0,968	1,52	1,826	1,81	3,08
0,75	0,219	1,24	0,991	1,53	1,862	1,82	3,13
0,80	0,270	1,25	1,016	1,54	1,899	1,83	3,18
0,85	0,319	1,26	1,040	1,55	1,936	1,84	3,22
0,90	0,379	1,27	1,065	1,56	1,974	1,85	3,27
0,95	0,446	1,28	1,090	1,57	2,012	1,86	3,33
1,0	0,520	1,29	1,116	1,58	2,051	1,87	3,38
1,01	0,436	1,30	1,142	1,59	2,090	1,88	3,44
1,02	0,552	1,31	1,169	1,60	2,130	1,89	3,50
1,03	0,568	1,32	1,196	1,61	2,170	1,90	3,56
1,04	0,585	1,33	1,223	1,62	2,211	1,91	3,61
1,05	0,602	1,34	1,251	1,63	2,252	1,92	3,67
1,06	0,619	1,35	1,279	1,64	2,294	1,93	3,72

1,07	0,637	1,36	1,308	1,65	2,336	1,94	3,78
1,08	0,655	1,37	1,337	1,66	2,379	1,95	3,84
1,09	0,673	1,38	1,367	1,67	2,422	1,96	3,94
1,10	0,697	1,39	1,406	1,68	2,483	1,97	4,003
1,11	0,716	1,40	1,437	1,69	2,527	1,98	4,064
1,12	0,736	1,41	1,468	1,70	2,573	1,99	4,126
1,13	0,756	1,42	1,499	1,71	2,618	2,00	4,189
1,14	0,776	1,43	1,531	1,72	2,664	2,01	4,252

амалга ошириш техник воситаси конструкциясига техник талаблар ишлаб чиқиш.

Суғориладиган ерларнинг тошланганликдан деградацияга учраши тошларнинг бир гектар майдондаги солиштира ва умумий ҳажми билангина эмас, балки уларнинг гранулометрик ўлчамларига қараб тўрт хил фракциялар гуруҳига мансублиги билан ҳам фарқланади: майда тошли (ўртача диаметри 0,03–0,3 м), ўртача тошли (ўртача диаметри 0,3–0,6 м), йирик тошли (ўртача диаметри 0,6–1,0 м), ўта йирик тошли (ўртача диаметри 1,0 м



3-расм. Тош босишидан деградацияга учраган майдонда дала изланишларини олиб боришда тошланганлик кўрсаткичларини аниқлаш учун дала диогнали бўйича 4 дона, бир гектари учун эса 8 дона шурфлар қазилди



4-расм. Тош босишидан деградацияга учраган ерда дала изланишлари учун қазилган шурф ўлчамларини назорат ўлчаш жараёни. Бунда шурф чуқурлиги (ҳайдов қатлами) 40 см, узунлиги 100 см, эни 100 см қилиб олинган.

дан катта).

Бевосита дала изланишлари даврида ҳар бир дона шурфлардан қазиб олинган тупроқ [7] меъёрий ҳужжатда белгиланган фракцияларга махсус ясалган 50 кг. гача ту-

проқни бирданига элаш имкониятини берувчи элакларда қуйидаги кетма-кетликда бажарилди. Биринчи навбатда ўртача диаметри 0,6–1,0 метргача бўлган (ундан катта тошлар кузатилмади) йирик тошлар қўлда териб олинди ва ўртача диаметрлари ($D_{\text{ўр}}$) илмий изланишлар учун танланган метал линейкалар (рулетка) ёрдамида, (8) ифодадан фойдаланиб аниқланди.

Кейинчалик иккинчи фракция (0,03–0,3 м) учун танланган элакда қазиб олинган грунт массаси эланиб чиқилди. Элак устида қолган ўрта ўлчамли тошлар массаси электрон тарозида тортиш йўли билан аниқланиб борилди.

Ўлчашлар давомида энг катта ҳажмга эга бўлган тошли (0,05 м гача) фракцияга мансуб тупроқлар ҳажмлари якуний ўлчашлар давомида алоҳида гиламча устида йиғилиб, қопларга солиб (50 кг. гача) тарозида тортилди. Охирида тешиклари диаметри 10 см. лик элакда элаш ишлари якунланди. Бунда тупроқни элаш ишлари барча шурфларда элакнинг тирқишлари диаметри кичигидан каттасига қараб олиб борилди.

Илмий изланишларимиз техник талабларида ўртача диаметри 3,0 см гача бўлган тошлар энг майда тошлар деб қаралиб, деҳқончилик қилишда “зарарсиз” деб қабул қилинган ва алоҳида элакларда эланиб, бошқа фракцияларга ажратилмади. Яъни элак устида қолган тошлар ўртача диаметрлари 3,0 см дан катта бўлди ва кейинги навбатдаги элашлар учун йиғиб борилди.



5-расм. Тўрт хил фракцияларга (ўртача диаметри 0,03–0,3 м), ўртача тошли (ўртача диаметри 0,3–0,6 м), йирик тошли (ўртача диаметри 0,6–1,0 м), ўта йирик тошли (ўртача диаметри 1,0 м. дан катта) ажратиш жараёни.

ГОСТ 20915-2011 га мувофиқ бизга ажратилган майдонни тошлар билан зараланганлик даражаси гуруҳлар орқали 3-жадвалга асосан аниқланди.

Косонсой туманидаги “Олимхон Обод чорваси” ерла-



6-расм. Ҳажми бўйича энг кўп (ўртача диаметри 0,03 м. гача) биринчи фракция тупроғи уюми.

ридаги дала изланишларида шурфлардан олинган натижалари тошлар билан зарарланганлик даражаси ($V_{тош}^д$)

қуйидаги гуруҳига кирар экан:

Бир гектар даланинг 40 см. гача чуқурлигида жойлашган тошларнинг умумий оғирлиги ($M_{тош}^{мас}$) қуйидагича

$$V_{тош}^д = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{4} \cdot 10000 = \frac{0,23 + 0,25 + 0,26 + 0,24}{4} \cdot 10000 = 2450 \text{ м}^3/\text{га}$$

ҳисобланади:

$$M_{тош}^{мас} = \gamma_{ўрт} \cdot V_{тош}^д = 2,55 \cdot 2450 = 6247,5 \text{ т/га}$$

Бу ерда: $V_1; V_2; V_3; V_4$ –мос равишда биринчи ва кейинги усти бўйича юзаси 1 м^2 бўлган шурфлардан чиққан тошлар ҳажмлари, м^3 ; 10000 – бир гектар майдоннинг квадрат метрдаги юзаси, га; $\gamma_{ўрт} = 2,55$ тошлар ўртача зичлиги, т/м^3 ;

2-жадвал

“Олимхон Обод чорваси” ерларида дала изланишларида шурфлардан олинган тупроқлар таркибида тошларнинг гранулометрик, ҳажм ва масса бўйича тақсимоти кўрсаткичлари

Шурфлар тартиб рақамлари	Ўлчов бирлиги	Тошларнинг ўлчамлари				Жами
		3 см	5 см	10 см	10 см дан катта	
1 шурф	%	42	33	16	9	100
	м3	0,096	0,075	0,036	0,020	0,23
	кг	240,24	188,7	91,5	51,5	572
2 шурф	%	41	36	17	6	100
	м3	0,10	0,09	0,042	0,015	0,25
	кг	253,4	222,5	105,1	37	618
3 шурф	%	45	25	19	11	100
	м3	0,117	0,065	0,049	0,028	0,26
	кг	318,4	176,9	134,4	77,9	707,5
4 шурф	%	40	31	24	5	100
	м3	0,096	0,074	0,057	0,012	0,24
	кг	258,8	200,6	155,3	32,4	647

3-жадвал

Гуруҳ	Тошлар билан зарарланганлиги даражаси	Умумий тошларнинг ҳажми, $\text{м}^3/\text{г}$	Умумий тошларнинг оғирлиги, т/га
1	Кам зарарланган	5-70	10-180
2	Ўртача зарарланган	70-200	180-540
3	Тошлоқ	200-400	540-1100
4	Кучли зарарланган	400 дан юқори	1100 дан юқори

Хулоса. Юқоридаги илмий ва амалий изланишлардан сўнг, Косонсой туманидаги “Олимхон Обод чорваси” фермер хўжалиги ва Чуст туманидаги “Қудрат Колонов” фермер хўжалиги ерлари ГОСТ 20915-2011 нинг бир гектар майдондаги тошларнинг ҳажми ва массаси бўйича мезонларига мувофиқ, иккала фермер хўжалигида дала изланишлари учун танлаб олинган далалар кучли зарарланган ва деградацияга учраган ерлар ҳисобланади.

№	Адабиётлар	References
1	Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 10 июндаги “Ерлар деградациясига қарши курашишнинг самарали тизimini яратиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-277-сонли қарори. Қонунчилик маълумотлари миллий базаси, 11.06.2022 й., 07/22/277/0513-сон; 12.06.2023 й., 06/23/90/0352-сон)	<i>Uzbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 10 iyundagi “Yerlar degradatsiyasiga qarshi kurashishning samarali tizimini yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-277-sonli qarori</i> [Decision of the President of the Republic of Uzbekistan dated June 10, 2022 No. PQ-277 "On measures to create an effective system of combating land degradation". National database of legislative information, 11.06.2022, No. 07/22/277/0513; 12.06.2023, No. 06/23/90/0352) (in Uzbek)
2	Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 10 июлдаги ПФ-6024-сонли “Ўзбекистон республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган концепциясини тасдиқлаш тўғрисида” ги фармони.	<i>Uzbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 10 iyuldagi PF-6024-sonli “O‘zbekiston respublikasi suv xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo‘ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” gi farmoni</i> [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. PF-6024 dated July 10, 2020 "On approval of the concept of water management development of the Republic of Uzbekistan for 2020-2030" (in Uzbek)
3	Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 7 сентябрдаги ПФ-6061-сон “Ер ҳисоби ва давлат кадастрларини юритиш тизimini тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги Фармони	<i>O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 7 sentyabrdagi PF-6061-son “Yer hisobi va davlat kadastrlarini yuritish tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi Farmoni</i> [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated September 7, 2020 No. PF-6061 "On measures to fundamentally improve the system of land accounting and state cadastre management"] (in Uzbek)
4	Муратов А.Р, Муратов О.А.. Анализ существующих способов уборки камней с сельскохозяйственных угодий для мелиоративного улучшения орошаемых земель Республики Узбекистан. Респуб. научно-практ. Конф. НИИИВП при ТИИМ. – Ташкент, 2012 г.	Muratov A.R., Muratov O.A. <i>Analiz sushestvuyushix sposobov uborki kamney s selskoxozyaystvennix ugodiy dlya meliorativnogo uluchsheniya oroshayemix zemel Respubliki Uzbekistan</i> [Analysis of existing methods of removing stones from agricultural land for reclamation improvement of irrigated lands of the Republic of Uzbekistan] Republic scientific-practical Conf. NIIIVP at TIIM. – Tashkent, 2012(in Russian)
5	Муратов А.Р, Муратов С.М.Улучшения мелиоративного состояния земель за счет использования механизированных технологий и технических средств уборки камней. III Международная научно-практическая конференция: “Современные материалы, техника и технологии в машиностроении». Сборник научных статей 351-356 стр. 19-21 апреля 2016 г, Андижан.	Muratov A.R., Muratov S.M. <i>Uluchsheniya meliorativnogo sostoyaniya zemel za schet ispolzovaniya mexanizirovannix texnologiy i texnicheskix sredstv uborki kamney</i> [Improving the reclamation condition of lands through the use of mechanized technologies and technical means for removing stones. III International Scientific and Practical Conference: “Modern materials, equipment and technologies in mechanical engineering.”]Collection of scientific articles 351-356 pp. April 19-21, 2016, Andijan (in Russian)
6	Кузиев Р.К., Гафурова Л.А., Абдрахмонов Т.А., Почвенные ресурсы Узбекистана и вопросы продовольственной безопасности. В сборнике «Земельные ресурсы и продовольственная безопасность Центральной Азии и Закавказья» Том 4, стр.75. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. Рим 2016. ISBN 978-92-5-009329-1. FAO 2016.	Kuziev R.K., Gafurova L.A., Abdrakhmonov T.A. <i>Pochvennie resursi Uzbekistana i voprosi prodovolstvennoy bezopasnosti</i> [Soil resources of Uzbekistan and issues of food security. In the collection “Land resources and food security of Central Asia and Transcaucasia”] Volume 4, p.75. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome 2016. ISBN 978-92-5-009329-1. FAO 2016 (in Russian)
7	Кизяев Б. М. Культуртехнические мелиорации: технологии и машины / Б.М.Кизяев, З.М.Маммаев. – М.: Ассоциация ЭкоСт, 2003.- 399 с. - ISBN 5-900395-49-9.	Kizyaev B. M. <i>Kulturtexnicheskiye melioratsii: texnologii i mashini</i> [Cultural and technical reclamation: technologies and machines] / B. M. Kizyaev, Z. M. Mammaev. - M: Association Ecost, 2003. - 399 p. - ISBN 5-900395-49-9 (in Russian)
8	Пунинский В.С. Исследование процессов извлечения скрытых камней из почвы рабочим оборудованием мелиоративных машин/ В.С. Пунинский; Проблемы устойчивого развития мелиорации и рационального природопользования [Костяковские чтения]: Материалы международной научно-производственной конференции, т. II [ГНУ ВНИИГиМ].- М.: «ВНИИА», 2007.- с. 319...322.- ISBN 978-5-85941-143-6.	Puninsky V.S. <i>Issledovaniye protsessov izvlecheniya skritix kamney iz pochvi rabochim oborudovaniyem meliorativnix mashin</i> [Study of the processes of extracting hidden stones from the soil using the working equipment of reclamation machines] / V.S. Puninsky; Problems of sustainable development of land reclamation and rational environmental management [Kostyakov readings]: Materials of the international scientific and production conference, vol. II [GNU VNIIGiM]. - M.: "VNIIA", 2007.- p. 319...322.- ISBN 978-5-85941-143-6 (in Russian)
9	Межгосударственный стандарт. ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. М.: Стандартиформ. 2013г.	<i>Mejgosudarstvenniy standart. GOST 20915-2011. Ispitaniya selskoxozyaystvennoy texniki. Metodi opredeleniya usloviy ispitaniy</i> [Interstate standard. GOST 20915-2011. Testing of agricultural machinery. Methods for determining test conditions. M.: Standardinform. 2013 (in Russian)
10	Usmanov S., Yakubov M., Mirkhasilova Z., Irmukhomedova L., Babakulova The ways of using collector drainage waters for irrigation//E3S Web of Conferences, 2023, 365, 01018//AIP Conference Proceedings, 2022, 2432, 030097	Usmanov S., Yakubov M., Mirkhasilova Z., Irmukhomedova L., Babakulova The ways of using collector drainage waters for irrigation// E3S Web of Conferences, 2023, 365, 01018//AIP Conference Proceedings, 2022, 2432, 030097
11	Muratov, A. Innovative technology of vibration compaction of lightweight concrete mixtures. AIP Conference Proceedings 2612, 040018 2023); https://doi.org/10.1063/5.0114324	Muratov, A. Innovative technology of vibration compaction of lightweight concrete mixtures. AIP Conference Proceedings 2612, 040018 2023); https://doi.org/10.1063/5.0114324
12	Muratov, A.R., Yunusova, F., Muslimov, T. Management of initial structuring in connection zones of concrete fillers in hydrotechnical construction	Muratov, A.R., Yunusova, F., Muslimov, T. Management of initial structuring in connection zones of concrete fillers in hydrotechnical construction

УЎТ: 355.41

ЁНИЛҒИ МАҲСУЛОТЛАРИНИ ЭКСТРЕМАЛ ШАРОИТЛАРДА ТАҚСИМЛАШДАГИ МУАММОЛАРИНИНГ МАТЕМАТИК ЕЧИМИ

*А.Ж.Парпиева – доцент, Чирчиқ олий танк қўмондонлик муҳандислик билим юрти,
Б.Н.Рахимов – т.ф.д., профессор, Ахборот-коммуникацион технологиялари ва алоқа ҳарбий институти,
Н.А.Махмудов – ф.-м.ф.н., профессор, Ўзбекистон Республикаси Қуролли Кучлар Академияси,
Қ.А.Шавазов – т.ф.н., доцент, “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети.*

Аннотация

Мақолада нефть (ёнилғи) маҳсулотларининг ҳар қандай ҳолатда, шу жумладан экстремал шароитларда тақсимлашда кўплаб муаммолар мавжудлиги ҳақида фикр юритилган. Масалан, ёнилғи маҳсулотларини қандай резервуарларда сақланганлиги, идишнинг вертикал ва горизонтал жойлашиши, суюқлик оқиб чиқаётган тирқиш (жумрак)нинг ўлчами ва унинг геометрик шаклига (айлана, конус ва ҳ.к.) боғлиқлиги эътироф этилган.

Бернулли қонунларига асосан суюқликнинг оқиб чиқиши, суюқлик сатҳининг баландлигига боғлиқлиги тўғрисида илмий мулоҳаза юритилган. Энг муҳими нефть (бензин) маҳсулотларининг $[-10 + 40]$ °C ҳарорат ва зичлик орасидаги боғланишнинг Excel дастури ёрдамида ҳисоб китоблар қилиниб унинг графиги чизилган. Бундан ташқари ҳарбий ва қишлоқ хўжалик машиналари учун ишлатиладиган бензинларнинг, дала ва экстремал шароитларда катта миқдордаги маҳсулотларнинг вақт бўйича тарқтиш ёки қабул қилишнинг математик дифференциал формуласи ишлаб чиқилди.

Молекуляр динамик қонунлари асосида вертикал ва горизонтал жойлашган идишлардаги ёнилғилар (бензин)нинг бир хил шароитлардаги оқиб чиқиш вақтлар таҳлил қилинган.

Таянч сўзлари: резервуар, зичлик, температура, ёнилғи, Бернулли қонуни, дифференциал тенглама, экстремал, нефть маҳсулоти, Д.Менделеев формуласи, тузатма, ҳажм, вақт, горизонтал ва вертикал.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГОРЮЧИХ ПРОДУКТОВ НА ВОЕННОЙ ТЕХНИКЕ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ УСЛОВИЯХ

*А.Ж.Парпиева – доцент, Чирчиқское высшее танковое командное инженерное училища,
Б.Н.Рахимов – д.т.н., профессор Военный институт информационно-коммуникационных технологий и связи,
Н.А.Махмудов – к.ф.-м.н., профессор кафедры Академия Вооруженных Сил Республики Узбекистан,
Қ.А.Шавазов – к.т.н., доцент, Национальный исследовательский университет “Ташкентский институт ирригации и механизации сельского хозяйства”.*

Аннотация

В статье рассматриваются существенные проблемы, которые возникают при распределении нефтепродуктов (топливных) продуктов в любой ситуации, в том числе в экстремальных условиях. Например, указаны особенности хранения топливных продуктов в цистернах, вертикальное и горизонтальное расположение цистерны, размер щели (носик), через которую течет жидкость, и ее геометрическая форма (круг, конус и т. д.).

На основе законов Бернулли были приведены научные обсуждения течения жидкости и зависимость высоты уровня жидкости. Самое главное, что с помощью программы Excel была рассчитана и построена диаграмма зависимости температуры и плотности нефтяных (бензиновых) продуктов в диапазоне $[-10 + 40]$ °C. Кроме этого, разработана математическая дифференциальная формула временного распределения или приема бензинов, используемых для военной и сельскохозяйственной техники, больших объемов продукции в полевых и экстремальных условиях.

На основе законов молекулярной динамики проанализированы времена истечения топлива (бензина) в вертикальных и горизонтальных емкостях при одинаковых условиях.

Ключевые слова: Резервуар, плотность, температура, топливо, закон Бернулли, дифференциальное уравнение, экстремал, нефтепродукт, формула Д.Менделеева, исправление, объём, время, горизонталь и вертикаль.

MATHEMATICAL SOLUTION OF PROBLEMS OF DISTRIBUTION OF FUEL PRODUCTS IN EXTREME CONDITIONS

*A.J.Parpieva – associate professor, Chirchik Higher Tank Command Engineering Educational Institution,
B.N.Rakhimov – PhD., Professor, Military institute of information and communication technologies and communications,
N.A.Makhmudov – f.-m.f.n., professor of the department, Academy of the Armed Forces of the Republic of Uzbekistan,
K.A.Shavazov – PhD., Professor, National Research University «Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers»*

Abstract

The article discusses the existence of many problems in the distribution of oil (fuel) products in any situation, including extreme conditions. For example, it is recognized that fuel products are stored in tanks, the vertical and horizontal location of the tank, the size of the slot (sink) through which the liquid flows, and its geometric shape (circle, cone, etc.).

Based on Bernoulli's laws, the flow of liquid and the dependence of the height of the liquid level were scientifically discussed. Most importantly, the relationship between temperature and density of oil (gasoline) products in the range $[-10 - +40]$ °C was calculated and graphed using the Excel program. In addition, a mathematical differential formula for the time distribution or reception of gasolines used for military and agricultural vehicles, large quantities of products in field and extreme conditions was developed.

Based on the laws of molecular dynamics, the flow times of fuel (gasoline) in vertical and horizontal containers under the same conditions were analyzed.

Key words: Reservoir, density, temperature, fuel, Bernoulli's law, differential equation, extreme, oil product, D. Mendeleev's formula, correction, volume, time, horizontal and vertical.

Кириш. Нефть бу мураккаб суюқлик бўлган органик маҳсулотдир, яъни тирик организмда ҳосил бўлиб асосан водород (H) ва углероддан (C) ташкил топган газ, суюқлик ҳамда қаттиқ жисмдан иборат, табиий ёнувчи, кўп фракцияли қорадан жигар ранггача бўлган умумий формуласи $C_n H_{2n+2}$ (nCN) n – тегишли натурал сонга) тенг бўлган специфик (балчик) хидга эга бўлган суюқликдир. Нефть маҳсулотлари асосан физик усулда таркибида углерод атомининг сони (4–5)га тенг бўлганда кўриниш жигар рангга бўлганда энгил ароматик бензин олинади. Агар углерод атомининг сони 10 га яқин бўлса, бундай нефть маҳсулоти фақат кимёвий усул билан (Крекинглаш усули) олинади. Ўз навбатида нефтнинг рангли бирикмалари дизель ёнилғиси ҳисобланади. Дизель ёнилғиси ҳам мураккаб бўлиб, унда углеводороднинг ўртача молекуляр массаси (110–230) кг/моль, қайнаш ҳарорати (170–380)°C ораликда бўлади. Бундан ташқари дизель ёнилғисидан массаси бўйича бир неча марта оғирроқ бўлган мойлаш материаллари ундан кейинги фракцияси эса мазут ва асфальт олинади.

Нефть маҳсулотлари сақлашда коррозия чиқармайдиган ёки кам коррозияга учрайдиган металл, резервуар, бак, шунингдек, ҳарбий машиналарининг бакларидан фойдаланилади.

Нефть маҳсулотларини сақлашдан кўра уларни тақсимлашда (сотиш, эксплуатация қилишда) кўпроқ муаммоларга учрайди.

Кўриб чиқилаётган муаммонинг ҳозирги ҳолати ва манбаларга хаволалар. Республикаимизда ва хорижий олимлар томонидан ёнилғи захираларини узоқ муддатли сақлашда резервуарларда ҳосил бўладиган чўкиндилар масаласи бўйича кўп қиррали ишлар амалга оширилган бўлиб, техникаларни сифатли ёнилғи маҳсулотлари билан таъминлаш бўйича, шунингдек, маҳсулотларга ифлослантувчи органик ва ноорганик моддалар тушишидан ҳимоя қилиниши борасида, назарий изланиш, тажриба тадқиқотлар амалий ишланмалар ишлаб чиқилган ва натижаларга эришилган. Эришилган натижалар бўйича С.Л.Давидов, Й.С.Другов, Э.И.Удлер, И.А.Захаров, В.И.Тагасов, В.Б.Джерихов, И.А.Тошев, А.У.Нусратуллаев, А.У.Очилов, М.З.Комолов ва бошқалар бир қатор олимларни эътироф этиш мумкин.

Вертикал резервуарлар ва нефть қуювчи техникалар ҳамда бочкаларда қоладиган механик аралашма ва қотишмаларни чиқариб ташлашга йўналтирилган механизациялашган усулини яратиш бўйича бир қатор олимлар изланишлар олиб боришган А.С.Василсов,

С.И.Иванова, П.И.Кочкин, М.П.Нестерова, Б.И.Джалилов, А.У.Очилов ва бошқа олимларни кўрсатиб ўтиш мумкин.

Ҳар хил турдаги техник қисмларини ифлос нефть маҳсулотлари қолдиқларидан тозалаш технологиясини яратиш борасида С.В.Карманов, Н.Ф.Телнов, У.К.Ахмедов, С.А.Мелников, З.С.Салимов, Ф.И.Еркабаев, А.М.Қудратов, Д.Ж.Жумаева ва бошқа тадқиқотчилар амалга оширишган.

Бироқ шуни эътироф этиш мумкинки, бугунги кунда Ўзбекистон Республикаси оморларида 4 м³ дан 120 м³ гача ҳажмга эга ёнилғи захираларини сақлаш резервуарлар ҳамда авто ва темирйўл цистерналари ва бочка сифмларида амалга оширилиб келинмоқда. Бугунги кунда эса ушбу сақлаш воситаларидаги чўкиндилар механизациялашган тозалаш усуллари билан муаммо ҳал этилмаган. Бунинг сабаби шундаки, ушбу захираларни сақлаш резервуарлари деворларида органик ва ноорганик моддалар, механик аралашмаларни ёпишганлиги борасидаги тақсимоти кўрилмаган, шунингдек, ушбу органик ва ноорганик моддалар, механик аралашмаларнинг миқдори ва ҳажми бўйича аниқ маълумотлар етарли эмас. Шу сабабли барча турдаги мавжуд ёнилғи захиралари сақлаш горизонтал резервуарлари ҳамда авто ва темирйўл цистерналари ва бочка идишларидаги органик ва ноорганик моддалар, механик аралашмалар ёпишганлиги кўриб чиқиш ва илмий тадқиқот ишларини олиб бориш мақсадга мувофиқ деб ҳисоблаймиз.

Масаланинг қўйилиши. Техникаларнинг ҳаракатлантувчи энергияларнинг турлари кўп бўлишига қарамадан, нефть маҳсулотлари бугунги кунда ҳам катта энергия берувчи ва нисбатан кам чиқинди чиқариш билан етакчи ўринларни эгаллаб келмоқда. Албатта электр энергияси, қуёш ва яшил энергияларнинг ўрни бугунги кунда бекиёс, лекин уларнинг илмий ва амалий ўрганганлик даражаси нефть маҳсулотларига нисбатан камроқ ўрганган. Шу сабабли мақоланинг мақсади бир хил шароитда (ҳажми, ҳарорат, резервуар ва тиркиш (жумрак) ўлчамлари) тенг бўлган, лекин жойлашуви вертикал ва горизонтал бўлган резервуарларда катта миқдордаги бензин (ёнилғи)нинг оқиб чиқиш вақтларини математик таҳлил қилиш ва уларнинг вақт бўйича тақсимот алгоритмларини ишлаб чиқишдан иборат.

Радиоэлектроника ва ахборот технологияси киритилган автоматлаштирилган тизимларнинг замонавий талаблар асосида ишончилигини баҳолаш

усулини ишлаб чиқиш.

Ечиш усули (услуглари). Тадқиқот ишини олиб боришда “Эҳтимоллар назарияси ва математик статистика”, “Ишончилиқ назарияси” услуги ва қўлланмаларидан кенг фойдаланилди.

Натижалар таҳлили ва мисоллар. Нефть маҳсулотлари сақлашда коррозияга учрамайдиган ёки кам учрайдиган металллар, резервуар, бақ, шунингдек, ҳарбий техникаларда ёнилғи сақлайдиган захира бақларидан фойдаланилади.

Нефть маҳсулотларини сақлашдан кўра уларни тақсимлашда (сотиш, эксплуатация қилишда) кўпроқ муаммоларга учрайди. Масалан, ҳароратнинг ўзгариши нефть маҳсулотларнинг ҳажмини кескин ошиши (кўпириш) ёки камайишига (тўнглашга) олиб келади. Ваҳоланки, асосан нефть маҳсулотлари ҳажмларда

(литрларда) сотилишини ҳисобга олсак, ҳар бир ҳароратада нефть маҳсулотининг тузатмаси мавжуд бўлиб, унинг $t=20^{\circ}\text{C}$ даги массаси ва ҳажмининг мутоносиблигидан (бир хил) фойдаланамиз, яъни $t=20^{\circ}\text{C}$ да нефть маҳсулотлари энг кам ўзгаради. Бир сўз билан айтганда, нефть маҳсулотини ҳажмда ёки массада сотишда ҳеч қандай фарқ бўлмайди. Агар ҳарорат $t_1 > 20^{\circ}\text{C}$ ортса, ҳажми ортади, маҳсулот кўпиради, $V > m$ акс ҳолда $t_2 < 20^{\circ}\text{C}$ бўлса, маҳсулот тўнглайди, бир хил миқдордаги нефть маҳсулоти $V < m$ бўлади. Тақсимланишда илмий амалий баҳолаш учун Д.Менделеев формуласи ва нефть маҳсулотнинг зичлигини ҳарорат тузатмаси жадвалидан фойдаланамиз.

Ўзбекистон Республикаси шароитида ҳарорат кескин ўзгаришини билган ҳолда ареометрнинг тебраниши

1-жадвал

Нефть маҳсулотларининг зичлигига ҳарорат тузатмаси

Зичлик, кг/м ³	1°C учун ҳарорат тузатмаси	Зичлик, кг/м ³	1°C учун ҳарорат тузатмаси	Зичлик, кг/м ³	1°C учун ҳарорат тузатмаси
690,0–699,9	0,910	800,0–809,9	0,765	910,0–919,9	0,620
700,0–709,9	0,897	810,0–819,9	0,752	920,0–929,9	0,607
710,0–719,9	0,884	820,0–829,9	0,738	930,0–939,9	0,594
720,0–729,9	0,870	830,0–839,9	0,725	940,0–949,9	0,581
730,0–739,9	0,857	840,0–849,9	0,712	950,0–959,9	0,567
740,0–749,9	0,844	850,0–859,9	0,699	960,0–969,9	0,554
750,0–759,9	0,831	860,0–869,9	0,686	970,0–979,9	0,541
760,0–769,9	0,818	870,0–879,9	0,673	980,0–989,9	0,528
770,0–779,9	0,805	880,0–889,9	0,660	990,0–999,9	0,515
780,0–789,9	0,792	890,0–899,9	0,647		
790,0–799,9	0,778	900,0–909,9	0,633		

натижасида ҳарорат $t=20^{\circ}\text{C}$ фарқ қилганда зичликнинг тузатма формуласи:

$$\rho^{20} = \rho^t + \alpha \cdot (t - 20) \quad (1)$$

бунда: ρ^t – ареометрнинг (нефтьдексиметр) кўрсаткичи;

t – текширилаётган ёнилғининг ҳарпорати, °C.

α – ҳароратнинг 1°C даги тузатмаси 1-жадвалдан олинади.

Агар ҳарорат t кичик 20°C дан бўлса тузатма айрилади, акс ҳолда эса қўшилади.

Мисол, айтилик дизель ёнилғисининг $t=27^{\circ}\text{C}$ зичлиги $\rho^{27}=820 \text{ кг/м}^3$ у ҳолда дизель ёнилғисининг зичлиги 20°C даги қиймати қуйидагича ҳисобланади.

$$\rho^{20} = 820 + 0,738 \cdot (27 - 20) = 825,2 \text{ кг/м}^3 \text{ га тенг бўлади.}$$

1-жадвалдан (820,0–829,9) оралиқда температура тузатмаси 0,738 га тенг эканлигидан фойдаланилди. Агарда идишдаги дизель ёнилғисининг $m=10^5 \text{ кг}$ дизель ёнилғи тенг бўлса 20°C ҳароратга ўзгарганда, ҳажм бўйича тақсимланганда

$$\Delta V = m \left(\frac{1}{\rho_{20}} - \frac{1}{\rho_{27}} \right) = 7,685 \text{ (литр)} \quad (2)$$

Ҳажм бўйича ҳисобланса ≈ 8 литрга фарқ қилади.

Буни иқтисодий томонидан кўриб чиқилса 10^5 кг нефть маҳсулотидан ҳарорат 7°C ўзгарганлиги сабабли 8

литр дизель ёнилғисининг камайиши ҳосил бўлди. Ўртача бугунги кунда Ўзбекистон Республикаси бензин нархи 9000 сўм деб ҳисобга олсак, у ҳолда

$$C = V_{\text{ю}} \cdot A = 8 \cdot 9 \cdot 103 = 72000 \text{ сўмга зиён қилинади.}$$

Бу ерда: C – таннарх, сўм;

$V_{\text{ю}}$ – ютқазилган ҳажм, литр;

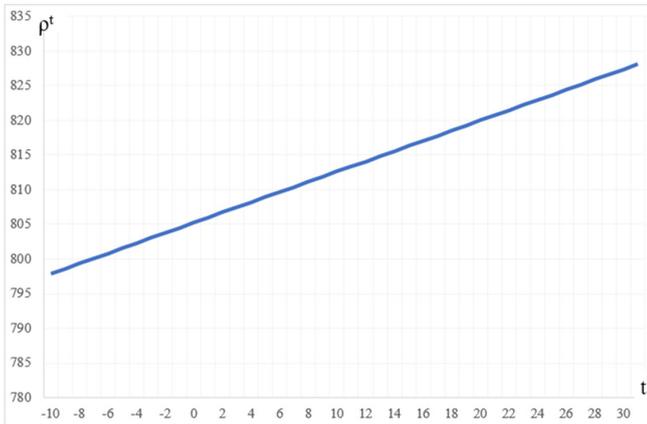
A – текширилаётган вақтидаги бензин нархи, сўм.

Нефть маҳсулотларининг зичлигини ҳароратга боғлиқлигини умумий қонуниятларини аниқлаш мақсадида (1) формула ва 1-жадвалдан фойдаланиб Excel дастури асосланиб қуйидаги чизиқли боғланиш корреляцияси ҳосил қилинди (1-расм).

Юқоридаги мисолдан кўринадики, биргина ҳароратнинг ўзгариши нефть маҳсулотининг ҳажмини ўзгаришига олиб келади. Бундан ташқари нефть маҳсулотларини тақсимоти кўп функцияли ўзгарувчи бўлиб, резервуар ёки идишнинг геометрик шаклига, тиркичнинг ерга нисбатан баландлигига, иссиқлик сиғими ва бошқа кўрсаткичларига боғлиқ бўлганлиги сабабли қуйидаги функция кўринишда ифодалаш мумкин.

$$f(x; y; z; T; t; p; h; q; \dots)$$

Нефть маҳсулотларининг сақланишда резервуарларнинг жойлашиши омборхоналарда асосан икки хил горизонтал ва вертикал шаклларда резервуарлардан фойда-



1-расм. Ҳарорат билан зичлик (ҳажм) ўратасидаги пропорционал боғланиш графиги

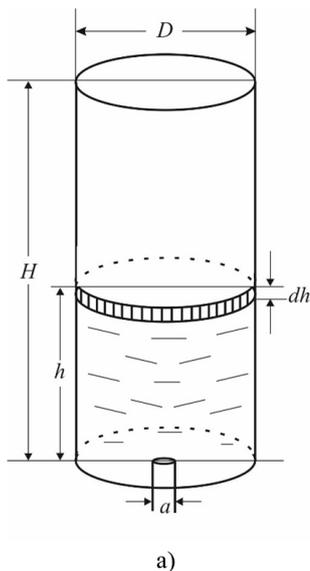
ланилади (2-расм).

Асосан нефть маҳсулотлари горизонтал ўрнатилган резервуарларда сақланиб, унинг вертикал ҳолатидаги тақсимланишида вақтлари бир хил эмаслигини илмий жиҳатдан асослаш мақсадида қуйидаги фавқуллодаги вазиятлардаги (темир йўлларда кўп миқдордаги нефть маҳсулотларини қабул қилишда вақтга боғлиқлиги) масалаларини кўриб чиқамиз.

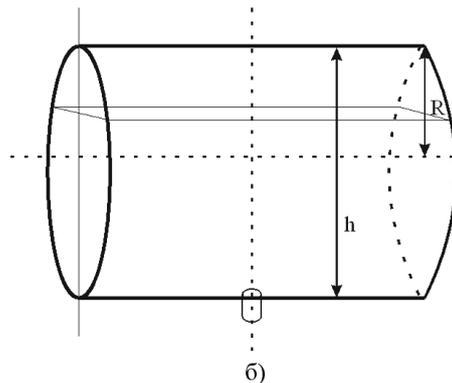
Мисол тариқасида цилиндрли резервуарнинг баландлиги 6 м, диаметри эса 4 м бўлиб, у ёнилғи маҳсулоти билан тўлдирилган бўлсин. Агар тирқиш (жумрак)нинг шакли айлана, унинг радиуси $r_{ж} = 0,08$ м бўлиб, цилиндрнинг пастки нуқтасида жойлашган. Цилиндрда жойлашган суюқликнинг оқиш вақтларини аниқлаш талаб этилсин.

Суюқликлар қандай идишларга жойлаштирилса унинг ҳажми ўзгармайди, аммо шакл идиш шаклига мослашади.

Берилган муаммони ечишда Бернулли формуласидан фойдаланилади. Суюқлик идиш ёки резервуар тирқиш (жумрак)дан тезлик v (м/с) билан оқаётган ва идиш суюқлик сиртидан тирқиш (жумрак)гача бўлган масофа h (м) бўлса, суюқликнинг оқиб чиқиш тезлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:



а)



б)

2-расм. Резервуарларнинг жойлашуви: а) вертикал ҳолати, б) горизонтал ҳолати

$$v = \sigma \sqrt{2gh} \quad (3)$$

бунда: g – эркин тушиш тезланиши географик кенликга боғлиқ (m/c^2), яъни экваторда $9,81 m/c^2$ (Ўзбекистон Республикасида худудда эркин тушиш тезланиши тахминан $\approx 9,73$), σ – ўзгармас (ўлчамсиз) коэффиценти эса суюқликнинг хоссасига боғлиқ бўлиб $\sigma_0 \approx 0,085$ га тенг (2-расм).

$$-\pi r^2 dh = \pi \sigma_0 r_{ж}^2 \sqrt{2gh} dt \quad (4)$$

Ўзгарувчилар алмаштирилиб, (4) формулада r, h ҳамда σ лар ўзгармаслар, h ва t ўзгарувчи эканлигини ҳисобга олинади.

$$dt = -\frac{r^2}{\sigma_0 r_{ж}^2 \sqrt{2g}} \cdot \frac{dh}{\sqrt{h}} \quad (5)$$

Охири тенгламани иккала томонидан интеграл олинади ва бошланғич шартлардан фойдаланган ҳолда C ўзгармас ($h=h_0=6m; t=0$) нинг қийматини топамиз.

$$t = -\frac{r^2}{\sigma_0 r_{ж}^2 \sqrt{2g}} \cdot 2\sqrt{h} + C \quad (6)$$

$$0 = C - \frac{2r^2 \sqrt{h_0}}{\sigma_0 r_{ж}^2 \sqrt{2g}} \quad (7)$$

$$C = \frac{2r^2 \sqrt{h_0}}{\sigma_0 r_{ж}^2 \sqrt{2g}} \quad (8)$$

У ҳолда суюқликнинг баландлиги (h) билан унинг тирқишдан оқиш вақти (t) орасидаги боғланиш қуйидаги формула билан аниқланади:

$$t = \frac{2r^2 \sqrt{h}}{\sigma_0 r_{ж}^2 \sqrt{2g}} [\sqrt{h_0} - \sqrt{h}] \quad (9)$$

Резервуардаги суюқликнинг тирқишдан тўлиқ оқиб чиқиш вақти (баландлиги $h=0$ гача) қуйидаги формулар орқали ҳисобланади:

$$t = \frac{2r^2 \sqrt{h_0}}{\sigma \rho^2 \sqrt{2g}} \quad (10)$$

Масаланинг шартидан фойдаланилади ($r=2 m; h_0=6 m; \sigma_0 \approx 0,62; r_{ж}=0,08; g=9,81 m/c^2$)

Икки усул билан dt вақт бўйича чексиз кичик вақт оралиғида ёнилғи маҳсулотининг ҳажми ҳисобланади.

Бир томондан бу ҳажм dw ёнилғи сатх юзасининг dh га кўпайтмасига тенг.

Юқорида келтирилган расмдан (2-расм, б) кўришиб турибдики, горизонтал ҳолатда жойлашган резервуарнинг цилиндрнинг ҳажми суюқлик диаметри бўйича ўзгаради ва қуйидаги дифференциал тенглама бўйича ҳисобланади:

$$\frac{\pi r^2}{4} \int_0^{2r} r dr = \pi \sigma_0 r_{ж}^2 \sqrt{4gr} \int_0^T dt \quad (11)$$

$$\pi r \int_0^{2r} r dr = 2\pi \sigma_0 r_{ж}^2 \sqrt{g} \int_0^T dt \quad (12)$$

Охири ҳисобланган дифференциал тенглама ечиш натижаида қуйидаги горизонтал резервуар учун нефть маҳсулотининг вақт тақсимотининг формуласи келиб чиқади.

$$T = \frac{2r\sqrt{2r \cdot h}}{3 \cdot \sigma_6 \cdot r_{\infty}^2 \cdot \sqrt{g}} \quad (13)$$

Хулоса.

Шундай қилиб, нефть маҳсулотларини қандай кўри-нишда тақсимламайлик, ҳажмдами ёки массадами ба-рибир ўзига хос ноаниқликлар камчиликлар мавжудки бу хатоликлар янада кўпроқ илмий изланишларни талаб қилади. Айниқса, Ўзбекистон шароитида иқлимнинг ўзгариши бу муаммоларни янада ўзига хослиги билан тавсифланади.

Қийматларни ўринларига қўйиб ҳисобланса қуйидаги натижага эришамиз, яъни вертикал ҳолатда турган ре-зервуардан дизелнинг жумракдан оқиб чиқиш вақти 18 дақиқа 58 сонияга тенг бўлса, худди шу резервуарнинг горизонтал ҳолатида дизелнинг жумракдан оқиб чиқиш

вақти 21 дақиқа 4 сонияга тенг бўлди. Ҳар иккала ҳолатда ҳам жумрак резервуарнинг қуйи нуқтасида жойлашган ва уларнинг ўлчамлари бир хил (экспериментлар бир хил шароитда олиб борилди). Олиб борилган ҳисоб китоблар натижаси шуни кўрсатадики, бир хил ҳажмдаги бир хил шароитда резервуарларнинг шаклининг ҳолати ўзгариши ундан оқиб чиқувчи ёнилғи маҳсулотининг вақт фарқи 1,15 ни ташкил этади. Олиб борилган илмий изланишда фақат нефть маҳсулотларининг тақсимлашда буғланиш ҳодисаси ҳисобга олинмади. Аслида нефть маҳсулотла-рининг эътиборга олинishi мумкин бўлган миқдордаги массаси газ ҳолатида буғланиш натижасида ўз вазини йўқотиши ва атмосферадаги экологик муҳитни бузили-ши керак бўлса ҳаво алмашмайдиган хоналарда эҳтиёт-сизлик туфайли портлаш ёки ёнғин ҳосил бўлиши бу ҳо-дисанинг илмий исботидир.

№	Адабиётлар	References
1	Redutskiy Yu. Conceptualization of smart solutions in oil and gas industry // Procedia. Computer Science. – 2017. – V. 109. – Pg. 745–753.	Redutskiy Yu. Conceptualization of smart solutions in oil and gas industry // Procedia. Computer Science. – 2017. – V. 109. – Pg. 745–753.
2	HaeOk Choi. «Oil is the new data»: energy technology innovation in digital oil fields // Energies. – 2020. – Pg. 1–13.	HaeOk Choi. «Oil is the new data»: energy technology innovation in digital oil fields // Energies. – 2020. – Pg. 1–13.
3	Hankins D., Salehi S., Fatemeh Karbalaei S. An integrated approach for drilling optimization using advanced drilling optimizer // Journal of Petroleum Engineering. – 2015. – V. 2015. – Pg. 1–12.	Hankins D., Salehi S., Fatemeh Karbalaei S. An integrated approach for drilling optimization using advanced drilling optimizer // Journal of Petroleum Engineering. – 2015. – V. 2015. – Pg. 1–12.
4	Analytical solution and simulation of oil deliverability analysis for reorientation hydraulic fracture in low-permeability reservoirs / Xinyu Qiu, Botao Kang, Pengcheng Liu, Shengye Hao, Yanglei Zhou, Ce Shan, Houfeng He, Liang Xu // Hindawi Geofuids. – 2021. – V. 2021. – Pg. 1–11.	Analytical solution and simulation of oil deliverability analysis for reorientation hydraulic fracture in low-permeability reservoirs / Xinyu Qiu, Botao Kang, Pengcheng Liu, Shengye Hao, Yanglei Zhou, Ce Shan, Houfeng He, Liang Xu // Hindawi Geofuids. – 2021. – V. 2021. – Pg. 1–11.
5	Dynamic optimization of a continuous gas lift process using a mesh refining sequential method / L.S. Santos, K.M. Ferreira de Souza, M.R. Bandeira, V.R.R. Ahon, F.C. Peyxoto, D.M. Prata // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2018. – V. 165. – Pg. 161–170.	Dynamic optimization of a continuous gas lift process using a mesh refining sequential method / L.S. Santos, K.M. Ferreira de Souza, M.R. Bandeira, V.R.R. Ahon, F.C. Peyxoto, D.M. Prata // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2018. – V. 165. – Pg. 161–170.
6	Optimization of smart wells in the St. Joseph Field / G.M. Van Essen, J.D. Jansen, D.R. Brouwer, S.G. Douma, M.J. Zandvliet, K.I. Rollett, D.P. Harris // SPE Reservoir Evaluation and Engineering. – 2010. – V. 13 (04). – Pg. 588–595.	Optimization of smart wells in the St. Joseph Field / G.M. Van Essen, J.D. Jansen, D.R. Brouwer, S.G. Douma, M.J. Zandvliet, K.I. Rollett, D.P. Harris // SPE Reservoir Evaluation and Engineering. – 2010. – V. 13 (04). – Pg. 588–595.
7	Веревкин А.П., Муртазин Т.М., Насибуллин Ф.Г. Модернизация систем управления и обеспечения безопасности как инструмент повышения эффективности процессов переработки нефти и газа // Территория «НЕФТЕГАЗ». – Москва, 2019. – № 10. – С. 12–17.	Verevkin A.P., Murtazin T.M., Nasibullin F.G. <i>Modernizatsiya sistem upravleniya i obespecheniya bezopasnosti kak instrument povisheniya effektivnosti protsessov pererabotki nefi i gaza</i> [Modernization of control and safety systems as a tool for increasing the efficiency of oil and gas refining processes // NEFTEGAZ Territory. – 2019. – No. 10. P. 12–17 (in Russian)
8	Развитие перспективной автоматизации в нефтегазовой отрасли / Е.И. Громаков, Т.Е. Мамонова, А.В. Лиепиниш, А.В. Рымшин // Ж.: "Нефтяное хозяйство". – Москва, 2019. – № 10. – С. 98–102.	Development of advanced automation in the oil and gas industry / E.I. Gromakov, T.E. Mamonova, A.V. Liepiniš, A.V. Rymshin // Oil industry. – 2019. – No. 10. – Page. 98–102.
9	The implementation of industry 4.0 in oil and gas // January 13, 2021. URL: https://www.gep.com/blog/mind/the-implementationof-industry-4-0-in-oil-and-gas (дата обращения 05.08.2021).	The implementation of industry 4.0 in oil and gas // January 13, 2021. URL: https://www.gep.com/blog/mind/the-implementationof-industry-4-0-in-oil-and-gas (дата обращения 05.08.2021).

10	Бэккер В.Ф. Моделирование химико-технологических объектов управления. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: РИОР: ИНФРАМ, 2014. – 142 с.	Bakker V.F. <i>Modelirovaniye ximiko-texnologicheskix obyektov upravleniya</i> [Modeling of chemical-technological control objects] 2nd ed. reworked and additional – M.: RIOR: INFRAM, 2014. – Page 142 (in Russian)
11	Салимов З, Исмаилов О.Ю. Плотность и вязкость жидких углеводородов при температурах 20-98 °С // Научно-технический журнал «Нефтепереработка и нефтехимия». – Москва. 2014. – №1. – С. 18-22.	Salimov Z, Ismailov O.Yu. <i>Plotnost i vyazkost jidkix uglevodorodov pri temperaturax 20-98 °C</i> [Density and viscosity of liquid hydrocarbons at temperatures of 20-98 °C] // Scientific and technical journal “Oil refining and petrochemistry”. - Moscow. 2014. – No. 1. – Page 18-22 (in Russian)
12	Faruntsev S. Method for creation of cell models as a universal tool for the development of mathematical models of dynamics used to perform smart control of oil production facilities // IOP Conf. Series: Journal of Physics. – 2020. – V. 1546. – Pp. 1–13.	Faruntsev S. Method for creation of cell models as a universal tool for the development of mathematical models of dynamics used to perform smart control of oil production facilities // IOP Conf. Series: Journal of Physics. – 2020. – V. 1546. – Pg. 1–13
13	Метод Д.Л. Каца в решении нефтепромысловых задач / И.З. Денисламов, Ш.А. Гафаров, К.И. Идрисов, А.И. Денисламова // Ж. "Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов". – Уфа, 2020. – №1. – С. 55–71.	Method D.L. <i>Katsa v reshenii neftepromislovix zadach</i> [Kats in solving oilfield problems] / I.Z. Denislamov, Sh.A. Gafarov, K.I. Idrisov, A.I. Denislamova // Problems of collection, preparation and transport of oil and petroleum products. – 2020. – No. 1. – Page. 55–71 (in Russian)
14	Технологические основы и моделирование процессов промышленной подготовки нефти и газа / А.В. Кравцов, Н.В. Ушева, Е.В. Бешагина, О.Е. Мойзес, Е.А. Кузьменко, А.А. Гавриков. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 128 с.	<i>Texnologicheskiye osnovi i modelirovaniye protsessov promislovoy podgotovki nefti i gaza</i> [Technological foundations and modeling of oil and gas field preparation processes] / A.V. Kravtsov, N.V. Usheva, E.V. Beshagina, O.E. Moises, E.A. Kuzmenko, A.A. Gavrikov. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2012. – Page 128 (in Russian)
15	Математическое моделирование химико-технологических процессов / Н.В. Ушева, О.Е. Мойзес, О.Е. Митянина, Е.А. Кузьменко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 135 с.	<i>Matematicheskoye modelirovaniye ximiko-texnologicheskix protsessov</i> [Mathematical modeling of chemical-technological processes] / N.V. Usheva, O.E. Moises, O.E. Mityanina, E.A. Kuzmenko. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2014. – Page 135 (in Russian)
16	Сваровская Н.А. Подготовка, транспорт и хранение скважинной продукции: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2004. – 268 с.	Svarovskaya N.A. <i>Podgotovka, transport i xraneniye skvajinnoy produkcii: uchebnoye posobiye</i> [Preparation, transportation and storage of well products: a manual] – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2004. – Page 268 (in Russian)
17	Каталог продукции АО САРРЗ. URL: https://sarrz.ru/produkcija/separatory_otstojniki/gazovye_separatory.html (дата обращения 05.08.2021).	<i>Product catalog of SARRZ JSC. URL: https://sarrz.ru/produkcija/separatory_otstojniki/gazovye_separatory.html (access date 08/05/2021).</i>
18	Грохотова Е.В., Мухина Н.М., Сидоров Г.М. Исследование способов обезвоживания нефти Калининградской области // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». – Уфа, 2019. – №3. – С. 251–267.	Grokhotova E.V., Mukhina N.M. <i>Issledovaniye sposobov obezvozhivaniya nefti Kaliningradskoy oblasti</i> [Sidorov G.M. Study of methods for dehydrating oil in the Kaliningrad region] // Network publication “Oil and Gas Business”. – 2019. – No. 3. – Page. 251–267 (in Russian)
19	Исмаилов О.Ю. Изучения плотности жидких углеводородов // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2013. – №5. – С. 43-45.	Ismailov O.Yu. <i>Izucheniya plotnosti jidkix uglevodorodov</i> [Study of the density of liquid hydrocarbons] // Uzbek Chemical Journal. Tashkent, 2013. – No. 5. – Pages 43-45 (in Russian)
20	Тучкова О.А., Гасилов В.С. Разливы нефти и нефтепродуктов. Часть 1: основные положения разработки Планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов // Вестник технологического университета, Стр 19, 21, 69-72 (2016).	Tuchkova O.A., Gasilov V.S. <i>Razlivi nefti i nefteproduktov. Chast 1: osnovnie polozeniya razrabotki Planov po preduprezhdeniyu i likvidatsii razlivov nefti i nefteproduktov</i> [Spills of oil and petroleum products. Part 1: main provisions for the development of Plans for the prevention and response to oil and petroleum product spills] // Bulletin of the Technological University, pp. 19, 21, 69-72 (2016). (in Russian)

UO'T: 631. 313:634.8.575

QISHLOQ XO'JALIGI EKINLARI MAHSULDORLIGINI OSHIRISHDA ELEKTR O'TKAZIVCHANLIK DAN SAMARALI FOYDALANISH

A.U.Gapparov – dotsent, J.J.Tursunboyev – talaba,

"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti.

Annototsiya

Bugungi kunda respublikamizda yer resurslaridan, xususan, sug'oriladigan suvlardan oqilona hamda samarali foydalanish dolzarb masalaga aylanib bormoqda. Ayniqsa, sug'orish suvlarining fizik, kimyoviy hamda biologik xususiyatlarini, uning ekin unumdorligiga ta'sirini tadqiq etish, baholash asosiy vazifalardan hisoblanadi. Shu sababli ushbu maqolada sug'orish suvini elektr o'tkazuvchanlik orqali hosildorlikni o'rganish haqida so'z boradi.

Ishning dolzarbligi shundaki, hozirgacha respublikamizdagi sug'orish suvlarining elektr o'tkazuvchanligi to'liq tahlil qilinmagan. Tahlil ma'lumotlari sug'orish suvining tarkibi va noorganik aralashmalar mavjudligi haqida birlamchi ma'lumot olish orqali yuqori hosildorlikka erishishga yordam beradi.

Maqolada respublikamizda yetishtirilayotgan qishloq xo'jaligi ekinlarining tuzga chidamliligi va sug'orish suvlarining minerallashuv bo'yicha tasniflari ko'rib chiqiladi, ular elektr o'tkazuvchanlik birliklarida ifodalanadi. Elektr o'tkazuvchanligi ma'lum bir chegaradan oshib ketganda hosildorlikning pasayishi qiymatlari, shuningdek, ushbu ko'rsatkichdan ekinlarni tanlash va tuproqning sho'rlanishi yoki sug'orish suvining minerallashuvining kuchayishi tufayli hosilning pasayishini baholash uchun foydalanish imkoniyati keltirilgan.

Tayanch so'zlar: elektr o'tkazuvchanligi, tuzga chidamliligi, sug'orish suvi, tuproqning sho'rlanishi, tomchilatib sug'orish.

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

A.U.Gapparov – доцент, Ж.Ж.Турсунбаев – студент,

Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Аннотация

Сегодня в нашей стране актуальным становится вопрос рационального и эффективного использования земельных ресурсов, особенно орошаемых вод. В частности, основными задачами являются оценка физических, химических и биологических свойств поливной воды, её влияния на продуктивность сельскохозяйственных культур. Поэтому в данной статье рассматривается исследование эффективности орошения воды за счет электропроводности.

Актуальность работы заключается в том, что до сих пор электропроводность оросительной воды в нашей стране не была полностью проанализирована. Данные анализа помогают достичь высокой производительности за счет получения первичной информации о составе поливной воды и наличии неорганических соединений.

В статье рассмотрена солеустойчивость сельскохозяйственных культур, выращиваемых в нашей республике, и классификация оросительной воды по минерализации, которая выражается в единицах электропроводности. Представлены значения снижения урожайности при превышении электропроводностью определенного предела, а также возможность использования этого показателя для выбора сельскохозяйственных культур и оценки снижения урожайности из-за повышения засоления почвы или минерализации поливной воды.

Ключевые слова: электропроводность, солеустойчивость, оросительная вода, засоление почвы, капельное орошение.

EFFECTIVE USE OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN INCREASING THE PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL CROPS

A.U.Gapparov – associate professor, J.J.Tursunboev – student,

National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"

Abstract

Today in our country the issue of rational and efficient use of land resources, especially irrigated water, becomes relevant. In particular, the main tasks are to assess the physical, chemical and biological properties of irrigation water, its impact on crop productivity. Therefore, this article considers the study of the effectiveness of irrigation of water due to electrical conductivity.

The relevance of the work is that so far the electrical conductivity of irrigation water in our country has not been fully analysed. These analyses help to achieve high productivity by obtaining primary information on the composition of irrigation water and the presence of inorganic compounds.

The article discusses the salt tolerance of agricultural crops grown in our republic and the classification of irrigation water by mineralization, which is expressed in units of electrical conductivity. The values of yield reduction when electrical conductivity exceeds a certain limit are presented, as well as the possibility of using this indicator for selecting crops and assessing yield reduction due to increased soil salinity or mineralization of irrigation water.

Key words: electrical conductivity, salt tolerance, irrigation water, soil salinization, drip irrigation.

Kirish. O'tgan asrda barpo etilgan irrigatsiya va drenaj infratuzilmasi eskirgan: betonlangan kanallar buzilib, loy bosgan, zatvorlar qisman shikastlangan, drenaj loyqalanishi davom etmoqda. Shuningdek, mahalliy suv xo'jaligida ham ayrim kamchiliklar mavjud.

Suv resurslarining yetishmasligi tufayli suvning minerallashuvining kuchayishi bilan ajralib turadigan suv manbalari tobora ko'proq foydalanilmoqda. Sug'orish uchun rejalashtirilgan joylarda ushbu sug'orish suvidan foydalanishga yaroqliligini tezkor baholash uchun suv yoki tuproqning elektr o'tkazuvchanligidan foydalanish mumkin.

Sug'orish suvining minerallashuvining ortishi tuproq eritmasining konsentratsiyasiga ta'sir qiladi. Tuproq eritmasining konsentratsiyasi ma'lum bir chegaradan yuqori

bo'lsa, hosilning pasayishi sodir bo'ladi. Tuz tarkibini elektr o'tkazuvchanlik birliklarida ifodalash mumkin, ular bir metr ga desi-Siemens (dS/m), santimetr uchun mi-Siemens (mS/sm), millimo va boshqalar. ($1 dS/m = 1 millimo = 1 mS/sm = 0,001$ teskari Ohm). [6]

Eritmalarning elektr o'tkazuvchanligi odatda konduktomerlar yordamida aniqlanadi.

1-jadvalda tuproq va suvning sho'rlanishiga muvofiq o'simliklarning tuzga chidamliligi mezonlari aks ettirilgan [1]. Jadvalning uchinchi ustunida suv bilan to'yingan tuproqning elektr o'tkazuvchanligining maksimal qiymatlari diapazonlari (EC_{min}) ko'rsatilgan, bunda hosilning pasayishi kuzatilmaydi.

1-jadval

Tuproq va suvning sho'rlanishiga muvofiq o'simliklarning tuzga chidamliligi mezonlari

<i>Ekinlarni tuzga chidamliligiga qarab guruhlash</i>	<i>Tuproq yoki suvning sho'rlanish darajasi</i>	<i>Ildiz zonasida o'rtacha sho'rlanish (EC_{min}) dSim/m (detsi Simens/metr)</i>
<i>Sezgir</i>	<i>Juda past</i>	<i>< 0,95</i>
<i>O'rtacha sezgir</i>	<i>Past</i>	<i>0,95-1,90</i>
<i>O'rtacha chidamli</i>	<i>O'rtacha</i>	<i>1,90-4,50</i>
<i>Chidamli</i>	<i>Yuqori</i>	<i>4,50-7,70</i>
<i>Juda chidamli</i>	<i>Juda yurori</i>	<i>7,70-12,20</i>
<i>O'simliklar tirik qolmaydi</i>	<i>Ekstremal yuqori</i>	<i>> 12,2</i>

Ma'lumotlar va usullar. Tuzga chidamlilik o'simlikning turlari, tuproq va iqlim xususiyatlari kabi bir necha omillarning ko'plab kombinatsiyalariga bo'liq bo'ladi. 2-jadvalda qishloq xo'jaligining asosiy ekinlarining turlarining tuzga chidamliligiga umumiy bo'liqligi ko'rsatib o'tilgan [1-6]. Ushbu jadvaldan to'g'ri foydalanish uchun suv bilan to'yingan tuproqning elektr o'tkazuvchanligini to'g'ri aniqlashimiz talab etiladi. Suvga to'yingan tuproqning elektr o'tkazuvchanligini aniqlash uchun tahlil o'tkazish tartibi adabiyotlarda keng tavsiflangan [5]. Bu murakkab uskunalarini talab qilmaydi, bu tahlilning asosiy kamchiligi uning nazariy hisobning murakkabligi hisoblanadi. Suv bilan to'yingan tuproqning elektr o'tkazuvchanligi to'g'risidagi ma'lumotlarni olgandan so'ng, ular 3-ustunda 2-jadvalda keltirilgan namuna sifatida keltirilgan hosilining qiymatlari bilan taqqoslanadi. Agar olingan qiymat jadvalda ko'rsatilganidan kam bo'lsa, u holda tuproq eritmasi konsentratsiyasining oshishi natijasida hosilning pasayishi kutilmaydi. Aks holda, 4-ustunda ko'rsatilgan qiymatlardan foydalanib, siz ushbu ekinning hosildorligining mumkin bo'lgan pasayishini taxmin qilishingiz mumkin [6].

Hosildorlikning mumkin bo'lgan pasayishini hisoblash quyidagi formula bo'yicha amalga oshirilishi mumkin [2]:

$$HK_{haq} = (EC_{haq} - EC_{min}) \cdot HK_{jadval} \quad (1)$$

Bu yerda HK_{haq} – hosildorlikning haqiqiy kamayishi, %;
 EC_{haq} – sinovdan o'tgan suv bilan to'yingan tuproqning

elektr o'tkazuvchanligi dS/m (detsi Simens/metr)

EC_{min} – suv bilan to'yingan tuproqning elektr o'tkazuvchanligining chegara qiymati (2-jadvalning 3-ustun), dS/m ;

HK_{jadval} – elektr o'tkazuvchanligining $1 dS/m$ ga ortishi bilan hosildorlikning pasayishi, %

Tomchilatib sug'orish uchun, sug'orish juda tez-tez amalga oshirilganda, tuproq eritmasi va sug'orish suvini deyarli bir xil deb taxmin qilish mumkin. Ekinlar uchun R.S.Ayers va D.V.Vestkotlar o'simliklar o'sishi mumkin bo'lmagan nazariy maksimal elektr o'tkazuvchanlik qiymatlarini o'rnatdilar (2-jadvaldagi 5-ustun). Muayyan sug'orish suvidan foydalanish natijasida hosildorlikning nazariy kamayishini aniqlash uchun suvning elektr o'tkazuvchanligi aniqlanadi, bu suvga to'yingan tuproqning elektr o'tkazuvchanligini aniqlashdan ko'ra osonroqdir. Keyinchalik, suvning elektr o'tkazuvchanligini suv bilan to'yingan tuproqning elektr o'tkazuvchanligining chegara qiymatlari bilan solishtiring (2-jadvalning 3-ustun). Agar suvning elektr o'tkazuvchanligi past bo'lsa, unda sho'rlanish tufayli hosilning kamayishi kutilmaydi degan xulosaga keladi. Aks holda, hosilning pasayishi formula [2] bo'yicha aniqlanadi:

$$HK_{haq} = \frac{EC_w - EC_{min}}{EC_{max} - EC_{min}} \cdot 100 \quad (2)$$

EC_w – sug'orish suvining elektr o'tkazuvchanligi, dS/m ;
 EC_{max} – suv bilan to'yingan tuproqning elektr

Tuproq va suvning elektr o'tkazuvchanligining ekinlar hosildorligiga ta'siri

Ekinlar		Suv bilan to'yingan tuproqning elektr o'tkazuvchanligi			Ekinlarning tuzga chidamlilik xususiyatlari	Turli granulometrik tarkibli tuproqlar uchun sug'orish suvining elektr o'tkazuvchanligining chegara qiymatlari, EC_w , dS/m		
Umumiy nomi	Botanik nomi	Chegara qiymati EC_{min} , dS/m	HK_{judval} (hosildorlikning kamayishi) -Sho'rlanish darajasi ortishi bilan mos keladi bitta birlik, %	EC_{max} , dS/m		Yengil (qumli)	O'rtacha (quyloq)	Og'ir (gilli)
Dala ekinlari								
Arpa	<i>Hordeum vulgare</i>	8,0	5,0	28	Chidamli	12,6	7,2	4,2
Paxta	<i>Gossypium hirsutum</i>	7,7	5,2	27	Chidamli	12,1	6,9	4,0
Bug'doy	<i>Triticum aestivum</i>	6,0	7,1	20	O'rtacha chidamli	9,4	5,3	3,1
Qattiq bug'doy	<i>Triticum turgidum</i>	5,9(5,7)	3,8		Chidamli	9,6	5,5	3,2
Makkajo'xori	<i>Zea Mays</i>	1,7	12	10	O'rtacha sezgir	3,2	1,8	1,1
Sholi	<i>Oryza sativa</i>	3,0	12		Sezgir	4,8	2,7	1,6
Kungaboqar	<i>Helianthus annuus</i>	5,5			O'rtacha sezgir	7,5	4,3	2,5
Soya	<i>Glycine max</i>	5,0	20		O'rtacha chidamli	7,0	4,0	2,3
Yem-xashak ekinlari va o'tlar								
Beda	<i>Medicago sativa</i>	2,0	7,3		O'rtacha sezgir	4,3	2,5	1,4
Bermud o'ti	<i>Cynodon dactylon</i>	6,9	6,4		Chidamli	10,8	6,1	3,6
Makkajo'xori	<i>Zea mays</i>	1,8	7,4		O'rtacha sezgir	4,0	2,3	1,3
Meva								
Anor	<i>Punica granatum</i>	2,7(4,0)		14	O'rtacha chidamli	5,1	2,9	1,7
Apelsin	<i>Citrus sinensis</i>	1,7	16	8	Sezgir	2,9	1,7	1,0
Limon	<i>Citrus limon</i>	1,7(1,0)		8	Sezgir	1,3	0,7	0,4
Olma, nok	<i>Malus sylvestris</i>	1,7(1,0)	21	8	Sezgir	2,0	1,2	0,7
Yono'oq	<i>Juglans regia</i>	1,7		6,5	Sezgir	2,2	1,2	0,7
Shaftoli	<i>Prunus persica</i>	1,6(3,2)	24	6	Sezgir	4,7	2,7	1,6
O'rik	<i>Prunus armeniaca</i>	1,5(1,6)	9,6	12	O'rtacha sezgir	2,5	1,4	0,8
Uzum	<i>Vitis sp.</i>	1,5			Sezgir	3,3	1,9	1,1
Gilos	<i>Prunus avium</i>	1,5	19	7	Sezgir			
Olxo'ri	<i>Prunus domestica</i>	1,5			Sezgir	2,5	1,4	0,8
Smorodina	<i>Ribes sp.</i>				Sezgir			
Malina	<i>Rubus idaeus</i>	1,0	33	4	Sezgir	1,3	0,7	0,4
Sabzavot								
Qovun	<i>Cucumis melo</i>	2,2	-	16	O'rtacha sezgir	4,6	2,6	1,5
No'xat	<i>Pisum sativum</i>	2,5	-		Sezgir	3,2	1,8	1,1
Qalampir	<i>Capsicum annum</i>	1,5	14	8,5	O'rtacha sezgir	2,8	1,6	0,9
Qovoq	<i>Cucurbita pepo pepo</i>	2,5	-		O'rtacha sezgir	3,2	1,8	1,1
Patisson	<i>Cucurbita pepo melo.</i>	3,2	16		O'rtacha sezgir	4,8	2,7	1,6
Sabzi	<i>Daucus carota</i>	1,0	14,0	8	Sezgir	2,2	1,2	0,7
Kartoshka	<i>Solanum tuberosum</i>	1,7	12,0	10	O'rtacha sezgir	3,2	1,8	1,1
Pomidor	<i>Lycopersicon lycoper.</i>	2,5(2,3)	9,9	12,5	O'rtacha sezgir	3,5	2,0	1,2
Piyoz	<i>Allium cepa</i>	1,2	16,0	7,5	Sezgir	2,3	1,3	0,8
Bodring	<i>Cucumis sativus</i>	2,5	13,0	10	O'rtacha sezgir	4,2	2,4	1,4
Sholg'om	<i>Brassica rapa</i>	0,9	9,0		O'rtacha sezgir	2,5	1,4	0,8
Tarvuz	<i>Citrullus lanatus</i>	-	-		O'rtacha sezgir			

Eslatma: 3-ustunda qavs ichida [1] dan qiymatlar ko'rsatilgan, ular [2-4] da ko'rsatilgan qiymatlardan farq qiladi.

o'tkazuvchanligining maksimal nazariy qiymati, bunda hosil 0 ga kamayadi (2-jadvalning 5-ustun), dS / m.

Tuproqning granulometrik tarkibini elektr o'tkazuvchanligi bo'yicha hisobga olgan holda turli ekinlarni sug'orish

3-jadval
Sug'orish suvining elektr o'tkazuvchanligi bo'yicha tasnifi

Suvning elektr o'tkazuvchanligi, dS/m	Sug'orish suvlarining sho'rliigi bo'yicha tasnifi (eruvchan tuzlar darajasi)
< 0,65	Past
0,65-1,3	O'rta
1,3-2,9	Yuqori
2,9-5,2	Juda yuqori
> 5,2	Ekstramal yuqori

uchun suvning yaroqliligini baholash 2-jadval yordamida amalga oshirilishi mumkin. 7, 8 va 9-ustunlarda mos ravishda engil, o'rta va og'ir tuproqlarda qo'llaniladigan sug'orish suvining elektr o'tkazuvchanligining chegara qiymatlari ko'rsatilgan. Tekshirilgan sug'orish suvidan foydalanish natijasida hosildorlikning amalda kamayishi aniqlangandan so'ng, ushbu ekinni yetishtirishning maqsadga muvofiqligi to'g'risida xulosa chiqariladi yoki bunday sharoitda hosilni kamaytirmasdan o'sishi mumkin bo'lgan boshqa ekin tanlanadi [1-8].

Umumiy holda, sug'orish suvini elektr o'tkazuvchanligi bo'yicha baholash uchun quyidagi darajalar o'rnatiladi, ular 3-jadvalda keltirilgan [1].

Yerlarning bosqichma-bosqich sho'rlanishi natijasida qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligi pasayib bormoqda. Hozirgi vaqtda O'rta Osiyodagi yerlarning 50 foizga yaqini sho'rlanishga uchragan (4-jadval).

4-jadval

Davlat	Sug'oriladigan maydon	Sho'rlanishga uchragan	
		(Gektar)	%
O'zbekiston	4 280 600	2 140 550	50.1%
Qirg'iziston	10 77 100	124 300	11.5%
Tojikiston	719 200	115 000	16.0%
Qozoo'iston	2 313 000	>763 290	>33.0%
Turkmaniston	1 744 100	1 672 592	95.9%
Markaziy Osiyo	10 134 000	4 815 732	47.5%

Xulosa.

Tuproqning granulometrik tarkibini elektr o'tkazuvchanligi bo'yicha hisobga olgan holda turli ekinlarni sug'orish uchun suvning yaroqliligini baholash natijasida quyidagi xulosalarni berish imkoniyati mavjudligini e'tirof etish mumkin.

Shunday qilib, elektr o'tkazuvchanlik ko'rsatkichidan foydalanib, tuproqning granulometrik tarkibi ma'lum bo'lgan hamda tekshirilgan sug'orish suvidan foydalanish natijasida hosildorlikning amalda kamayishi aniqlangandan so'ng, ushbu ekinni yetishtirishning maqsadga muvofiqligi

to'g'risida xulosa chiqariladi yoki bunday sharoitda hosilni kamaytirmasdan o'sishi mumkin bo'lgan boshqa ekin tanlanadi.

Yuqorida hisobga olingan tahlillarni inobatga olib hozirgi kunda mamlakatimizda yer resurslaridan, xususan, sug'oriladigan suvlardan oqilona hamda samarali foydalanish dolzarb masalaga ekanligini e'tiborga olib ayniqsa, sug'orish suvlarining fizik, kimyoviy hamda biologik xususiyatlarini, uning ekin unumdorligiga ta'sirini tadqiq etish, baholash asosiy vazifalardan hisoblanadi.

№	Adabiyotlar	References
1	Irrigation water quality – salinity and soil structure stability (Sug'orish suvining sifati - sho'rlanishi va tuproq strukturasi barqarorligi) [Elektron resurs]. – Havola: http://www.derm.gld.gov.au/factsheets/pdf/water/w55.pdf/ .	Irrigation water quality – salinity and soil structure stability [Electronic resource]. – Access mode: http://www.derm.gld.gov.au/factsheets/pdf/water/w55.pdf/ .
2	National Engineering Handbook. Part 623. Chapter 7. Trickle Irrigation (Milliy muhandislik qo'llanmasi. 623-qism. 7-bob. Tomchilab sug'orish)[Elektron resurs]. – Havola: http://viewer.zoho.com/api/urlview.dourl=http://www.wsi.nrcs.usda.gov/products/W2Q/downloads/Irrigation/ChapterSeven.pdf .	National Engineering Handbook. Part 623. Chapter 7. Trickle Irrigation [Electronic resource]. – Access mode: http://viewer.zoho.com/api/urlview.dourl=http://www.wsi.nrcs.usda.gov/products/W2Q/downloads/Irrigation/ChapterSeven.pdf .
3	National Engineering Handbook. Part 623. Chapter 2. Irrigation Water Requirements (Milliy muhandislik qo'llanmasi. 623-qism. 2-bob. Sug'orish uchun suvga qo'yiladigan talablar) [Elektron resurs]. – Havola: http://irrigationtoolbox.com/NEH/Part623_Irrigation/H_210_623_02.pdf .	National Engineering Handbook. Part 623. Chapter 2. Irrigation Water Requirements [Electronic resource]. – Access mode: http://irrigationtoolbox.com/NEH/Part623_Irrigation/H_210_623_02.pdf .
4	Maas, E. V. Testing Crops for Salinity Tolerance (Ekinlarning sho'rlanishga chidamliligini tekshirish) [Elektron resurs]. Havola: http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/5310-2000/pdf_pubs/P1287.pdf .	Maas, E. V. Testing Crops for Salinity Tolerance [Electronic resource]. – Access mode: http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/5310-2000/pdf_pubs/P1287.pdf .
5	Soil Survey Laboratory Methods Manual (Tuproqni tekshirish laboratoriya usullari bo'yicha qo'llanma) [Elektron resurs]. – Havola: ftp://ftpfc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Lab_Methods_Manual/SSI_R42_2004_view.pdf .	Soil Survey Laboratory Methods Manual [Electronic resource]. – Access mode: ftp://ftpfc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Lab_Methods_Manual/SSI_R42_2004_view.pdf .
6	Л. А. Воеводина. Использование показателя электропроводности для оценки продуктивности сельскохозяйственных культур // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, № 1(05), 2012 г.	L.A. Voyevodina. "Ispolzovanie pokazatelya elektroprovodnosti dlya otsenki produktivnosti selskoxozyaystvennix kultur" [Using electrical conductivity to assess crop productivity]. Scientific journal of the Russian Research Institute for Land Reclamation Problems, № 1(05), 2012. (in Russian)
7	Анализ питьевых и природных вод. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008.	<i>Analiz pitevix i prirodnix vod. Uchebnoe posobie</i> [Analysis of drinking and natural waters. Tutorial]. – Tomsk: TPU Publishing House. (in Russian)
8	Воробьев И.И. Применение измерения электропроводности для характеристики химического состава природных вод. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 141 с.	Vorobiev I.I. "Primenenie izmereniya elektroprovodnosti dlya xarakteristiki ximicheskogo sostava prirodnix vod". [Application of electrical conductivity measurements to characterize the chemical composition of natural waters.] M., Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1963-141 p. (in Russian)
9	Почкин Ю.Н. Определение электропроводности воды при изучении солевого режима открытых водоемов // Ж.: "Гигиена и санитария". – Московская обл., 1967. – № 5.	Pochkin Yu.N. "Opredelenie elektroprovodnosti vodi pri izucenii solevogo rejima otkritix vodoyomov" [Determination of electrical conductivity of water when studying the salt regime of open reservoirs] // Hygiene and Sanitation. 1967, N 5. (in Russian)
10	Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 447 с.	Lurie Yu.Yu. "Anakiticeskaya ximiya promishlennix stocnix vod" [Analytical chemistry of industrial wastewater]. M., Chemistry, 1984-447 p. (in Russian)
11	Методика выполнения измерений содержания сульфат-ионов титриметрическим методом с солью бария. РД 52.24.58-88.	"Metodika vipolneniya izmereniy soderjaniya sulfat-ionov titrimetricheskim metodom s solyu bariya". [Methodology for measuring the content of sulfate ions using the titrimetric method with barium salt]. RD 52.24.58-88. (in Russian)
12	ГОСТ 27384-87. Вода. Нормы погрешности измерения показателей состава и свойств.	GOST 27384-87. Water. "Normi pogreshenosti izmereniya pokazatelyn sostava i svoystv" [Measurement error standards are indicative of composition and properties]. (in Russian)
13	Б. С. Первухин, В. Б. Юшкова. Модернизация метода измерения удельной электропроводности жидкостей, воды химических растворов // Ж. "Ползуновский вестник". – Алтай. 2015. – №4. Т.1. – С. 95-98.	B. S. Pervukhin, V. B. Yushkova "Modernizatsiya metoda izmereniya udelnoy elektroprovodnosti jidkostey vodi ximicheskix rastvorov" [Modernization of the method for measuring the specific electrical conductivity of liquids, water and chemical solutions]. Polzunovskiy vestnik No. m4. T1 –2015.– P.95-98. (in Russian)

14	Юкио ОКУДА, JIRCAS Хироши ИКЕУРА, JIRCAS Джуния ОНИШИ, JIRCAS Наото НИТТА. Руководство. Меры по минимизации засоленности сельскохозяйственных земель при условиях высоких грунтовых вод. Напечатано в февраль 2013 года.	Yukio OKUDA, JIRCAS Hiroshi IKEURA, JIRCAS JUNIA ONISHI, JIRCAS Naoto NITTA. Guidance. "Meri po minimizatsii zasolennosti selskoxozyastvennix zemel pri usloviyax visokix gruntovix vod" [Measures to minimize salinity of agricultural lands under high groundwater conditions]. Published February 2013. (in Russian)
15	Первухин, Б. С. Использование переходных процессов для определения контактных первичных преобразователей // Ж.: "Ползуновский альманах". – Алтай, 2014. – №1. – С. 48–50.	Pervukhin, B. S. "Ispolzovanie perexodnix protsessov dlya opredeleniya kontaktnix preobrazovateley" [Use of transient processes to determine contact primary converters] // Polzunovsky almanac. 2014. No. 1. P. 48–50. (in Russian)
16	Первухин, Б. С. Определение параметров и контактных первичных преобразователей кондуктометров // Измерительная техника. – 2008. – №3. – С. 61–63.	Pervukhin, B. S. "Opredelenie parametrov I kontaktnix pervicnix preobrazovateley konduktometrov" [Determination of parameters and contact primary converters of conductometers] // Measuring equipment. 2008. No. 3. P. 61–63 (in Russian)
17	Успенская, Е.В. Изучение структуры воды на супрамолекулярном уровне для разработки новых методов стандартизации и контроля качества минеральных вод и жидких лекарственных форм [Текст] // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук: 15.00.02. – Москва, 2007.	Uspenskaya, E.V. "Izucenie strukturi vodi na supramolekulyarnom urovne dlya razrabotki novix m etodov standartizatsii I kontrolya kachestva mineralnix vod I jidkix lekarctvennix form". [Study of the structure of water at the supramolecular level for the development of new methods for standardization and quality control of mineral waters and liquid dosage forms] [Text] // Abstract of the dissertation for the scientific degree of Candidate of Chemical Sciences: 15.00.02. Moscow, 2007 (in Russian)
18	Chaplin M. Water structure and Science. [Suv tuzilishi va fan] [electron resurs] Ang.-Navola: http://www.lsbu.ac.uk/water/index2.html	Chaplin M. Water structure and Science. [Electronic resource]/ Англ.- Access mode: http://www.lsbu.ac.uk/water/index2.html
19	Саркисов, Г.Н. Структурные модели воды [Текст] // УФН, 2006. - Т. 176, № 8, - С. 833-845.	Sarkisov, G.N. "Struktirnie modeli vodi" Structural models of water [Text] // UFN, 2006. T. 176, No. 8, P. 833-845. (in Russian)
20	Н. О. Мчедлов-Петросян, Ю. Э. Зевацкий, Д. В. Самойлов. Физическая химия. Кислотно-основные равновесия в водных растворах. Учебное пособие. – Санкт-Петербург 2018: Отпечатано в типографии ФГБОУВО «СПбГУПТД»	N.O.Mchedlov-Petrosyan, Yu. E. Zevatsky, D. V. Samoilov. "Fiziceskaya ximiya. Kislotno-osnovnie ravnovesiya v vodnix rastvorax". [Physical chemistry. Acid-base equilibria in aqueous solutions. Tutorial]. – St. Petersburg 2018: Printed in the printing house of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "SPbGUPTD" (in Russian)

UO‘T 681.5: 64.011.56:627.91.4:

QISHLOQ XO‘JALIGIDA SUV RYESURLARI SARFINI BOSHQARISHDA O‘LCHASH USULLARINI TANLASH VA SUV OQIMI O‘LCHAGICHLARINI JORIY ETISH TAHLILI

*P.I.Kalandarov – t.f.d., professor, X.I.Turkmenov – t.f.n., dotsent,
"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" MTU*

Аннотация

Maqolada suv iste‘molini hisobga olishning asosiy qiyinchiliklari va muammolari ko‘rib chiqilgan. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini qurishda va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimining bir qismi sifatida o‘lchash vositalaridan foydalanishda an’anaviy va istiqbolli yondashuvlarni qo‘llash xususiyatlari va suv oqimini aniqlash usulini tanlash muammolari tahlil etilgan. Vaqt pulsi ultratovushli oqim o‘lchagichida nurning akustik trayektoriyalarini hisoblashning matematik model ishlab chiqilgan.

Volga ML tipidagi oqim o‘lchagich misolida suv sarfini o‘lchashning ultratovush usullari ko‘rib chiqiladi, ularning ishlash tamoyillari muhokama qilinadi, bosim rejimida oqimni hisoblash, akkordlarga nurlarni joylashtirish sxemalari, bosim kanalining kesimi, bosimsiz rejimda oqimni hisoblash, modulli tarmoqlangan arxitekturasi, suv quvurlarining oqishi va yorilishi uchun signalizatsiya tizimlarida oqim o‘lchagichdan foydalanish masalalari tahlil etilgan va tegishli xulosa va tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: suv, suv sarfi, suv iste‘moli, hisoblagich, ultratovush usuli, avtomatlashtirish.

АНАЛИЗ ВЫБОРА МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ РАСХОДОМЕРОВ ВОДЫ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*П.И.Каландаров – д.т.н., профессор, Х.И.Туркменов – к.т.н., доцент,
НИУ "Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства"*

Аннотация

В статье рассматриваются основные трудности и проблемы учета водопотребления. Проанализированы особенности применения традиционных и перспективных подходов к построению автоматизированных систем управления и использованию измерительных приборов в составе автоматизированной системы управления, а также проблемы выбора метода определения расхода воды. Разработана математическая модель для расчета акустических траекторий света на ультразвуковом расходомере с временным импульсом.

На примере расходомера типа Volga ml рассмотрены ультразвуковые методы измерения расхода воды, обсуждены принципы их работы, расчет расхода в режиме давления, схемы размещения излучения на хордах, поперечное сечение напорного канала, расчет расхода в режиме без давления, модульная разветвленная архитектура, проанализировано использование счетчиков в системах сигнализации об утечке и разрыве водопроводных труб.

Ключевые слова: вода, водопотребление, расход воды, счетчик, ультразвуковой метод, автоматизация.

ANALYSIS OF THE CHOICE OF MEASUREMENT METHODS AND THE INTRODUCTION OF WATER FLOW METERS IN THE MANAGEMENT OF WATER RESOURCE CONSUMPTION IN AGRICULTURE

*P.I.Kalandarov – doctor of technical sciences, professor, X.I.Turkmenov – candidate of technical sciences, associate professor,
National Research University "TIAME"*

Abstract

The article discusses the main difficulties and problems of accounting for water consumption. The features of the application of traditional and promising approaches to the construction of automated control systems and the use of measuring instruments as part of an automated control system, as well as the problems of choosing a method for determining water flow, are analyzed. A mathematical model has been developed to calculate the acoustic trajectories of light on an ultrasonic flowmeter with a time pulse.

Using the example of a Volga ml type flowmeter, ultrasonic methods for measuring water flow are considered, the principles of their operation are discussed, flow calculation in pressure mode, radiation placement schemes on chords, cross-section of the pressure channel, flow calculation in non-pressure mode, modular branched architecture, the use of meters in alarm systems for leakage and rupture of water pipes is analyzed.

Keywords: water, water consumption, water consumption, meter, ultrasonic method, automation.



Kirish. O'zbekiston qishloq xo'jaligi yiliga 39 milliard kub metr suv iste'mol qilgan. Ulardan 36% yoki 14 milliard kubometr tuproqli kanallarda yo'qolgan, dedi Respublikamiz Prezidenti 2023-yil 20-oktabr kuni o'tkazilgan selektor yig'ilishida. Bugungi kunda 2,5 million gektar maydonni sug'orish uchun 5 mingdan ziyod nasos ishlatilib, yiliga 7 milliard kilovatt soat elektr sarflanadi. Lekin, 80 foiz nasoslar 35–40 yildan beri ishlatilib, o'z muddatini o'tab bo'lgan. Davlatimiz rahbari suv xo'jaligidagi bunday vaziyatdan chuqur tashvishdaligini qayd etib, soha mutasaddilariga qattiq e'tiroz bildirdi [1].

Suvdan noto'g'ri foydalanish, beg'araz foydalanish va iqlim o'zgarishi tufayli global chuchuk suv zaxiralari doimiy ravishda tugab bormoqda. Dunyoning ko'p joylarida suv tanqisligi va sifati muammolari kelajakda oziq-ovqat xavfsizligi va ekologik barqarorlikka jiddiy tahdid solmoqda.

Dunyodagi chuchuk suv iste'molining taxminan 70 foizi qishloq xo'jaligi sohasiga to'g'ri keladi, ammo ko'plab mamlakatlarda suvdan foydalanish samaradorligi 50 foizdan kam. Suv sarfini nazorat qilish usullari suvdan foydalanish, shu jumladan tuproqdan bug'lanish natijasida yo'qotishlar to'g'risida ma'lumotlarni olish va sug'orishni rejalashtirishni optimallashtirish va suvdan foydalanish samaradorligini oshirishga yordam beradi.

Suv iste'moli uchun o'lchash usullarini va ular negizida qurilmalarini ishlab chiqish va ularni o'rnatish va suvdan foydalanish va suv sarfini tizimli tahlil etish masalalari bugungi kunda dolzarb masala hisoblanadi.

Ushbu masala yuzasidan ko'plab tadqiqotlar [2–5] va olimlarning ilmiy ishlari [6–9] mavjud, shulardan ayrimlarini keltirib o'tamiz.

Suv va issiqlikni tijorat hisobida eng ko'p ishlatiladigan usullaridan:

1. Hajmli oqimni o'lchash usullari.
2. Magnit induksiya (elektromagnit) oqimni o'lchash usuli.
3. Ultratovush oqimni o'lchash usuli.

Hajmli oqimni o'lchash – nazorat qilinadigan muhitning ma'lum hajmdagi o'lchash miqdorlari orqali o'tadigan yoki hisoblagich kameralaridan va uning pichoqlarini uzluksiz aylantirish bilan o'tadigan qismlarini ketma-ket yig'ilishini ta'minlashdan iborat.

Hajmli oqimni o'lchashning to'g'ridan-to'g'ri (bevosita) usuli to'g'ridan-to'g'ri ishlaydigan hajm schyotchiklar qo'llaniladi. Bunday holda, boshqariladigan muhitning hajmlari ketma-ket o'lchanadi, o'lchash kameralarining kattaligi va shakli bilan belgilanadi va hisoblagichdan o'tgan qismlar soni hisoblash mexanizmi yordamida hisoblanadi.

Hajmli oqimni o'lchashning bilvosita usuli o'lchash kameralarisiz metrlarda qo'llaniladi. Hajmi, masalan, siljish yoki oqim tezligini o'lchash, vaqt o'tishi bilan oqim tezligini birlashtirish orqali aniqlanadi. Shu bilan birga, boshqariladigan muhitning zichligini hisobga olish kerak.

Magnit-induksion oqim o'lchagichning ishlash prinsipi va dizayni magnit maydonda harakatlanadigan elektr o'tkazgichda elektr toki paydo bo'ladi (elektromagnit induksiya qonuniga ko'ra). Ushbu effekt oqim tezligini aniqlash uchun elektromagnit oqim o'lchagichda qo'llaniladi.

Oqayotgan suyuqlik o'tkazgich bilan aniqlanadi, ya'ni u ma'lum bir minimal o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi kerak.

Harakatlanuvchi suyuqliklarda ultratovush tebranishlarining tarqalish tezligi (chastotasi 50 kGts va undan yuqori) suyuqlikning o'zi harakat tezligiga qarab o'zgaradi.

Ultratovush sarf o'lchagichlari – bu akustik tebranishlar suyuqlik yoki gaz oqimidan o'tganda yuzaga keladigan oqimga bog'liq ta'sirni o'lchashga asoslangan qurilmalar. Amalda ishlatiladigan deyarli barcha akustik oqim o'lchagichlar ultratovush chastota diapazonida ishlaydi va shuning uchun ultratovush deb yuritiladi.

Ko'p hollarda suv oqimini doimiy o'lchash talab qilinadi. Xususan, suv ta'minoti uchun to'lash kerak bo'ladi, bundan tashqari, hech qanday sababsiz suv sarfining keskin oshishi bilan quvur liniyasining turli uchastkalarida oqim o'lchovlari yashirin oqish yoki noqonuniy ulanish joylarini aniqlash imkonini beradi.

Ushbu muammolarni hal qilish uchun yer va suv resurslarini boshqarishni takomillashtirish zarur. Qishloq xo'jaligida suvdan foydalanish amaliyotini maqbullashtirish maqsadida turli asoslangan texnologiyalarni ishlab chiqish va joriy etish zaruriyati kelib chiqadi, bu esa o'simlikchilikni jadallashtirish va tabiiy resurslarni saqlashga yordam beradi.

Bu o'z navbatida suv sarfini monitoring qilish va hisobga olishning avtomatlashtirilgan tizimini joriy etishni talab qiladi. Rivojlangan davlatlarning ko'pchiligida barcha foydalanilgan suv resurslarini monitoring qilish va hisobga olishning yagona avtomatlashtirilgan tizimi joriy etilgan. O'zbekiston Respublikasi Suv xo'jaligi vazirligi tomonidan suv olish joylarida suv iste'moli uchun o'lchash moslamalarini o'rnatish va suvdan foydalanish va suv sarfini tizimli monitoring qilish tajribalari keng qo'llanilmoqda.

Shu bilan birgalikda, yer usti, yer osti, tabiiy va kommunal suv ta'minoti tizimlari orqali iste'molchilar tomonidan suvdan foydalanishni hisobga olish, hisobot berish va nazorat qilish onlayn rejimida amalga oshirish masalalarini kuchaytirish zarur. Buni amalga oshirish uchun real vaqt rejimida yagona integratsiyalashgan ma'lumotlar bazasi shaklida foydalaniladigan suv resurslari hajmi to'g'risida ma'lumot bilan ta'minlash uchun dasturiy ta'minotlarni ishlab chiqish rejalarini ham jadallashtirish va amalda joriy etish zarur talab etiladi.

Suv iste'molchilarini aqlli suv hisoblagichlari ("Aqlli suv") va shunga o'xshash raqamli texnologiyalar bilan jihozlash bo'yicha pilot loyihalarni ishlab chiqish va ularni qishloq xo'jaligi sohasi korxonalarida tajribalardan o'tkazish zarur.

Shu maqsadda suv sarfini o'lchaydigan va nazorat qiladigan o'lchash vositalaridan biri ultratovush suv iste'molini o'lchash tizimlarini tahlil etib chiqamiz.

Ultratovush suv iste'molini o'lchash tizimlari. Bugungi kunda dunyo bozorida faol ravishda ommalashib borayotgan ultratovush hisoblagichlari suv sarfining tezligini aniqlash uchun ultratovush to'lqinlaridan foydalanishga asoslangan. Ushbu qurilmalar yuqori o'lchov aniqligi bilan ajralib turadi. Ularning o'ziga xos xususiyati harakatlanuvchi qismlarning yo'qligi bo'lib, bu ularni mexanik eskirishga nisbatan kamroq bog'liqligi va xizmat muddatini sezilarli darajada oshirishi bilan boshqa usullardan farqlanadi.

Ultratovush, elektron va IoT asosidagi suv sarfini hisobga olishning zamonaviy usullari foydalanuvchi uchun keng imkoniyatlarni ochib beradi. Ular aniq ma'lumot beradi, iste'mol tahlilini ta'minlaydi va hatto boshqa aqlli uy yoki sanoat uskunalari tizimlari bilan integratsiyalanadi.

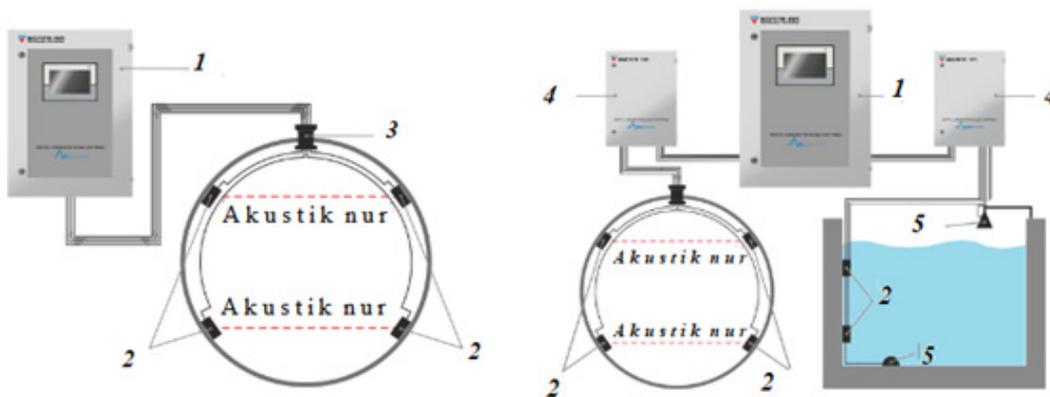
Misol tariqasida akustik ultratovushli sarf Volga ML o'lchagich ko'rib chiqamiz.

Ta'riflangan vazifalarni hal qilish uchun NKF Volga (Rossiya) tashkiloti tomonidan Volga sarf o'lchagichlari bir nechta qator turlarini yaratgan [10]. Gidrotexnika,

gidrodinamika va akustika sohasidagi uzoq yillik tajribaga ega bo'lib, sarf o'lchagichlardan real sharoitda foydalanishning asosiy xususiyatlarini hisobga olishga imkon beradi. Volga seriyali uskunalar eng yuqori xalqaro standartlar talablariga javob beradi. U metrologik attestatsiyadan, ko'plab laboratoriya va dala sinovlaridan o'tgan va Rossiya va xorijdagi yirik energetika va sanoat obyektlarida o'rnatilgan va muvaffaqiyatli ishlayotgan.

Volga ML akustik ultratovushli sarf o'lchagichi suyuqlikning hajmli oqim tezligi va hajmini to'g'ridan-to'g'ri va teskari oqim uchun qiymatlarni alohida hisoblash bilan, shuningdek, ularning quvurlardagi umumiy qiymatlarini, asosan o'rta va katta, bosim ostida, bosimsiz va birlashgan oqim rejimlarini o'lchash uchun mo'ljallangan.

Sarf o'lchagichning umumiy strukturaviy sxemasi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Sarf o'lchagichning strukturaviy umumiy sxemasi

1. Ikkilamchi o'lchash o'zgartkichi (IO'O').
2. Kabellar bilan birlamchi akustik o'zgartkichining (BAO') to'plami.
3. Bosim kanalidan (C) kabellarni (salnik) chiqarish uchun qurilma (ixtiyoriy).
4. Ikkilamchi oraliq o'zgartkichi (IOO') (ixtiyoriy)
5. Chuqurlik o'zgartkichlari (PG) (ixtiyoriy).

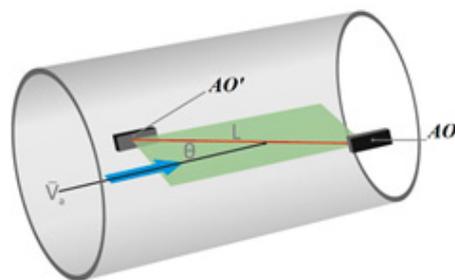
Ultratovushli sarf o'lchagichi suyuqlik oqimidan o'tadigan ultratovush signalining turli parametrlaridagi o'zgarishlarni tahlil qiladi va olingan ma'lumotlarga asoslanib, suv oqimi tezligini hisoblab chiqadi.

Qurilmaning turi obyektning xususiyatlariga qarab tanlanadi. Ultratovushli sarf o'lchagichi oqava suv o'lchagich mavjud tarmoqlardagi tekshirish quduqlariga o'rnatiladi. Suv sarfi o'lchagichi quvur liniyasi tebranmaydigan joylarga o'rnatilishi kerak. Agar quvurlarning tebranishi ruxsat etilgan qiymatdan oshsa, ular qo'zg'almaydigan asosga o'rnatilishi kerak.

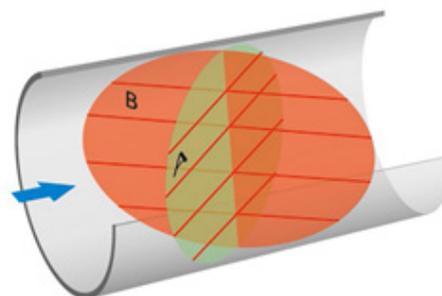
Volga ML akustik ultratovushli sarf o'lchagichi 78414-20 (MP 2550-0361-2019) uchun o'lchovlarning bir xilligini ta'minlash uchun Federal axborot fondida o'lchov vositasi sifatida. Volga ML akustik sarf o'lchagichi, shuningdek, Qozog'iston Respublikasi o'lchovlarining bir xilligini

ta'minlash uchun 02/23/2023 uchun KZ.02.03.01061-2023/78414-20 Davlat tizimining reyestrda ro'yxatga olingan. Volga ML akustik ultratovushli oqim o'lchagichi Yeva mukofoti-2020 xalqaro ekologik mukofotining yeng yaxshi texnologiyasi nominatsiyasida g'olib deb topilgan.

Sarf o'lchagichning ishlash tamoyili. Vaqt-impuls oqimini o'lchash usuli akustik signalning yuqori oqim va teskari yo'nalishdagi oqim tezligi vektoriga burchak ostida turli xil sarf vaqtiga asoslangan. Akustik nurning ma'lum uzunligi bilan signalni oldinga va teskari yo'nalishda uzatish vaqtidagi farqni o'lchagandan so'ng, suv oqimi bilan



Tezlikni o'lchash



Akustik nurlarning ikki tekislikli (kesishma) joylashuvi



2-rasm. Volga ML sarf o'lchagich o'zgartkichlar va aksessuarlar

qo'shilgan tezlik komponentini aniqlash mumkin bo'ladi. Ushbu usulni amalga oshirish uchun kanalning qarama-qarshi devorlariga birlamchi akustik o'zgartkichlar o'rnatiladi, ular akustik nurni oqimga burchak ostida hosil qiladi, ultratovush signalini chiqaradi va qabul qiladi. Burchakning qiymati o'lchash diapazonini loyihalashda aniqlanadi va bir nechta omillarga bog'liq bo'lib, odatda 30 dan 70 gacha bo'lgan qiymatlar qabul qilinadi.

Akustik nurning bir birlamchi akustik o'zgartkichdan boshqasiga o'tish vaqti quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$t = \frac{L}{c} + \varepsilon V_a \cos \theta$$

bu yerda: t – akustik signalning o'tish vaqti;

L – akustik nurning uzunligi;

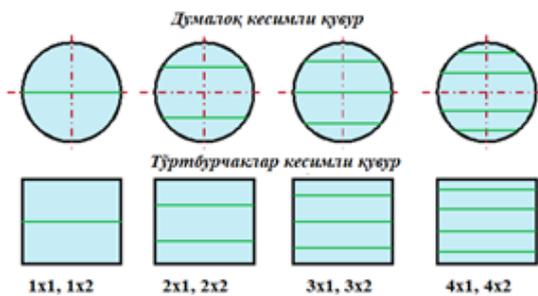
c – suvdagi tovush tezligi;

θ – akustik nur o'rtasidagi burchakdir;

V_a – quvur o'qi bo'ylab suv oqimining o'rtacha nur tezligi;

ε – belgilangan koeffitsiyent akustik impuls suyuqlik oqimi bo'ylab harakat qilganda -1 ga va akustik impuls oqimga qarshi harakat qilganda +1 ga teng.

Suyuqlik oqimining o'rtacha tezligini aniqlashda asosiy to'siq haqiqiy fazoviy tezlik profilining noaniqligidir. Oqim tezligi profilini iloji boricha aniqroq tasvirlash uchun o'lchash diapazonida maxsus tarzda joylashgan bitta emas, balki bir nechta akustik nurlar ishlatiladi. Shu bilan birga, akustik nurlar qanchalik ko'p ishlatilsa, suyuqlik oqimi tezligi profili shunchalik aniq tavsiflanadi va shuning uchun o'rtacha tezlik aniqroq aniqlanadi. Volga ML akustik ultratovush



3-rasm. Akkordlarda nurlarni joylashtirish sxemalari, bosim kanalining kesimi

sarf o'lchagichlari 1–5 akkordlarda joylashgan bitta o'lchov oralig'ida birdan o'ntagacha akustik nurlardan foydalanishga imkon beradi.

Ushbu integratsiya usullariga muvofiq, akustik nurlar o'lchash diapazonida maxsus tarzda joylashtirilishi kerak. Oqim o'lchagichlarga o'rnatilgan o'lchov texnikasi kesmada sakkizta akkordni joylashtirish sxemasidan foydalanishga imkon beradi:

Kanal o'qlari orqali o'tadigan 1 akkord (bitta tekislikda 1 nur (1x1) yoki ikkita tekislikda 1 nur (1x2));

2 akkord (bitta tekislikda 2 nur (2x1), ikkita tekislikda 2 nur (2x2));

3 akkord (bitta tekislikda 3 nur (3x1), ikkita tekislikda 3 nur (3x2));

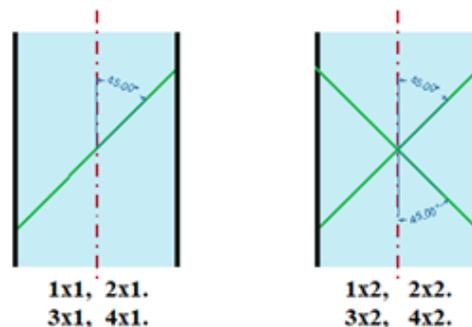
4 akkord (bitta tekislikda 4 nur (4x1), ikkita tekislikda 4 nur (4x2)).

Matematik modellash. Bir xil oqimda diagonal joylashtirilgan tarqatuvchi – qabul qiluvchilar orasidagi nurning tarqalish vaqti quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$t_{f,b} = \frac{L}{c v_m \cos \alpha}$$

bu yerda: t_p , t_b – ultratovush nurining oqim yo'nalishi bo'yicha va oqimga qarshi o'tish vaqti, c – tovush tezligi, v_m – o'rtacha oqim tezligi. α – nur yo'nalishi va oqim o'qi orasidagi burchak, L – qabul qilgich va tarqatuvchi o'rtasida nur yo'nalishi bo'yicha masofa.

Matematik modellash oqim yo'nalishi bo'yicha nur



4-rasm. Rejadagi bitta va ikkita tekislikda nurlarni joylashtirish sxemalari

bosib o'tgan masofa va nurning tarqalish vaqti differensial tenglamalar tizimining yechimidan aniqlanadi [11]

$$\frac{dx}{dy} = \frac{v(1 - v \cdot k) + c^2 k}{c \sqrt{(1 - v \cdot k)^2 - c^2 k^2}}$$

$$\frac{dt}{dy} = \frac{1 - v \cdot k}{c \sqrt{(1 - v \cdot k)^2 - c^2 k^2}}$$

Bu yerda: x , y – bo'ylama (oqim yo'nalishi bo'ylab) va ko'ndalang koordinatalar; t – vaqt; $c = c(y)$ – tovush tezligi, $v = v(y)$ – oqim tezligi;

$k = \cos \alpha / c_0 = \text{Const}$, a_0 – dastlabki nurning yo'nalish, c_0 – tovushning dastlabki tezligi.

Qo'shimcha tizimli nisbiy xato quyidagicha aniqlanadi:

$$\delta v = \left(1 - \frac{v_m}{v_{m0}}\right) \cdot 100\%. \text{ Bu yerda } v_m = \frac{c^2 \Delta t}{2D \cdot t_{ga}}$$

Bosimsiz rejimda oqim tezligini hisoblash. Quvurda doimiy yoki vaqtincha bosimsiz oqim rejimi bo'lsa,

chuqurlikni o'lchashni ta'minlash kerak, chunki oqim tezligi oqimning tirik qismining maydoni va shakliga bog'liq. Volga ML oqim o'lchagichi chuqurlikni ikki usulda o'lchashga imkon beradi.

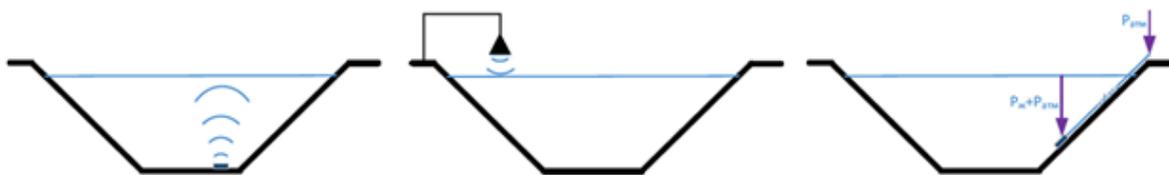
O'z chizig'idan (ko'pincha P9320/M9320) har qanday birlamchi akustik o'zgartkichdan foydalanib, chiqaruvchi element qat'iy vertikal yuqoriga yo'naltiriladi va suv yuzasiga masofani o'lchaydi.

4-20 mA yagona joriy signali bilan analog interfeysi yega har qanday boshqa o'zgartkich chuqurligi o'zgartkichidan foydalanish (masalan, ultratovush kontaktsiz, radar kontaktsiz, gidrostatik yuklamali, lazer, va hokazo).

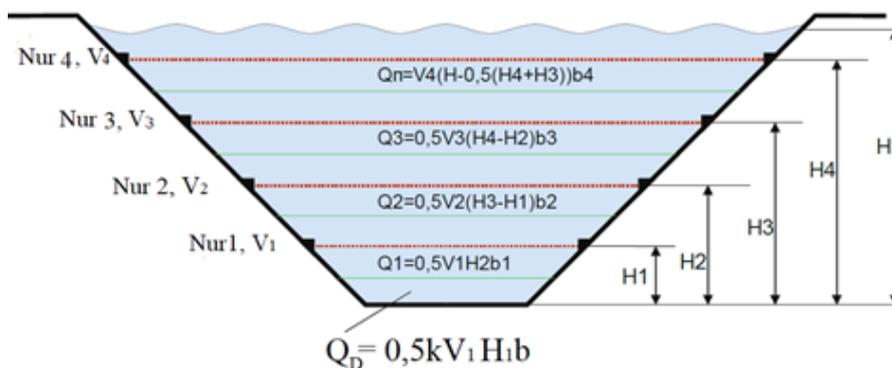
Bosimsiz oqim rejimida sarf tezligini hisoblash ISO6416 va GOST R 51657.5-2002 kabi standartlar bilan belgilangan algoritmlarga muvofiq amalga oshiriladi

Bosimsiz va birlashtirilgan oqim rejimlariga ega bo'lgan quvur liniyasidagi sarf tezligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$Q = Q_D + Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$



5-rasm. Chuqurlikni o'lash (chapdan o'ngga): P9320 akustik o'zgartkich, kontaktless bosim sensori daraja o'lachigich (ultratovush, radar)



6-rasm. Bosimsiz va birlashtirilgan oqim rejimlarida sarf tezligini hisoblash sxemasi

Ushbu matematik algoritmlar dasturlarning aksariyat qismini qamrab oladi. Shu bilan birga, trubaning dizayn xususiyatlari yoki qiyin gidravlik sharoitlar tufayli bosim rejimi va bosimsiz oqim rejimi uchun trubaning kesimi bo'ylab birlamchi akustik o'zgartkichlar uchun nostandart joylashtirish sxemalaridan foydalanish kerak bo'lishi mumkin.

Modulli tarmoqlangan arxitekturasi. Volga ML sarf o'lachigichining bitta to'plami 100 (!) akustik nurlar ulanishi mumkin. Masalan, bitta sarf o'lachigichlari bir vaqtning o'zida har birida beshta akustik nurlar bilan yigirma o'lchov oraliq'ida oqim tezligini o'lchashi mumkin. Ikkilamchi birlikdan o'lchov chiziqlarining katta masofa bo'lsa, masofaviy qabul qiluvchi birliklar-ikkilamchi oraliq o'zgartkich ishlatiladi. Bu xususiyat bir-biriga yaqin joylashgan ko'p sonli quvur liniyalari bo'lgan obyektlarda, masalan, nasos stansiyalarida yoki gidroelektrostansiyalarda o'lchov tizimini joriy qilishda sezilarli tejashga imkon beradi.

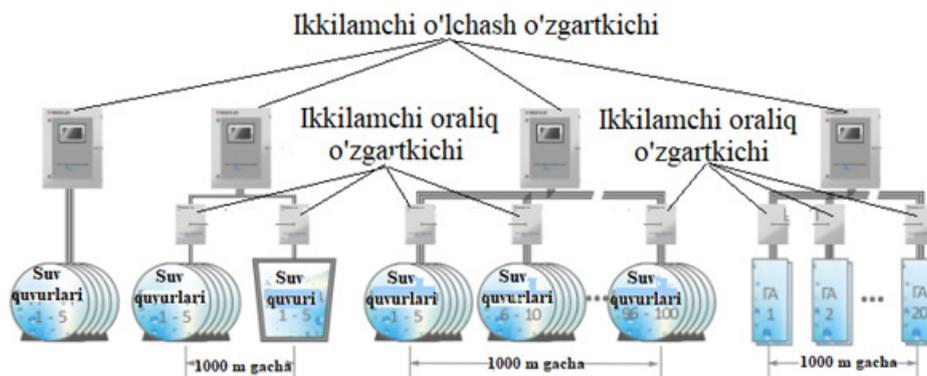
Suv quvurlarining oqishi va yorilishi uchun signalizatsiya tizimlarida oqim o'lachigichdan foydalanish Volga ML oqim

o'lachigichlari asosida Volga VHD dasturiy-analitik kompleksi ishlab chiqilgan bo'lib, u suv quvurlarining oqishi va yorilishi uchun tayyor signalizatsiya tizimidir. Shtatsiz yoki favqulodda holatlarda Volga MRV sarf o'lachigichi tegishli rele signallarini chiqaradi. Vaqtinchalik tahlil qilish uchun maxsus matematik algoritmlar va moslashuvchan sozlamalar paketni har bir aniq obyektning ishlash xususiyatlariga nisbatan sozlash imkonini beradi, bu yesa noto'g'ri signallarni amalda yo'q qiladi va umuman ishlashning ishonchligini oshiradi.

Volga MRV sarf o'lachigichi asosida suv quvurlarining oqishi va yorilishini aniqlashning ikkita asosiy sxemasini amalga oshirish mumkin:

- Bitta kanal - bitta o'lchash moslamasini o'rnatish bilan (bu holda, kanal orqali o'lchangan oqim gidravlik blok (GES) yoki nasos agregati (nasos stansiyasi)ning tarixiy to'plangan ma'lumotlari va xususiyatlari bilan taqqoslanadi.

- ikki kanalli (differensial) - ikkita o'lchash moslamalarini o'rnatish bilan (shu bilan birga, o'lchash moslamalari orasidagi trubaning qismi doimiy ravishda nazorat qilinadi,

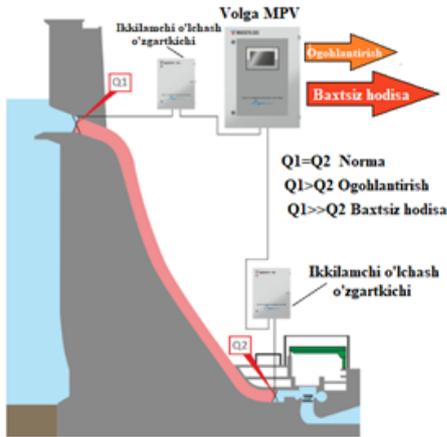


7-rasm. Suv sarfini o'lchashni modulli tarmoqlangan arxitekturasi

ulardagi oqim qiymatlarini taqqoslaydi).

Ushbu sxema ko'pincha "kanalning differensial himoya tizimi" deb nomlanadi.

Avtomatlashtirilgan jarayonni boshqarish tizimining tarribida sarf o'lchagichlardan foydalanish tajribalari
Zamonaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari fizi



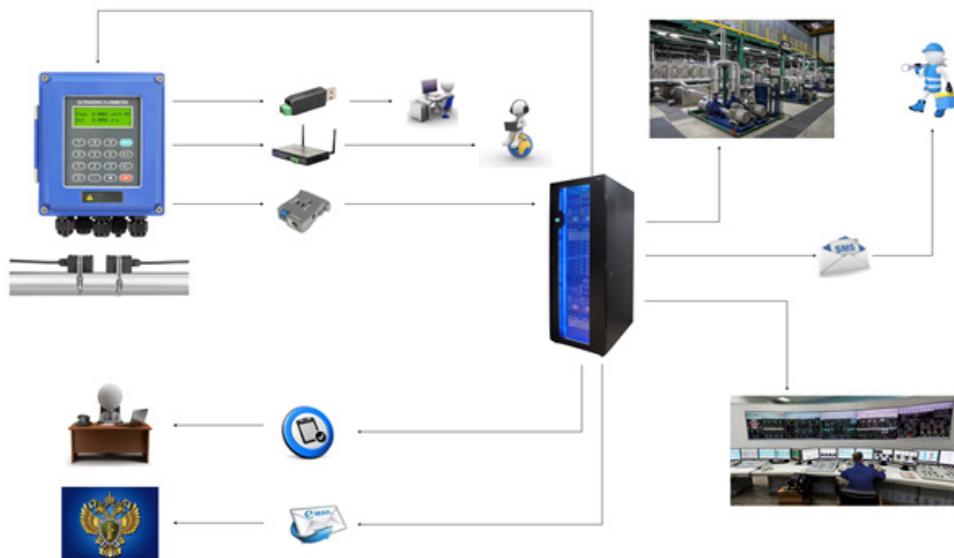
8-rasm. Suv quvurlarining oqishi va yorilishi uchun ikki kanalli (differensial) signalizatsiya tizimining sxemasi

k miqdorlarni o'lchash vositalarining ko'p sonini o'z ichiga olgan murakkab apparat va dasturiy komplekslardir. Avtomatlashtirilgan jarayonlarni boshqarish tizimlarida yeng keng tarqalgan vazifalardan biri suyuqlik sarfini o'lchashdir.

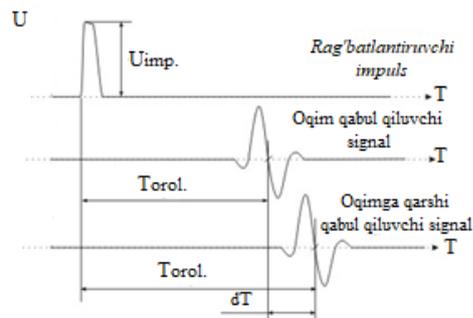
O'lchov o'rnatish joyidan oldin va keyin talab qilinadigan kengaytirilgan tekis bo'limlar bo'lmasa (kanaldagi burmalar yoki oqim tezligini taqsimlashga ta'sir qiluvchi boshqa strukturaviy elementlar mavjudligi sababli), oqim o'lchagichning maxsus hisoblash ikki tekislik deb ataladigan narsadan foydalanish akustik nurlarning o'zaro joylashishi algoritmi ruxsat beradi. Bu tezlik chizig'ining deformatsiyasining o'lchangan oqim tezligiga ta'sirini qisman qoplash imkonini beradi [12-13].

Xulosa

Suv oqimini kuzatish va nazorat qilish uchun datchiklar, usullar va uskunalarni yetarli darajada tanlash suv oqimi gidravlikasi qonunlarini hisobga olgan holda qo'shimcha nazariy va eksperimental tadqiqotlarni olib borish zarur bo'ladi. Vaqt pulslil ultratovushli oqim o'lchagichida nurning akustik trayektoriyalarini hisoblash uchun matematik model ishlab chiqilgan. O'lchangan parametrlar to'plamini matematik modellashtirish asosida (suv oqimi darajasi va tezligi, uning oqim tezligi, suv quvurlari kengligi va profili, to'xtatilgan zarrachalar mavjudligi va cho'kindi xarakteri



9-rasm. Sarf o'lchagichlarni boshqarish tizimiga ulash sxemasi



10-rasm. Ultratovush sarf o'lchagichning ultratovush signallarining vaqt diagrammasi

va boshqalar.), parametrlarni aniqlash tavsiya etiladi, sensor qurilishining ultratovushli radar prinsipi yordamida doimiy ravishda o'lchanadigan oqim tezligi mezoni va hisoblarni

amalga oshirish zarurdir. Bunday texnik yechim suv oqimini kuzatish uchun uskunalarning yuqori ishonchliligi va samaradorligini ta'minlashi mumkin.

Adabiyotlar

1. https://t.me/Press_Secretary_Uz/3440 (Murojaat sanasi 28.01.2024).
2. В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, А. В. Акопян, В. В. Слабунов. Управление водораспределением на открытых оросительных системах на основе гидрологической информации и агрометеопараметров /Известия Нижневолжского Агроуниверситетского комплекса. №2(34),2014. С.89-95.
3. Л.С. Алексеев, Е.В. Гладкова, Г.А. Ивлева, К.Р. Пономарчук. /Инженерные системы водоснабжения и водоотведения. Часть I. Профилактика повреждений коммуникаций и вторичного загрязнения воды: Учебник / Рос. гос. аграр. заоч. ун-т. М., 2012. 148 с.
4. Graun G.F., Hanchman F.S., Robinson D.E. Microbial pathogens and disinfection by products in drinking water: health effects and management of risks. – Washington: Int. life sci. institute, 2001. – p. 205-207.
5. М.А. Матюгин, Д.А. Мильцын /Современные приборы и методы измерения расхода воды в открытых водотоках. Вестник ВГАВТ, выпуск 44, 2015 г. С.66-76.
6. Р.Р. Масумов. Методы измерения расхода воды на реках и каналах, в напорных трубопроводах насосных станций и оросительных систем. Библиотека водника, выпуск 11. Ташкент, 2015, 84 с.
7. А. П. Васильченко, А. М. Кореновский. / Ультразвуковые методы и приборы для измерения расхода воды на гидромелиоративных системах Экология и водное хозяйство, № 4(07), 2020., с.135–149. DOI: 10.31774/2658-7890-2020-4-135-149.
8. Варичев, М. А. Перспективы применения ультразвука для определения расхода воды в открытых каналах оросительных сетей / М. А. Варичев // Вопросы мелиорации. 2007. № 5-6. С. 52–59.
9. Чижов, Н. С. Реализация ультразвукового расходомера воды на основе времяимпульсного метода / Н. С. Чижов // Наука, техника и образование. 2017. – № 4(34). С. 65–69.
10. НКФ Volga <https://volgald.ru> (Murojaat sanasi 25.01.2024).
11. Thompson R.J. Ray Theory for Inhomogeneous Moving Medium. JASA, Vol.51, № 5, 1972, pp. 1675 – 1682.
12. Каландаров П.И. Анализ автоматизированной системы управления в водном хозяйстве / Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2021. №2. Том: 9. С. 21-28. DOI: 10.18503/2306-2053-2021-9-2-21-28
13. Каландаров П.И., Назарий А.М. Анализ системы диспетчерского управления и контроля SCADA на канале Бустон. Известия Волгоградского государственного технического университета. 2021. № 3 (250). С. 62-65 DOI: 10.35211/1990-5297-2021-3-250-62-65

UDK 621.472.383.56

PHOTOELECTRIC AND PHOTOTHERMAL MOBILE WATER LIFTING DEVICES JUSTIFICATION OF TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS

M.N.Tursunov – d.t.s, chief research scientist, X.Sabirov – c.t.s, senior research scientist, M.M.Eshmatov – master's degree student, PhD student, Physical-Technical Institute of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Abstract

In this article, the photothermal battery equipped with new reflectors and a self-cooling system without the need for additional cooling power developed for use in the remote areas of the Republic with a hot and dry climate is designed for water lifting from wells and energy supply to household consumers. The energy produced by mobile device based on the photothermal battery during the year, the working hours of the water pumps during the day, the amount of water released during the months, and the economic aspects were considered by comparing them with the traditional photoelectric device. It is stated that it is higher than the performance of conventional photovoltaic devices.

Key words: photothermal battery, photoelectric battery, water pump, electric energy.

FOTOISSIQLIK VA FOTOELEKTRIK SUV CHIQRUVCHI MOBIL QURILMALARNING TEXNIK-IQTISODIY KO'RSATKICHLARINI ASOSLASH

M.N.Tursunov – t.f.d, bosh ilmiy xodim, X.Sabirov – t.f.n, katta ilmiy xodim, M.M.Eshmatov – doktorant, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Fizika-texnika instituti

Annotatsiya

Ushbu maqolada Respublikaning issiq va quruq iqlimli chekka hududlarida joylashgan qishloqlarda quduqlardan suv chiqarish va maishiy iste'molchilarni energiya bilan ta'minlashda foydalanish uchun ishlab chiqilgan sovitishda qo'shimcha quvvat talab qilmasdan o'zini-o'zi sovitish tizimi bilan jihozlangan yangi reflektorli fotoissiqlik batareya asosidagi mobil qurilmaning yil davomida ishlab chiqargan energiyasi, suv nasoslarining sutka davomida ishlash vaqtlari, oylar kesimida chiqargan suv miqdori, iqtisodiy tomonlari an'anaviy fotoelektrik qurilma bilan taqqoslash orqali ko'rib chiqilgan va fotoissiqlik batareya asosidagi qurilma ko'rsatkichlari suv chiqarishdagi an'anaviy fotoelektrik qurilma ko'rsatkichlaridan yuqori ekanligi bayon qilingan.

Tayanch so'zlar: fotoissiqlik batareya, fotoelektrik batareya, suv nasosi, elektr energiya.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ФОТОТЕПЛОВЫХ МОБИЛЬНЫХ ВОДОПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ

М.Н.Турсунов – д.т.н, главный научный сотрудник, Х.Сабиоров – к.т.н, старший научный сотрудник, М.М.Эшматов – докторант, Академия наук Республики Узбекистан, Физико-технический институт

Аннотация

В данной статье представлена фототепловая батарея, оснащенная новыми отражателями и системой самоохладения без необходимости дополнительной мощности охлаждения, разработанная для использования в отдаленных районах республики с жарким и сухим климатом, предназначенная для подъема воды из скважин и энергоснабжения бытовых потребителей. Энергия, вырабатываемая мобильным устройством на базе фототепловой батареи в течение дня, время работы водяных насосов в течение дня, количество воды, выделяемой в течение месяцев, и экономические аспекты были рассмотрены путем сравнения их с традиционным фотоэлектрическим устройством. Заявлено, что это выше, чем производительность обычных фотоэлектрических устройств.

Ключевые слова: фототепловая батарея, фотоэлектрическая батарея, водяной насос, электрическая энергия.

Introduction. The use of solar energy in agricultural technologies is one of the promising directions. It is known that more than 10,000 pumping stations and 16,000 wells are operating in the Republic of Uzbekistan. A large amount of energy is used for the operation of these pumps. A series of pumps powered by diesel engines are used to extract water from the ground. In order to cover the existing gap, it is being integrated into photoelectric irrigation systems

designed for specific local needs. The challenge for solar irrigation system designers is to develop ways to combine non-permanent solar energy with irrigation requirements. Agricultural irrigation requires continuous power supply to pumps for at least 16 hours [1, 2].

Currently, the efficiency of photoelectric battery (PEB) has increased dramatically and is more than 20%, and the price of photoelectric battery is also decreasing. The use of solar

energy as an alternative source of energy is economical and environmentally friendly in addition to irrigation possibilities [3]. In addition, their use is reliable with a gradual increase in the capacity of the installation and a service life of up to 20 years, depending on the increase in energy needs [4]

The purpose of this research work is to analyze the monthly and ear-round performance of mobile devices based on photothermal battery (PTB) and conventional photoelectric battery (PEB) developed for use in water production and household energy consumption in rural areas with the hot and dry climate of the Republic. Based on the generated electricity, the daily water release time of the device, the amount of water released and the cost of the device, it consists of analyzing the economic payback period using the PV-syst program in the example of Kashkadarya region.

PV-syst is a useful and efficient simulation program for the design of photovoltaic systems. PV-syst simulation software offers many options, including system design, system sizing (photoelectric array and inverter sizes, etc.), system components database, and pricing strategy (tariff, etc.). In the design of the photovoltaic water pumping system, simulations are carried out based on the maximum possible annual water demand, taking into account that the PEBs are not located in the shade. PEBs and water pumps are selected from the PV-syst simulation software database to meet the maximum annual demand [5-7].

Materials and methods. It should be noted that the reclamation season begins in April and ends in early November at the highest level of solar radiation flow density. During this period, the air temperature rises simultaneously

with the high level of solar radiation flow density. Since there are few cloudy days during the irrigation season, the use of photoelectric systems for water extraction is effective. However, the main disadvantage of photoelectric water extraction systems is the reduction of system efficiency due to the power loss of the array at high temperature.

Unlike of the countries producing the electric energy based PEB Uzbekistan has the continental climate features that are the south regions have the wide temperature ranges, there are many fogs in winter, increasing the summer temperature up to 50°C and the high dusting degree are such samples [8]. Many studies have noted that the use of PV modules without taking into account climatic conditions strongly affects their effectiveness [9,10]. Especially in conditions of high atmospheric temperatures, the efficiency of PV modules decreases rapidly, which leads to a decrease in the energy production of PV modules [11, 12]. This process negatively affects the energetic and economic indicators of the PV system.

The performance of the photoelectric array depends on the ambient temperature, the solar radiation flux density, and the surface temperature on both sides (bottom and top) of the PEBs. These factors vary throughout the ear for a given region, depending on the season. These seasonal changes are taken into account in the measurement and design of the main components of the water pumping system [13, 14].

The estimated cost of mobile devices based on PTB with reflectors and PEB developed for water extraction and the basic tools and materials for the preparation of devices is presented in Table 1.

Table 1

Estimated price of mobile water generators based on photothermal and photoelectric battery, main tools and materials

<i>Basic tools and materials</i>	<i>Quantity</i>	<i>PTB based device</i>	<i>PEB based device</i>
<i>trailer</i>	<i>1</i>	<i>2 700 000</i>	<i>2 700 000</i>
<i>PEB (300 W)</i>	<i>2</i>	<i>2 209 500</i>	<i>2 209 500</i>
<i>Invertor (1,6 kW)</i>	<i>1</i>	<i>2.550 000</i>	<i>2.550 000</i>
<i>Accumulator battery 100 A·hours</i>	<i>2</i>	<i>3 400.000</i>	<i>3 400.000</i>
<i>Palicorbanate (Lexan)</i>	<i>-</i>	<i>850 000</i>	<i>-</i>
<i>Water pump (370 W)</i>	<i>1</i>	<i>800 000</i>	<i>800 000</i>
<i>Alukobond</i>	<i>3</i>	<i>2 000 000</i>	<i>-</i>
<i>Rubber pipe (20 meter)</i>	<i>-</i>	<i>450 000</i>	<i>450 000</i>
<i>Polymer Pipe (4 meter)</i>	<i>1</i>	<i>56 000</i>	<i>-</i>
<i>Metal profile 40*40 (3 m)</i>	<i>-</i>	<i>90 000</i>	<i>90 000</i>
<i>A rectangular metal plate 40*40 (8 m)</i>	<i>-</i>	<i>320 000</i>	<i>320 000</i>
	<i>mp</i>	<i>mp</i>	<i>mp</i>
<i>Metal profile 10*10(12m)</i>	<i>-</i>	<i>60 000</i>	<i>-</i>
<i>Other expenses</i>	<i>-</i>	<i>2 000 000</i>	<i>1 250 000</i>
<i>Total</i>		<i>15 485 000</i> <i>(1272 \$)</i>	<i>12 389 000</i> <i>(1010 \$)</i>

Results and discussion. When conducting test research with the help of devices, it was found that the power of the water generator based on PTB is 1.5-1.7 times higher than the power of the water generator based on PEB. [15,16]. TIIAME NRU researchers determined the power of the photovoltaic array to provide the water pump with guaranteed energy for 10 hours a day based on the geographic width of the area with the following expression (1) [17].

$$P_{PEM} = 1,5P_{Pump} \quad (1)$$

where: P_{PEM} – photoelectric mass power, P_{Pump} – water pump power.

Based on the power of PTB and PEB-based mobile water pumps, 550 W and 370 W water pumps should be selected,

respectively, based on the above expression. In our case, since the devices are autonomous and keep the charging sides of the energy storage system and the batteries fully charged for night use, 370W for the PTB-based device, and 250W for the PEB-based device, respectively, the water output volume is 6 m³/h and 1.5 m³/h water pumps were selected. This is because the devices must ensure that the water pumps run continuously during the day and that the batteries are kept fully charged for use at night.

Figure 1 shows the ear-round electricity generation of PEB and PTB-based mobile water generators developed from PEBs of the same capacity.

In March, with the start of irrigation and reclamation

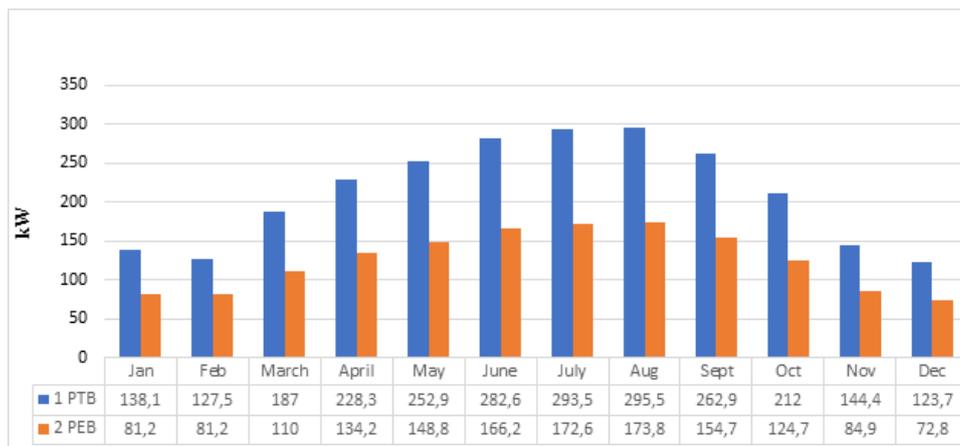


Figure 1. Electric energy generated by PEB and PTB-based mobile water generators developed from PEBs of the same capacity over a period of months

works, the incident light energy per unit of surface will increase, and accordingly, the production of electricity by devices will also increase significantly compared to the winter months. During the ear, mobile water generators based on PTB and PEB produced 2548.1 kWh and 1505.1 kWh of energy, respectively. The results of the comparison of the electricity generated by the devices in the months and the electricity generated during the ear show that the indicators of the PTB-based device are on average 1.62 times higher than those of the PEB-based device, that is, by 1000 kWh more.

If the ratio of the amount of electric energy produced by the device during the month is taken as 30 days of the month, the electric energy produced by the device during the day is determined. By dividing the amount of electricity produced during the day by the power of the water pumps, it is possible to calculate the working hours of the device during the day. The working hours of the water pumps installed in the devices during the day are shown in Figure 2.

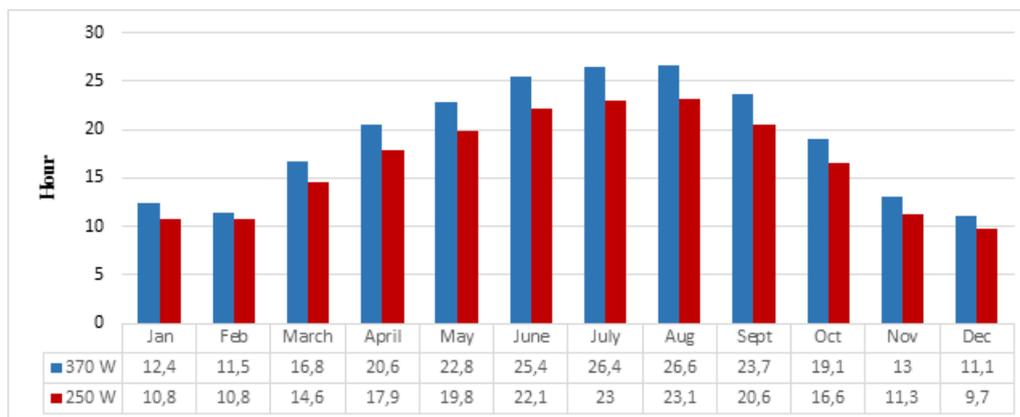


Figure 2. Hours of operation of water pumps connected to mobile water-producing devices based on PTB and PEB during the day

It can be seen from the picture that when using a 370W water pump with the help of a PTB-based water generator, irrigation works provide the pump with guaranteed energy for 24 hours during the most necessary times (June, July, August). Even when using a 250W pump installed on the

PEB-based device, it can be seen that the operating time is much lower than the capabilities of the PTB-based device.

The amount of water produced is estimated based on the power of the water pumps. Figure 3 shows the amount of water released by the devices by month. The PTB-based

water-producing device produced 27528 m³ of water per ear, and the PEB-based device produced 9013,5 m³ of water per ear.

Analyzing the relationship in Figure 4, it is possible to conclude that the cost recovery period of the device will decrease as a result of its use in Kashkadarya region. In this

case, if other external and internal factors do not affect the process, after 5.5-6 ears of operation of the device, the project will fully cover the costs incurred due to the production of electricity, and in the next 14 ears, it will have a net discount of 4000 USD can bring income.

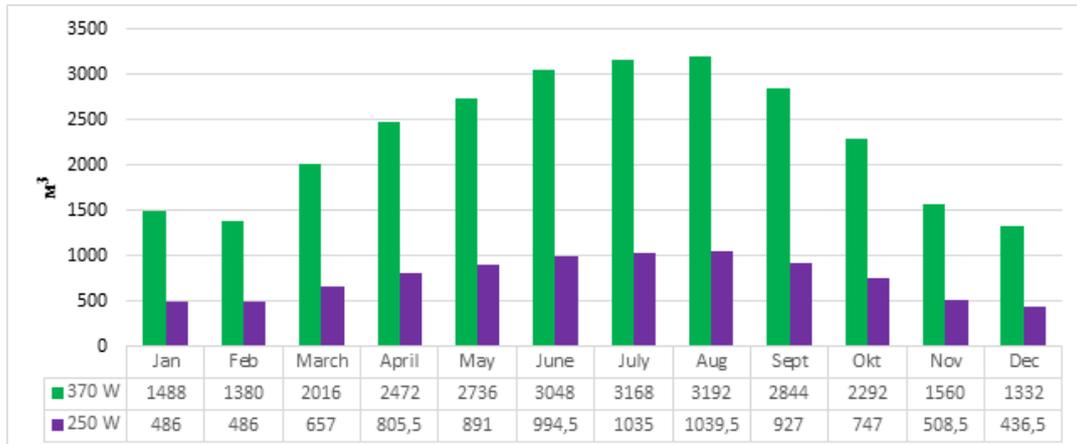


Figure 3. Amounts of water released by devices during the ear in months

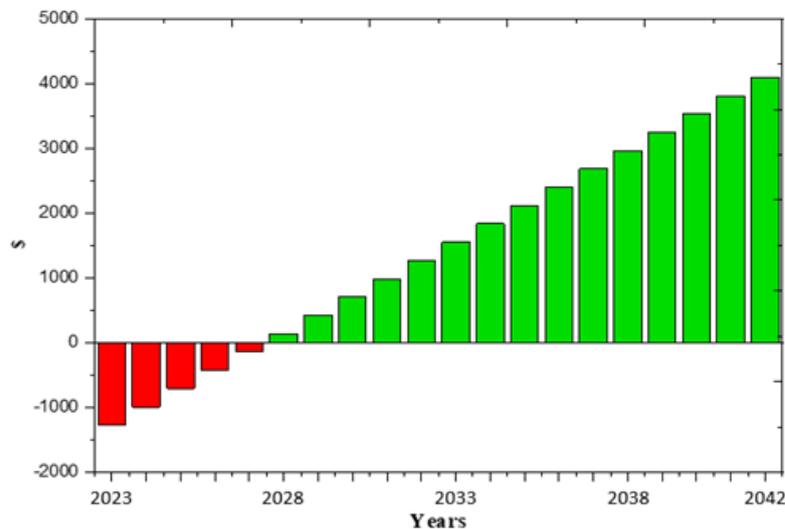


Figure 4. Dynamics of income depending on the period of use of the FIB-based water extraction device

If it is taken into account that the water supply to the population is 2,400 soums per m³ of water, and the tax benefits for property and land use provided for by the legislation of the Republic of Uzbekistan will lead to a further shortening of the return period.

In thermal power stations, 0.3 m³ of natural gas is consumed to generate 1 kWh of electricity [18] and as a result of consumption, 0.2 kg of carbon dioxide (CO₂) is released into the atmosphere [19, 20]. If we look at the example of natural gas used to generate 1 kWh of electricity in thermal power plants, the device will save 764 m³ of natural gas per ear and reduce the emission of 152.8 kg of CO₂ into the atmosphere. Taking into account that the service life of the device is 20 ears, during this time 15280 m³ of natural gas will be saved and more than 3 tons of carbon dioxide gas will be prevented from being released into the atmosphere.

Conclusion. The following results were obtained from the comparison of FIB and FEB-based mobile water devices.

1. The electricity produced by the PTB-based device during the ear is 1.62 times more than that of the PEB-based device.

2. It was found that the PTB-based device can supply a water pump with a power of 370W and a capacity of 6 m³ per hour with guaranteed energy for 24 hours during the irrigation season. Even when using a water pump with a power of 250W and a water output volume capacity of 1.5 m³ per hour, the working time of the PEB-based device was less than that of the PTB-based device.

3. The amount of water released by PTB and PEB devices was 27528 m³ and 9013,5 m³ per ear, respectively.

4. It was determined that the PTB-based device will release more than 3 tons of CO₂ gas per ear into the atmosphere during its 20-year service life and save 15,280 m³ of natural gas during this period. From the economic point of view, the payback period is equal to 5.5 ears, if we take into account the fact that the water supply to the population is 2400 soums per 1 m³ of water and the tax benefits for the use of property and land provided for by the legislation of the Republic of Uzbekistan further shortening of the return period was determined.

References

1. Khushiev S, Ishnazarov O, Izzatillaev J, Juraev S, Karakulov S. Assessment of the impact of the main technological characteristics of wells on the power consumption of pumps // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 939 012019, 2021, pp.1-9.
2. P. Mukherjee, T.K. Sengupta, Design and fabrication of solar-powered water pumping unit for irrigation system, in: Computational Advancement in Communication Circuits and Systems // Proceedings of ICCACCS, Springer, Singapore, 2020, pp. 89–102
3. Hayat. M. B, Ali. D, Monyake. K. C, Alagha. L, Ahmed. N. Solar energy - A look into power generation, challenges, and a solar-powered future // Int J Energy Res. 2019 pp. 1049– 1067.
4. Jaydeep. V. R. Performance Evaluation of Grid-Connected Solar Photovoltaic Plant Using PVSYSY Software // Journal of emerging Technologies and Innovative Research (JETIR), Vol. 2, 2015, pp. 372–378
5. Salman Habib, Haoming Liu, Muhammad Tamoor, Muhammad Ans Zaka, Youwei Jia, Abdelazim G. Hussien, Hossam M. Zawbaa, Salah Kamel. Technical modelling of solar photovoltaic water pumping system and evaluation of system performance and their socio-economic impact // Heliyon 9 (2023). pp.1-25
6. J.K. Kaldellis et al., Experimental validation of autonomous PV-based water pumping system optimum sizing // Renewable Energy 34 (2009) Elsevier, pp.1106–1113,
7. Rekhashree Dr. J.S Rajashekar, Dr.H. Naganagouda. Study on Design and Performance Analysis of Solar PV Rooftop Stand alone and On Grid System Using PVSYSY// International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Vol. 05, 2018, pp. 41–48.
8. Tursunov M.N, Sabirov X, Abilfayziyev Sh.N, Yuldoshov B.A. Test of the different materials having photovoltaic substances and based them photovoltaic thermal batteries // Eurasian Physical Technical Journal, 2022, Vol.19,№.4(42), pp.44-50
9. M. Salem Ahmed, A. S. A. Mohamed, Hussein M. Maghrabie. Performance Evaluation of Combined Photovoltaic Thermal Water Cooling System for Hot Climate Regions // Journal of Solar Energy Engineering February 2019, pp.1-10
10. Tursunov M.N., Sabirov X., Yuldoshev I.A., Xolov U.R. Issledovanie effektivnosti ispolzovaniya avtonomniyx fotoelektricheskix stansiy v usloviyax jarkogo klimata // Fundamentalniye i Prikladnye Voprosy Fiziki, Trudy.[Study of the efficiency of using autonomous photovoltaic stations in hot climates] Fundamental and Applied Questions of Physics, Proceedings. Tashkent 2020. pp.25-29
11. Ali Saleh Aziz, Mohammad Faridun Naim bin Tajuddin, Mohd. Rafi bin Adzman, Makbul A. M.Ramli. Feasibility Analysis of PV/Diesel/ Battery Hybrid Energy System Using Multi-year Module // International journal of renewable energy research. Vol.8, No.4, December, 2018, pp.1-8
12. P. Aliev, J. Ziyoidtinov, J. Gulyamov, M. Abduvoxidov, B. Urmanov. Vliyanie temperatury na fotoelektricheskie protsessiy v kremnieviyx solnechniye elementax. [Effect of temperature on photovoltaic processes in silicon solar cells], PHYSICS 2021, cc.18-24
13. M. Tamoor, M.I. Hussain, A.R. Bhatti, S. Miran, W. Arif, T. Kiren, G.H. Lee, Investigation of dust pollutants and the impact of suspended particulate matter on the performance of photovoltaic systems // Front. Energy Res. 10 (2022), pp.1-7.
14. M. Tamoor, S. Habib, A.R. Bhatti, A.D. Butt, A.B. Awan, E.M. Ahmed. Designing and energy estimation of photovoltaic energy generation system and prediction of plant performance with the variation of tilt angle and interrow spacing // Sustainability 14 (2) (2022) pp.627
15. M. Tamoor, S. Habib, A.R. Bhatti, A.D. Butt, A.B. Awan, E.M. Ahmed. Designing and energy estimation of photovoltaic energy generation system and prediction of plant performance with the variation of tilt angle and interrow spacing // Sustainability 14 (2) (2022) pp.627
16. R. A. Muminov, M. N. Tursunov, X. Sabirov, T. Z. Axtamov, M. M. Eshmatov. Comprehensive Improvement of the Efficiency of a Mobile Photovoltaic Installation for Water Lifting Through the Use of Photothermal Batteries, Side Reflectors of Solar Radiation and Cooling Water from Deep Underground Aquifer // Applied Solar Energy, 2022, Vol. 58, №2, pp. 238–243
17. A. Mirzabaev, A. Isakov, A. Mirzaev, O. Buranov, J. Sulaymanov. Experience of using solar energy in water lifting systems: A case study of Uzbekistan. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2023. pp.1-6.
18. <https://www.uzbekistonmet.uz/oz/lists/view/85>
19. [Sistema energoupravleniya aksionernogo obshestva LATVIJAS GAZE] ENps – 2018, pp.1-3
20. International Energy Agency Website: www.iea.org

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ПРЕЗИДЕНТИНИНГ 2024 ЙИЛ 5 ЯНВАРДАГИ “ҚУЙИ БЎҒИНДА СУВ РЕСУРСЛАРИНИ БОШҚАРИШ ТИЗИМИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ҲАМДА СУВ РЕСУРСЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ ЧОРА-ТАДБИРЛАРИ ТЎҒРИСИДА”ГИ ПҚ-5-СОНЛИ ҚАРОРИ

Сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш, сувдан фойдаланиш маданиятини юксалтириш орқали аҳоли онгида шаклланган «сув – текин» тушунчасидан воз кечиш ҳамда сувни тежайдиган суғориш технологияларини кенгайтирилган тартибда жорий этишни давом эттириш мақсадида:

1. Сув хўжалиги вазирлиги, Иқтисодиёт ва молия вазирлиги, Ўзбекистон фермер, деҳқон хўжаликлари ва томорқа ер эгалари кенгаши ҳамда Қорақалпоғистон Республикаси Вазирлар Кенгаши ва вилоятлар ҳокимликларининг:

сув хўжалиги ташкилотлари томонидан қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ишлаб чиқарувчиларига сув етказиб бериш хизматлари учун тўловларни бекор қилиш;

Сув хўжалиги вазирлигининг туман (Қувасой шаҳар) ирригация бўлимлари ҳамда махсус хизматлари негизда «Сув етказиб бериш хизмати» давлат муассасаларини (кейинги ўринларда – Сув етказиб бериш хизматлари) ташкил этиш;

сув ресурсларидан фойдаланганлик учун солиқдан Давлат бюджетига тушган тушумнинг 40 фоизини Сув етказиб бериш хизматлари фаолиятини молиялаштириш, уларнинг балансидagi объектларни сақлаш ва техник ҳолатини яхшилаш харажатларига йўналтириш тўғрисидаги таклифларига розилик берилсин.

2. Сув хўжалиги вазирлиги туман (Қувасой шаҳар) ирригация бўлимларидаги мавжуд бошқарув ходимларининг штат бирликлари ҳисобидан Сув хўжалиги вазирлиги марказий аппаратида Сув етказиб бериш хизматлари фаолиятини мувофиқлаштириш бошқармасини ташкил этиш учун 7 та штат бирлиги ҳамда Қорақалпоғистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлиги ҳамда ирригация тизимлари ҳавза бошқармаларида Сув етказиб бериш хизматлари фаолиятини мувофиқлаштириш бўлимларини ташкил этиш учун 39 та штат бирлиги ажратилсин.

Бунда, Давлат бюджети параметрларида туман (Қувасой шаҳар) ирригация бўлимларини сақлаш учун кўзда тутилган маблағлар тегишли туманларда Сув етказиб бериш хизматлари фаолиятини молиялаштириш учун йўналтирилади ва меҳнатга ҳақ тўлашнинг энг кам миқдорига мутаносиб равишда индексация қилиб борилади.

3. Қуйидагилар Сув етказиб бериш хизматларининг асосий вазифалари этиб белгилансин:

белгиланган лимитлар асосида истеъмолчиларга сув етказиб бериш;

ўзига бириктирилган ҳудудда сувнинг ҳисоби ва ҳисоботини юритиш;

суғориш тармоқлари ва улардаги гидротехник иншоотларни соз ҳолатда сақлаш, таъмирлаш-тиклаш тадбирларини амалга ошириш;

сув олиш жойларини сувни бошқариш ва ҳисобга олиш воситалари билан жиҳозлаш, сув мониторинги, ҳисоби ва ҳисоботи юритилишини рақамлаштириш;

истеъмолчилар кесимида истеъмол қилинган сув ҳажми тўғрисидаги маълумотларни солиқ органларига тақдим этиб бориш;

сув истеъмолчиларининг буюртманомаси асосида бошқа сув хўжалиги хизматларини кўрсатиш.

4. Сув етказиб бериш хизматлари раҳбарлари тегишлича Қорақалпоғистон Республикаси сув хўжалиги вазири ҳамда ирригация тизимлари ҳавза бошқармалари бошлиқларининг тавсияларига асосан Ўзбекистон Республикаси сув хўжалиги вазири томонидан лавозимга тайинланиши ва лавозимдан озод этилиши ҳамда амалга оширилган ишлар юзасидан бир йилда икки марта халқ депутатлари туман Кенгашига ҳисобот бериб бориши белгилансин.

5. Сув етказиб бериш хизматларининг моддий-техник базасини мустаҳкамлаш мақсадида:

Иқтисодиёт ва молия вазирлиги – 2024–2025 йилларда босқичма-босқич зарур техника учун маблағлар ажратилишини;

Сув хўжалиги вазирлиги – туман (Қувасой шаҳар) ирригация бўлимлари балансидagi мавжуд бино ва асосий воситалар, шу жумладан техникалар Сув етказиб бериш хизматлари балансига ўтказиб берилишини;

Қорақалпоғистон Республикаси Вазирлар Кенгаши Раиси ва вилоятлар ҳокимлари – маъмурий биноси мавжуд бўлмаган Сув етказиб бериш хизматлари учун зарур бино ёки жой ажратилишини таъминласин.

6. Ўзбекистон Республикасининг «Солиқ ва бюджет сиёсатининг 2024 йилга мўлжалланган асосий йўналишлари қабул қилинганлиги муносабати билан Ўзбекистон Республикаси айрим қонун ҳужжатларига ўзгартириш ва қўшимчалар киритиш тўғрисида»ги Қонунининг 4-моддаси 38-бандига асосан қишлоқ хўжалиги ерларини суғориш ва балиқларни етиштириш (ўстириш) учун фойдаланиладиган сув ҳажми, шу жумладан деҳқон хўжаликлари ва қишлоқ хўжалигига мўлжалланган ерларга эга бўлган жисмоний шахслар учун сув ресурсларидан фойдаланганлик учун солиқ (кейинги ўринларда – сув солиғи) ставкаси 1 куб метр сув учун 100 сўм этиб белгиланганлиги маълумот учун қабул

қилинсин.

7. Шундай тартиб ўрнатилсинки, унга қўра:

а) 2024 йилдан бошлаб:

Сув хўжалиги вазирлиги Қишлоқ хўжалиги вазирлиги билан биргаликда ҳар йили 25 мартга қадар вегетация даври учун ва 25 сентябрга қадар куз-қиш даври учун сув манбаларининг сувлилик даражасидан келиб чиққан ҳолда ҳудудлар кесимида қишлоқ хўжалиги экинларини суғориш учун сув олиш лимитларини тасдиқлайди;

Қорақалпоғистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлиги ва Қорақалпоғистон Республикаси Қишлоқ хўжалиги вазирлиги, ирригация тизимлари ҳавза бошқармалари ҳамда ҳудудий қишлоқ хўжалиги бошқармалари ҳар йили 1 апрелга қадар вегетация даври учун ва 1 октябрга қадар куз-қиш даври учун якуний истеъмолчилар кесимида экинларни суғориш учун сув олиш лимитларини ҳудудлар бўйича тасдиқланган лимит доирасида ишлаб чиқади ва тасдиқлаш учун халқ депутатлари туман Кенгашларига киритади;

истеъмол қилинган сув миқдори ҳисобини юритмаган (юрйтишдан бош торгган) қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ишлаб чиқарувчилари учун сув солиғи базаси халқ депутатлари туман Кенгашлари томонидан тасдиқланган лимитларга нисбатан икки баробар оширилган ҳолда ҳисобланади;

б) 2025 йилдан бошлаб:

сувни тежайдиган суғориш технологиялари жорий қилинганда ҳамда суғориш учун олинган сув ҳажми сув ўлчаш ускуналари асосида аниқланганда сув солиғи ставкасига 0,5 камайтирувчи коэффициент қўлланилади;

сувни тежайдиган суғориш технологиялари жорий қилинганда ёки суғориш учун олинган сув ҳажми сув ўлчаш ускуналари асосида аниқланганда сув солиғи ставкасига 0,7 камайтирувчи коэффициент қўлланилади; балиқчилик учун олинган сув ҳажми сув ўлчаш ускуналари асосида аниқланганда сув солиғи ставкасига 0,7 камайтирувчи коэффициент, қўлланилади;

сувни тежайдиган суғориш технологиялари жорий қилинмаганда ҳамда суғориш учун олинган сув ҳажми сув ўлчаш ускуналари асосида аниқланмаганда сув солиғи ставкасига 1,5 оширувчи коэффициент қўлланилади.

8. Қуйидагилар:

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2023 йил 12 декабрдаги «Қишлоқ хўжалигида эркин бозор муносабатларини янада ривожлантиришнинг қўшимча чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПФ-205-сон Фармонида «Агробанк» АТБ устав капиталини ошириш учун 2,6 триллион сўм маблағ йўналтириш ҳамда оилавий тадбиркорликни ривожлантириш дастурлари доирасида ажратилган кредитлардан 2024 йилда қайтган маблағларни сувни тежайдиган суғориш технологияларини жорий этиш бўйича лойиҳаларни амалга оширишга йўналтириш белгиланганлиги;

«Агробанк» АТБ томонидан сувни тежайдиган суғориш технологияларини жорий қилиш бўйича шаффоф онлайн кредит ажратиш имконини берувчи «suvkredit.uz» электрон тизими (кейинги ўринларда – «suvkredit.uz» тизими) ишлаб чиқилганлиги ҳамда 2024 йил 1 февралга қадар тўлиқ ишга туширилиши маълумот учун қабул қилинсин.

9. Сув хўжалиги вазирлиги (Р.Қаршиев) Қишлоқ хўжалиги вазирлиги (А.Назаров), Иқтисодиёт ва молия вазирлиги (А.Бобоев), Ўзбекистон фермер, деҳқон хўжаликлари ва томорқа ер эгалари кенгаши (Ф.Суюнов)

билан биргаликда «suvkredit.uz» тизимида қуйидаги функциялар инobatга олиниши бўйича «Агробанк» АТБга кўмаклашсин:

кредит расмийлаштириш жараёнининг шаффофлиги, яъни барча босқичларни онлайн кузатиб бориш имконияти яратилиши;

кредитлар асосида жорий қилинадиган сувни тежайдиган суғориш технологиялари фақат ишчи лойиҳалар асосида қурилиши;

пудрат ташкилотлар томонидан ҳар бир лойиҳа бўйича камида 2 йиллик кафолат муддати берилиши ҳамда 5 йил давомида сервис хизматлари кўрсатилиши;

кредит олувчилар томонидан пудрат ташкилотларнинг фаолиятини баҳолаб бориш ҳамда рейтинг тизими юритилиши;

кредит олувчи қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ишлаб чиқарувчиларини сувни тежайдиган суғориш технологияларидан самарали фойдаланишга ўқитиш орқали сервис ва консултив хизматлар кўрсатилиши.

10. Белгилансинки, 2024 йилдан бошлаб:

сувни тежайдиган суғориш технологияларини жорий этиш бўйича лойиҳаларни амалга ошириш учун қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ишлаб чиқарувчиларига «suvkredit.uz» платформаси орқали 5 йил муддатга, шундан 2 йиллик имтиёзли давр билан йиллик 14 фоиз ставкада кредитлар ажратилади;

кредит таъминотининг 70 фоизи суғурта компанияларининг кредит қайтмаслик хатаридан суғурта полиси, 50 фоизи эса «Тадбиркорликни ривожлантириш компанияси» АЖ кафилиги асосида амалга оширилади;

сувни тежайдиган суғориш технологияларини жорий этиш бўйича харажатларнинг бир қисмини қоплаш учун субсидиялар қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ишлаб чиқарувчиларига ушбу технологиялар жорий қилинган йилнинг ўзида тўлиқ миқдорда ажратилади.

Иқтисодиёт ва молия вазирлиги Қорақалпоғистон Республикаси ва Хоразм вилоятида сувни тежайдиган суғориш технологияларини жорий қилиш бўйича лойиҳаларга тижорат банклари томонидан миллий валютада ажратиладиган кредитлар бўйича фоиз ставкасининг 10 фоиздан ошадиган қисмини Давлат бюджетидан қоплаб берилишини таъминласин.

11. Қишлоқ хўжалиги вазирлиги, Сув хўжалиги вазирлиги ҳамда Иқтисодиёт ва молия вазирлигининг:

тижорат банкларининг кредит маблағлари ҳисобига жорий қилинган сувни тежайдиган суғориш технологиялари бўйича ажратиладиган субсидияларни, биринчи навбатда, қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ишлаб чиқарувчиларининг тижорат банкларида очилган қонунчилик ҳужжатларига мувофиқ ундирувга йўл қўйилмайдиган махсус мақсадли ҳисобварақлари (кейинги ўринларда – махсус мақсадли ҳисобварақлар) орқали кредитни сўндириш учун йўналтириш;

Қишлоқ хўжалиги вазирлиги Сув хўжалиги вазирлиги ва тижорат банклари билан биргаликда махсус мақсадли ҳисобварақлар очиладиган қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ишлаб чиқарувчиларининг рўйхатини шакллантириши ҳамда Солиқ қўмитаси ва Марказий банк билан келишилган ҳолда Вазирлар Маҳкамасига киритиши;

махсус мақсадли ҳисобварақларни очиш Вазирлар Маҳкамасининг рухсати асосида амалга оширилиши тўғрисидаги таклифларига розилик берилсин.

12. Белгилансинки, суғориладиган ерларда янги боғлар, узумзорлар ва бошқа кўп йиллик дарахтзорлар

ҳамда енгил типдаги иссиқхоналарни ташкил этишда хулосалар Қишлоқ хўжалиги вазирлиги томонидан фақат сувни тежайдиган суғориш технологияларини жорий қилиш шарти билан берилади.

Бош прокуратура (Ж.Хатамов), Агросаноат мажмуи устидан назорат қилиш инспекцияси (А.Вахабов) мазкур бандда белгиланган талабнинг ижроси устидан қатъий назорат ўрнатсин.

13. Сув хўжалиги вазирлиги, Иқтисодиёт ва молия вазирлиги, Солиқ қўмитаси 2024 йил 1 февралга қадар қуйидагиларни назарда тутувчи «Сув етказиб бериш хизмати» давлат муассасаларининг фаолиятини ташкил қилиш тўғрисидаги низоом лойиҳасини Вазирлар Маҳкамасига киритсин:

Сув етказиб бериш хизматларининг фаолияти тегишлилиги бўйича Қорақалпоғистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлиги ва ирригация тизимлари ҳавза бошқармалари томонидан мувофиқлаштирилиши;

Сув етказиб бериш хизматлари фаолиятини ташкил этиш учун тегишли туман бюджетларидан маблағлар алоҳида шахсий ғазна ҳисобварақларига харажатлар таснифининг бир сатрида ажратилиши ва Сув етказиб бериш хизматининг бюджетдан ташқари маблағлари бўйича шахсий ғазна ҳисобварақига ўтказилиши;

Сув етказиб бериш хизматлари тузилмаси ва штат бирликлари сони, тизим учун белгиланган нормативлардан қатъи назар, Сув хўжалиги вазирлиги томонидан Иқтисодиёт ва молия вазирлиги билан келишилган ҳолда тасдиқланиши;

Сув етказиб бериш хизматларига ажратилган маблағлардан фойдаланиш тартиби, шу жумладан, ходимларнинг меҳнатига ҳақ тўлаш миқдори ва улар фаолиятининг самарадорлик мезонларига асосланган рағбатлантириш тартиби Сув хўжалиги вазирлиги томонидан Иқтисодиёт ва молия вазирлиги билан келишилган ҳолда тасдиқланиши;

туман (Қувасой шаҳар) учун олинган сув ҳажми ҳамда якуний истеъмолчиларга етказилган сув ҳажми орасидаги фарққа (сув йўқотишлари) қараб Сув етказиб бериш хизматлари ходимларини рағбатлантириш механизми.

14. Сув хўжалиги вазирлиги (Ш.Хамраев), Қишлоқ хўжалиги вазирлиги (А.Назаров), Кадастр агентлиги (Ф.Пулатов), Иқтисодиёт ва молия вазирлиги ҳузуридаги Давлат молиявий назорати инспекцияси (Л.Умурзоқов), Адлия вазирлиги (Ш.Рабиев), Қорақалпоғистон Республикаси Вазирлар Кенгаши Раиси ва вилоятлар ҳокимлари 2024 йил 1 июлга қадар барча суғориш

тармоқларининг хатловдан ўтказилишини ташкил қилиш ҳамда уларнинг тегишлилиги бўйича балансга берилиши ва кадастр ҳужжатлари расмийлаштирилиши, шунингдек, рақамли технологиялар асосида ҳар бир суғориш тармоғини классификациялаш ва идентификациялаш юзасидан Вазирлар Маҳкамасига таклиф киритсин, бунда:

ҳар бир туман (Қувасой шаҳар) ҳокими ўз ҳудудидаги суғориш тармоқларини хатловдан ўтказишга масъул этиб белгилансин;

туман (Қувасой шаҳар) адлия бўлимлари суғориш тармоқларини тегишлилиги бўйича бириктириш жараёнини ҳуқуқий жиҳатдан таъминласин.

15. Иқтисодиёт ва молия вазирлиги (А.Бобоев) Солиқ қўмитаси (Ш.Кудбиев), Сув хўжалиги вазирлиги (Ш.Хамраев) ва Қишлоқ хўжалиги вазирлиги (А.Назаров) билан биргаликда 2025 йил якунига қадар 2027–2029 йилларда лазерли текисланмаган суғориладиган майдонларга нисбатан ер ва сув солиги ставкаларини босқичма-босқич бир ярим баробардан тўрт баробаргача ошириш юзасидан Ўзбекистон Республикаси Президенти Администрациясига таклиф киритсин.

Бунда, Иқтисодиёт ва молия вазирлиги ҳузуридаги Қишлоқ хўжалигини давлат томонидан қўллаб-қувватлаш жамғармаси томонидан ер текислагич агрегатларни сотиб олиш харажатларининг 30 фоизини қоплаб бериш механизми давом эттирилиши маълумот учун қабул қилинсин.

16. Қуйи бўғинда сув ресурсларини бошқариш тизимини такомиллаштириш бўйича «йўл харитаси» 1-иловага мувофиқ тасдиқлансин.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг ва Ўзбекистон Республикаси Ҳукуматининг айрим қарорларига 2-иловага мувофиқ ўзгартириш ва қўшимчалар киритилсин.

18. Мазкур қарор ижросини самарали ташкил қилишга масъул ва шахсий жавобгар этиб сув хўжалиги вазири Ш.Р.Хамраев белгилансин.

Қарор ижросини муҳокама қилиб бориш, ижро учун масъул идоралар фаолиятини мувофиқлаштириш ва назорат қилиш Бош вазир ўринбосари Ж.А.Ходжаев зиммасига юклансин.

**Ўзбекистон Республикаси
Президенти**

ШАВКАТ МИРЗИЁЕВ

*Тошкент шаҳри,
2024 йил 5 январь*

КАНАЛЛАРНИ БЕТОНЛАШТИРИШ – СУВ ТАНҚИСЛИГИ-НИНГ ОЛДИНИ ОЛИШДА МУҲИМ ОМИЛ

Президентимиз Шавкат Мирзиёев раислигида 2023 йил 29 ноябрь куни ўтказилган видеоселектор йиғилишида қишлоқ хўжалигида сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш ва йўқотишларни камайтириш ҳамда сувтежевчи технологияларни жорий этиш, сув ресурсларининг ортиқча сарф бўлишига сабаб бўлаётган тупроқ ўзанли канал ва ариқларни бетонлаштириш каби долзарб ва кечиктириб бўлмас масалаларга тўхталиб, сувни тежаш бўйича фавқулодда иш тизимига ўтилишини алоҳида таъкидланди.

Маълумки, мамлакатимизда фойдаланиладиган сув ресурсларининг 80 фоиздан ортиғи қўшни давлатлар – Тожикистон ва Қирғизистон ҳудудидаги тоғлардан, қолган қисми эса ички манбалар ҳисобидан шаклланади. Қолаверса, глобал иқлим ўзгаришлари оқибатида сув манбалари йил сайин камайиб бормоқда. Буларнинг таъсирида 2030 йилга бориб, юртимиздаги сув танқислиги 15 миллиард куб метрдан ортиши прогноз қилинаёпти.

Бугунги кунда республикада сув хўжалиги соҳасида изчил амалга оширилаётган ислохотларнинг пировард мақсади ҳам тежамкорликни ошириб, тақчилликлар асоратини юмшатишдан иборат. Бу борада йирик магистрал каналлар, ички суғориш тармоқларини бетонлаштириш муҳим ўрин тутди.

Шу боис сув хўжалигида 2024 йил “каналларни бетонлаш бўйича зарбдор йил” сифатида белгиланиб, Сув хўжалиги вазирлигида фавқулодда иш юритиш тизими штаби ташкил этилди. Ушбу штаб вакиллари республикамизнинг энг чекка, сув таъминоти оғир ҳудудларига бориб, жойлардаги ҳолатни атрофлича ўрганиб чиқди.



Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2023 йил 21 декабрдаги 672-сонли қарорига асосан 2024 йилда каналларни бетонлаштириш бўйича манзилли дастур тасдиқланди. Мазкур дастурга асосан жорий йилда сув хўжалиги ташкилотлари ҳисобидаги 1 минг 519 километр, яъни 2023 йилга нисбатан 4 баробар кўп магистрал ва хўжаликлараро каналларни бетонлаш вазифаси қўйилди. Шундан 554,5 километри суғориш мавсуми бошлангунга қадар бюджет маблағлари ҳисобидан, 648,3 километри суғориш мавсуми якунлангандан кейин халқаро молия институтлари маблағлари ҳисобидан ҳамда 316,6 километри хорижий



инвестиция маблағлари ҳисобидан амалга оширилиши белгиланган.

Ҳозирда 2024 йил суғориш мавсуми бошлангунга қадар бюджет маблағлари ҳисобидан амалга ошириладиган 554,5 километр узунликдаги каналларни реконструкция қилиш ишлари жадал амалга оширилмоқда. Объектларга 998 та қурилиш техникалари ва механизмлар ҳамда 2800 нафардан ортиқ ишчи-қурувчилар жалб қилиниб, жорий йилнинг 19 март ҳолатига 289 километр узунликдаги каналлар бетонлаштириб бўлинган бўлса, қолган қисмида тупроқ ишлари амалга ошириб бўлинди.

Шунингдек, маҳаллий давлат бошқаруви органлари мутасаддилигида барча ҳудудларда ички суғориш тармоқларини бетонлаштириш тадбирлари ҳам олиб борилмоқда. Бугунги кунда 8 минг километрдан зиёд ички суғориш тармоқлари бетонлаштирилди.



Бугунги кунда ҳар бир лойиҳанинг сифатли амалга оширилиши истон Республикаси Ҳисоб палатаси, Сув хўжалиги вазирлиги, Бош прокуратура ва Ички ишлар вазирлиги мутасаддилари томонидан қатъий назоратга олинган.

Хорижий инвестиция лойиҳалари доирасида Фарғона водийсида 151 км каналлар, Бухоро вилоятида “Жондор” канали (23 км) ва Сурхондарё вилоятида “Боботоғ” канали (24 км) бетонлаштирилмоқда.

Ички тармоқларни бетонлаштириш юзасидан Сув хўжалиги вазирлиги томонидан зарур тавсиялар (қўлланма) ишлаб чиқилган бўлиб, жойларда агрокластерлар ва фермер хўжаликларига зарурий таклиф ва тавсиялар бериб борилмоқда.

Каналларни бетонлаштириш вазифаси келгуси йилларда ҳам изчил давом эттирилади. Жумладан, 2025 йилда камида 2 минг километр каналларни бетонлаштириш режалаштирилмоқда.



Бир сўз билан айтганда, давлатимиз томонидан сув хўжалиги соҳасини ривожлантириш, каналларни бетонлаштириш орқали мавжуд сув ресурсларидан оқилона фойдаланишни ташкил этиш мақсадларида бюджетдан миллиардлаб сўм маблағлар сарфланмоқда.

*Дилшоджон Ходжиахмедов,
Ўзбекистон Республикаси
Сув хўжалиги вазири ўринбосари,
Тоҳиржон Султанов,
“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот
университети проректори*

