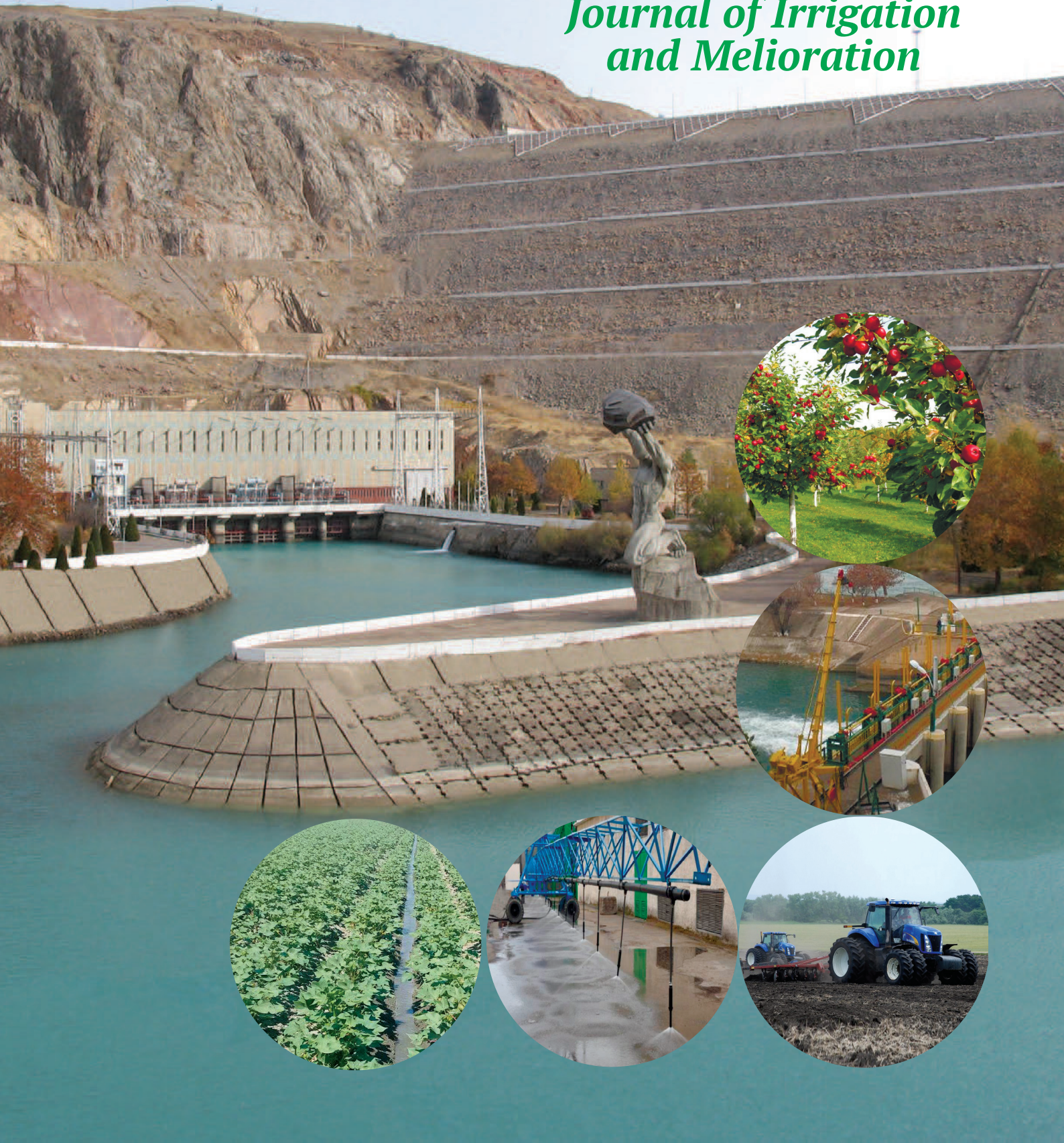


IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

№1(31).2023

*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; **Ишанов Х.Х.**, техника фанлари номзоди, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси бош мутахассиси; **Салимов О.У.**, техника фанлари доктори, ЎзРФА академиги; **Мирсаидов М.**, техника фанлари доктори, ЎзРФА академиги; **Хамидов 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 Дилятов** – 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** – Калкутта университети Хорижий докторантура факультети профессори, Хиндистон; **Исанова Гулнора Толегеновна** – PhD, У.У. Успанов номидаги Тупроқшунослик ва Агрокимё 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; **Ундрақш-Од Баатар** – Марказий Осиё Тупроқшунослик жамияти раҳбари, профессор, Монголия.

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

Манзил: 100000, Тошкент ш., Қори-Нийезий, 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 «SILVER STAR PRINT» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилди.

Манзил: Тошкент шаҳри, Олмазор тумани, Иброҳим Ота кўчаси, 3226-уй. Буюртма №30. Адади 650 нуска.

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; **Ишанов Х.Х.**, кандидат технических наук, главный специалист Кабинета Министров 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 кафедры “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 Калькутского 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; **Ундракш-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 «SILVER STAR PRINT».

Адрес: город Ташкент, Алмазарский район, улица Ибрагима Ота, дом 3226. Заказ № 30. Тираж 650 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; **Ishanov H.**, candidate of technical sciences, chief specialist Cabinet Ministers 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; **Eldiiar Duulatov**, PhD, Researcher at the Institute of Geology of the National Academy 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 SILVER STAR PRINT.

Address: Tashkent city, Almazor district, Ibrahim Ota street, 322b. Order № 30. The number is 650 copies.

ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

- С.Х.Исаев, Х.С.Хусанбаева, С.А.Дўстназарова, Ж.Д.Нарзуллаев*
Соёнинг “Нафис” ва гулкарамнинг “Раскот” навини ёмғирлатиб суғориш самарадорлиги6
- А.М.Арифжанов, С.Н.Хошимов*
Сув омборларида дарё оқизикларини бошқаришнинг гидравлик модели11
- А.Б.Маматалиев, М.А.Маликова*
Чирчиқ-Оҳангарон воҳасининг типик бўз тупроқлари шароитида ғўзани томчилатиб суғоришнинг аҳамияти.....16
- З.Худоёров*
Ёмғирлатиб суғориш қурилмасини экспериментал тадқиқоти натижалари.....22

ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИ ВА НАСОС СТАНЦИЯЛАР

- Б.К.Салиев, Э.И.Бердиёров, М.Б.Салиева, Р.И.Турахонов*
“Сариқўрғон” гидроузели иншоотлари остидаги фильтрация оқимини моделлаштириш28
- В.А.Khudayarov, F.Zh.Turaev*
Development and research of the method of static systems identification by hysteresis35

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ

- Б.М.Худаяров, У.Т.Қузиёв*
Пушта олиш жараёнида гўнг солиш қурилмасининг ишчи қисми параметрларини асослаш.....48

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ

- Н.М.Маркаев*
Ўзгарувчан электр токи билан ишлов беришни узум новда қаламчалари тутувчанлигига таъсирини назарий асослаш.....54
- Н.Б.Пирматов, А.Т.Паноев*
Ём майдалаш қурилмасининг асинхрон моторини статик ва динамик режимларини математик моделлаштириш орқали барқарор иш режимда ишлашини таъминлаб энергия тежамкорлигини аниқлаш60

СУВ ХЎЖАЛИГИ СОҲАСИ УЧУН КАДРЛАР ТАЙЁРЛАШ

- Ж.А.Қосимов, Д.Қаландарова*
БИМ технологиясидан фойдаланган ҳолда гидротехник иншоотлар 3Д моделини қуриш.....67
- А.Рамазанов, Ф.Садиев*
Кадрлар – асоси инновационного развития.....73

УЎТ: 635.45

СОЯНИНГ “НАФИС” ВА ГУЛКАРАМНИНГ “РАСКОТ” НАВИНИ ЁМҒИРЛАТИБ СУҒОРИШ САМАРАДОРЛИГИ

С.Х.Исаев – қ.х.ф.д., профессор, “ТИҚХММИ” МТУ, Х.С.Хусанбаева – докторант, ПСУЕАИТИ,
С.А.Дўстназарова – докторант, “ТИҚХММИ” МТУ, Ж.Д.Нарзуллаев – докторант, “ТИҚХММИ” МТУ

Аннотация

Маълумки, кейинги йилларда иқлим ўзгаришини таҳлилларга назар соладиган бўлсак, 1960–2014 йиллардаги чучук сув истеъмолини баҳолаш кўрсаткичларига кўра, жами чучук сув сарфининг 70 фоизи қишлоқ хўжалиги ва чорвачилик секторлари ҳиссасига тўғри келган бўлиб, шундан қишлоқ хўжалиги ерларининг 20 фоизи суғориладиган ерлар бўлиб, бу ерларда жами озиқ-овқат маҳсулоти ҳажмининг 40 фоизи ишлаб чиқарилган. Аҳолининг озиқ-овқат маҳсулотларга бўлган эҳтиёжларини қондириш ва сув ресурсларидан самарали фойдаланиш мақсадида Тошкент вилоятининг ўтлоқи бўз тупроқлари шароитида соянинг “Нафис” ҳамда гулкарамнинг “Раскот” навларини парваришлашда ёмғирлатиб суғоришда соянинг “Нафис” навини суғоришни ўтлоқи бўз тупроқлар ўсув даври давомида 3-5-5 тизимда, ҳар галги суғориш меъёри 220–230 м³/га мавсумий суғориш меъёри 2880 м³/га ҳамда гулкарамнинг “Раскот” навини ўсув даври давомида 2-4-5 тизимда, ҳар галги суғориш меъёри 220–225 м³/га, мавсумий суғориш меъёри 2440 м³/га меъёрида ёмғирлатиб суғорилганлиги баён этилган.

Таянч сўзлар: соя ва гулкарам навлари, ёмғирлатиб суғориш усули, тупроқнинг ғоваклиги, тупроқнинг сув ўтказувчанлиги, чекланган дала нам сифими, суғориш меъёри, суғориш муддатлари, мавсумий суғориш меъёри, соя ва гулкарамнинг ўсиб-ривожланиши, экинлар ҳосилдорлиги.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБА ПОЛИВА ДОЖДЕВАНИЕМ ПРИ ПОЛИВЕ СОРТА РАСТЕНИЙ СОИ “НАФИС” И ЦВЕТНОЙ КАПУСТЫ “РАСКОТ”

С.Х.Исаев – д.с.х.н, профессор, НИУ “ТИИМСХ”, Х.С.Хусанбаева – докторант, НИИССАВХ,
С.А.Дўстназарова – докторант, НИУ “ТИИМСХ”, Ж.Д.Нарзуллаев – докторант НИУ “ТИИМСХ”

Аннотация

Анализ изменения климата в последующие годы с 1960 по 2014 показал что 70% общего потребления пресной воды приходилось на сельское хозяйство и животноводство, из них 20% составляли орошаемые земли сельскохозяйственных угодий, и на этих землях производилось 40% всего производства продуктов питания. В целях увеличения потребности населения в продуктах питания и рационального использования водных ресурсов в условиях сероземов Ташкентской области применялся способ полива дождеванием культур сои сорта “Нафис” по схеме 3-5-5 в течение вегетационного поливные нормы составляли 220–30 м³/га, оросительная норма 2880 м³/га, у сорта цветной карусты “Раскот” по схеме 2-4-5 в течение вегетационного периода поливные нормы составляли 220–225 м³/га, оросительная норма 2440 м³/га.

Ключевые слова: виды сои и цветной капусты, способ полива дождеванием, пористость почвы, водопроницаемость, предельная полевая влагоёмкость, нормы полива, сроки оросительная норма, рост и развитие сои и цветной капусты, урожайность культур.

EFFICIENCY OF THE SPRINKLING IRRIGATION METHOD FOR IRRIGATION OF SOYAN “NAFIS” AND CAULIFLOW PLANTS “RASKOT”

S.X.Isaev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, NRU “TIAME”, Kh.S.Khusanbaeva – doctorant, CBSPARI,
S.A.Dostnazarova – doctorant, NRU “TIAME”, J.D.Narzullaev – doctorant, NRU “TIAME”.

Abstract

As you know, if you look at the analysis of climate change in subsequent years, then fresh water indicators from 1960 to 2014, 70% of the total fresh water consumption accounted for agriculture and animal husbandry, of which 20% is irrigated agricultural land, and on these lands produces 40% of the total food production. In order to reduce the population's in the Tashkent reion, the method was used for soybean crops "Nafis" variety was applied, watered according to the 3-5-5 scheme during the rowing season, irrigation rates were 220–230 m³/ha, irrigation rates were 2880 m³/ha, in the color carousta variety "Raskot" 2-4-5 during the growin season in the sustem, irrigation rates are 220–225 m³/ha, irrigation rates are 2440 m³/ha of irrigation.

Key words: soybean and cauliflower species, sprinkling irrigation method, soil bulk density, soil porosity, soil water permeability, field capacity limit, irrigation rates, irrigation timing, irrigation rate, growth development of soybeans and cauliflower, crop yields.

Кириш. Ҳозирда дунё аҳолисининг сони ошиб бо-риши натижасида озиқ-овқат маҳсулотларига бўлган талаб кун сайин ортиб бормоқда. Дунёда соя экини 122,1 млн. гектар майдонда асосий ҳамда такрорий экин сифатида етиштирилмоқда. Экин майдони бўйича буғдой, шоли ва маккажўхоридан кейин тўртинчи ўринни

эгаллайди ва йиллик ялпи дон ҳосили 220,6 млн. тоннани ташкил этади. АҚШ, Аргентина, Бразилия каби давлатлар соя дони экспорти бўйича етакчи ўринни эгаллайди. Хитой, Корея ва бошқа Осиё мамлакатлари асосий импорт қилувчилардир. ФАО маълумотларига кўра, дунё бўйича 2021 йилда 1,66 млн. тонна соя дони етиштирилди. Бу

кўрсаткич ҳар йили 2,2 фоизга ошмоқда ҳамда 2030 йилга бориб 371,3 млн. тонна ҳосил олиш кутилмоқда [1, 2].

Халқаро сув ресурсларини бошқариш институти (IWMI) ҳисоб-китобларига кўра, 2025 йилга бориб дунёда тахминан 3,5 млрд. аҳоли сув танқислиги муаммосига дуч келиши мумкин. Хусусан, ривожланаётган давлатларда табиий ресурсларни бошқаришнинг мукамал стратегияси ва сиёсатининг амалда ишламаслиги ҳисобига бу кўрсаткич 1,2–1,8 млн. кишига етади. 2080 йилга бориб эса экинларни суғориш самарадорлигининг ошишига қарамасдан, глобал иқлим, об-ҳаво, ёғингарчилик ва ўсимликлар вегетация даврининг ўзгариб кетиши сабабли чучук сувга бўлган талаб 25 фоизга ортиши башорат қилинмоқда [3].

Ҳозирги кунда бутун дунёда 17 та давлат “ўта юқори” даражада сув танқислигига учраган мамлакатлар ҳисобланади. Ўзбекистон мазкур кўрсаткич бўйича 164 та давлат орасида 25-ўринда туради (бешлик шкалада 2-даражада), яъни “юқори” даражада сув танқислигига учраган давлатлар қаторига киради.

Ўзбекистон аҳолисининг 2030 йилга бориб, қарийб 40 млн. кишига етиши мавжуд сув ресурсларининг 7–8 км³ га қисқаришини келтириб чиқаради. Бундай шароитда сув танқислиги даражаси 13–14 фоиздан 44–46 фоизгача ошиши мумкин. Бу эса қишлоқ хўжалигининг ривожланишига салбий таъсир кўрсатади [4].

Адабиётлар таҳлили ва масаланинг қўйилиши. Соя навларини асосий экин сифатида томчилатиб суғориш усулидан фойдаланган ҳолда етиштириш ҳамда унинг биологияси ва етиштириш агротехнологияларини ўрганиш бўйича хорижда В.В.Мелихов, Н.А.Горбачова, Е.П.Боровой, О.А.Белик, К.А.Тимирязова, В.И.Кузнецов, А.С.Овчинников, С.А.Курбанов, М.Н.Лытов, П.Вавилов, А.Бабич, Г.Посыпанов, Л.Вислобокова, О.Иванова, С.Иванов, Л.Губанов, В.Литвинов., А.Севостьянов, М.Мирошниченко, С.Антонов, Е.Ефимов, A.Nel, H.Loubser, P.Hammes, мамлакатимизда эса Қ.Мирзажонов, Х.Атабаева, Д.Ёрматова, У.Норқулов, Н.Халилов, Б.Халиков, С.Исаев, Ф.Намозов, У.Неъматов каби олимлар томонидан кенг қамровли илмий ишлар олиб борилган [5, 6, 7].

Шунингдек, асосий муддатларда мазкур экин навларини парваришда минерал ўғитлар билан озиклантириш меъёрлари, сояни маккажўхори билан қўшиб экиш агротехнологияси, соя ва кунгабоқарни етиштириш агротехнологияси элементларини такомиллаштириш, дон сифатига агротехнологик тадбирларга боғлиқлиги динамикасини аниқлаш бўйича ҳам чуқур изланишлар олиб борилган [8, 9, 10].



1-расм. Соя ва гулкарамни ёмғирлатиб суғориш схемаси

Оқоридаги муаммолардан келиб чиқиб, мамлакатимизда кейинги йилларда кузги буғдой, гўза, соя, гулкарам ва бошқа экинларни етиштиришда янги инновацион тежамкор суғориш технологияларини ишлаб чиқиш ва амалиётга жорий этиш долзарб масала ҳисобланади [11, 12].

Тадқиқотнинг мақсади: Тошкент вилоятининг ўтлоқи-бўз тупроқлари шароитида соя ва гулкарам ўсимликларини ёмғирлатиб суғориш усулини ишлаб чиқиш ҳисобланади.

Тадқиқот объекти сифатида Тошкент вилоятининг қадимдан суғориладиган, ўтлоқи бўз тупроқлари, ёмғирлатиб суғориш усули, соя, гулкарам ўсимликлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети ёмғирлатиб суғориш усули, суғориш сони, мавсумий суғориш меъёри, соя ва гулкарамнинг ўсиши, ривожланиши, ҳосилдорлиги ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари илмий тажриба тадқиқотлари лаборатория ва дала тажрибаларини ўтказиш, фенологик кузатиш ва биометрик ўлчашлар “Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур”, “Дала тажрибаларни ўтказиш услублари” (ЎзПИТИ) асосида олиб борилди. Соя ва гулкарам ҳосили маълумотларига Б.А.Доспеховнинг “Методика полевого опыта” қўлланмасидаги дисперсион таҳлил услуби ҳамда компьютер дастури ёрдамида математик-статистик таҳлил қилиш услубий қўлланмаларига риоя қилинган ҳолда ўтказилди [13, 14, 15].

Тадқиқот натижалари. 2022 йил “ТИҚХММИ” МТУнинг Ўқув-илмий тажриба маркази ҳудудида соянинг “Нафис” нави, гулкарамнинг “Раскот” навини ёмғирлатиб суғориш усули бўйича илмий тадқиқотлар 0,67 га майдонда олиб борилди (1-расм).

2022 йил 11 апрель куни соянинг “Нафис” навининг супер элита уруғи экилди. Соя навини парваришда 3 марта ҳашаротларга қарши ишлов берилди, 6 марта қатор орасига ишлов берилди, бегона ўтларга қарши қўл кучи ёрдамида 5 марта ишлов берилди, 5 марта эгатлаб ва 13 марта ёмғирлатиб суғорилган бўлса, гулкарамнинг “Раскот” нави эса 5 марта эгатлаб ва 11 марта ёмғирлатиб суғориш ишлари амалга оширилди [16, 17].

Тажриба майдони тупроғининг механик таркибини аниқлаш бўйича ўтказилган лаборатория таҳлиллари натижалари кўра ҳайдалма қатлами ўрта, пастки қатламлари енгил қумоқдан ташкил топган, лёссимон ётқизикларда жойлашган, ботқоқланишга мойил, суғориладиган ўтлоқи бўз унумдорлиги паст тупроқлардан иборатлиги аниқланди [18, 19, 20].

Тупроқнинг агрохимёвий таҳлили учун умумий фон сифатида олинган тупроқ намуналарида тупроқнинг 0–30 см ҳайдов қатламда гумус миқдори 0,822%, ҳайдов ости 30–50 см қатламда 0,810 фоизни ташкил қилган бўлса, шунингдек, асосий озика моддалардан умумий азот ва фосфор элементларининг миқдори ушбу қатламларда мутаносиб равишда 0,089–0,077% ва 0,094–0,088% атрофида бўлган бўлса, тупроқ таркибидаги озика моддаларнинг ҳаракатчан шакли NO_3 9,89–8,7 мг/кг, P_2O_5 18,7–16,9 ҳамда K_2O 158–146 мг/кг кўрсаткичларни ташкил этганлиги аниқланди.

Тупроқ ҳажмий массасини аниқлаш учун белгиланган қатламлардан тупроқ намуналари махсус, ҳажми маълум бўлган цилиндрда олиб лабораторияга олиб келинди. Тупроқнинг ҳажм массаси қуруқ тупроққа нисбатан бўлганлиги учун аввал тупроқнинг намлигини аниқлаб олинди ва тупроқнинг соф оғирлигини цилиндр ҳажмига бўлиб, қуйидаги формула орқали тупроқ ҳажм массаси аниқланди:

$$d = \frac{P}{V} \quad (1)$$

бу ерда: d – тупроқнинг ҳажм массаси, P – цилиндрдаги тупроқнинг соф оғирлиги, г, V – цилиндрининг ҳажми, см^3 .

Шунингдек, турли тупроқларда ғоваклик 40–50% атрофида бўлади.

Тупроқ ғоваклиги қуйидаги формула орқали ифодаланди:

$$P = 100 - \frac{d \cdot 100}{2,70} \quad (2)$$

бу ерда: P – тупроқнинг ғоваклиги, %, d – ҳажм оғирлиги ёки тупроқ зичлиги, 2,70 – ўтлоқи-бўз тупроқларнинг ўртача солиштирма ҳажми.

Амал даври бошида умумий тагликда ўрганилган тупроқдаги агрофизик кузатиш натижаларининг кўрсатишича, тажриба даласининг 0–30 см қатламидаги ҳажм массаси 1,28 г/см³, 0–50 см. да 1,31 г/см³, 0–70 см. да 1,34 г/см³ ва 0–100 см. да эса 1,37 г/см³ га тенг бўлган бўлса, тажриба майдонининг ўртача ғоваклиги юқоридан пастга қараб камайиб борди, яъни 0–30 см. да 52,9%, 0–50 см. да 51,5%, 0–70 см. да 50,4% ва 0–100 см. да 49,3 фоизни ташкил этди.

Тажриба олиб борилган майдонда ўсимликларнинг амал даври охирига келиб вариантлар ўртасида энг кам миқдордаги тупроқ ҳажм массасининг ўзгариши қуйидагича бўлди, яъни назорат вариантыда соя навларини эгатлаб суғоришда 0–30 см. да 1,36 г/см³, 0–50 см. да 1,42 г/см³, 0–70 см. да 1,44 г/см³ ва 0–100 см. да 1,45 г/см³ ни ташкил қилди. Тупроқнинг ҳажм массаси катта миқдордаги ўзгариши соя навини ёмғирлатиб суғоришда вариантыда кузатилди ва тегишлича 1,39, 1,41, 1,43 ва 1,44 г/см³ га тенг бўлганлиги тажрибада олиб борилган тадқиқот натижаларида кузатилди.

Амал даври бошида тупроқнинг сув ўтказувчанлиги 6 соат давомида гектарига 882 м³ ни, 88,2 мм. ни ёки 0,24 мм/мин. ни ташкил қилган бўлса, амал даври давомида тажриба даласига суғориш ишлари ҳамда агротехник тадбирлар амалга оширилиши ҳисобига амал даври охирига бориб, тупроқнинг сув сингдириш хусусиятлари пасайиши кузатилди.

Амал даври бошида тажриба даласидаги тупроқнинг дала нам сиғими ҳайдов усти – 0–30 см. ли қатламда 21,5%, 0–50 см. ли қатламда 21,6%, 0–70 см. да 21,8%, 0–100 см. ли қатламда эса ўртача 22,2 фоизни ташкил эт-

ганлиги кузатилди ва вегетация даврида соя ва гулкарамни ҳар галги суғоришлар тупроқнинг дала нам сиғимиға риюя қилинган ҳолда амалга оширилди.

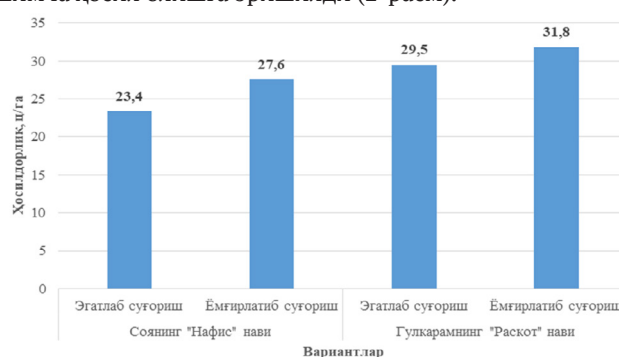
Соя ва гулкарамни суғоришларнинг меъёри ва сони эса ўсимликнинг тури ва навига, иқлимий, гидрогеологик ва тупроқ-мелиоратив шароитларга боғлиқ ҳолда С.Н.Рыжов тавсия этган намлик меъёри формуласи орқали аниқланади:

$$m = (W_{\text{чднс}} - W_{\text{фак}}) 100 J h + \kappa, \text{ м}^3/\text{га}$$

бунда: $W_{\text{чднс}}$ – тупроқнинг чегараланган дала нам сиғими, тупроқ оғирлигига нисбатан %; $W_{\text{фак}}$ – суғориш олди тупроқнинг намлиги, тупроқ оғирлигига нисбатан %; J – тупроқнинг ҳажм массаси, г/см³; h – ҳисобий қатлам, м; κ – суғориш давомида буғланишга кетган сув сарфи, м³/га (ҳисобий қатламдаги намлик етишмовчилигидан 10%).

2022 йилда олиб борилган тадқиқотларда сояни эгатлаб суғоришни 1-2-2 тизимда 5 маротаба суғорилиб, гуллашгача фазасида 1 маротаба 590 м³/га, гуллаш-ҳосил тўплаш фазасида 2 маротаба 600, 650 м³/га меъёрларда, пишиш фазасида эса 2 маротаба 650, 640 м³/га меъёрда суғорилиб, суғориш давомийлиги 15–17 соатни, суғоришлар ораси 24–37 кунни, мавсумий суғориш меъёри 3130 м³/га. ни ташкил этган бўлса, сояни ёмғирлатиб суғоришда 3-5-5 тизимда 13 маротаба суғорилиб, гуллашгача фазасида 3 маротаба 320, 320, 320 м³/га, гуллаш-ҳосил тўплаш фазасида 5 маротаба 240, 240, 240, 240 м³/га меъёрларда, пишиш фазасида эса 5 маротаба 240, 240, 240, 240 м³/га меъёрда суғорилиб, суғориш давомийлиги 2,0–2,5 соатни, суғоришлар ораси 6–12 кунни, мавсумий суғориш меъёри 2880 м³/га. ни ташкил қилганлиги кузатилди. Сояни эгатлаб суғорилганга нисбатан сояни ёмғирлатиб суғорилган вариантларда 250 м³/га сув кам сарфланганлиги аниқланди. Шунингдек, гулкарамнинг “Раскот” навини ўсув даври давомида 2-4-5 тизимда, ҳар галги суғориш меъёри 220–225 м³/га, мавсумий суғориш меъёри 2440 м³/га ёмғирлатиб суғорилганда юқори ҳосил олишга эришилди.

Соянинг “Нафис” навини суғоришни ўтлоқи бўз тупроқлар шароитида соя навини ёмғирлатиб суғоришда эгатлаб суғориш вариантыга нисбатан қўшимча 4,2 ц/га гача, гулкарамнинг “Раскот” навида эса 2,3 ц/га. гача қўшимча ҳосил олишга эришилди (2-расм).



2-расм. Соя ва гулкарамнинг ҳосилдорлиги, ц/га

Хулоса. Олиб борилган тажриба тадқиқотларининг натижаларига кўра, соянинг “Нафис” навини суғоришни ўтлоқи бўз тупроқлар ўсув даври давомида 3-5-5 тизимда, ҳар галги суғориш меъёри 220–230 м³/га мавсумий суғориш меъёри 2880 м³/га ҳамда гулкарамни “Раскот” навини ўсув даври давомида 2-4-5 тизимда, ҳар галги суғориш меъёри 220–225 м³/га, мавсумий суғориш меъёри 2440 м³/га ёмғирлатиб суғориш тавсия этилади (3-расм).



3-расм. Тадқиқот жараёнлари

№	Адабиётлар	References
1	Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 10 июлдаги “Ўзбекистон республикасида сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган Концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-6024-сонли фармони. – Тошкент, 2020.	O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 10 iyuldagi “O‘zbekiston respublikasida suv xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo‘ljallangan Konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated] Iyun 10, 2020, №.6020: "Strategy of action on five priorities of development of the Republic of Uzbekistan"
2	Атабаева Х.Н., Исроилов И.А. Такрорий экилган соя навларининг ўсиши, ривожланиши, ҳосилдорлигига минерал ўғитлар таъсири // Халқаро конференция материаллари тўплами. – Тошкент, 1998. – Б. 12-14.	Atabayeva X.N., Israilov I.A. <i>Takroriy ekilgan soya navlarining o‘shishi, rivojlanishi, hosildorligiga mineral o‘g‘itlar ta’siri</i> [The influence of mineral fertilizers on the growth, development and fruitfulness of soybean replicated soybean sorts planted as re-sowing International symposium], Tashkent, 1998 Pp.12-14 (in Uzbek)
3	Атабаева Х.Н. Соя экишни етиштириш бўйича tavsiyalar. – Тошкент, 2003. – Б. 6-8.	Atabayeva X.N. <i>Soya ekishni yetishtirish bo‘yicha tavsiyalar</i> [Recommendations for sowing and growing soybean]. Tashkent MAWM, 2003, Pp. 8 (in Uzbek)
4	Атабаева Х., Ўринбоева Г. Соя ўсимлиги ҳосилдорлигига нитратли ва маъдан ўғитларнинг таъсири // “Қишлоқ хўжалигида илғор технологиялар” мавзудаги илмий-амалий конференция материаллари тўплами. – Андижон, 2003. 1-китоб. – Б. 201-205.	Atabayeva X., Urinboeva G. <i>Soya o‘simligi hosildorligiga nitratli va ma’dan o‘g‘itlarning ta’siri</i> [Effect of nitrate and mineral fertilizers on productivity of soybean plant]. Conference "Advanced technologies in agriculture". Andijan, 2003. 1st book. p. 201-205 (in Uzbek)
5	Исроилов И.А. Суғориладиган шароитда такрорий экин сифатида экилган соя навларининг ҳосилдорлигига ўғит меъёрлари ва нитрогинни таъсири. Қ.х.ф.н. илмий даражаси учун ёзилган диссертация. – Тошкент, 2005. – 145 б.	Israilov I.A. <i>Sugoriladigan sharoitda takroriy ekin sifatida ekilgan soya navlarining hosildorligiga ogit meyorlari va nitroginni tasiri</i> [The effect of fertilizer and nitrogen standards on the productivity of soybean sorts planted as repetitive crop in irrigated conditions]. Dissertation for academic degree of Candidate of Agricultural Sciences. Tashkent, 2005. P. 145 (in Uzbek)
6	Лытов М.Н. Технология возделывания сои на зерно при орошении. Автореф. дисс. канд. с-х наук. – Москва, 2003. – 27 с.	Litov M.N. <i>Tehnologiya vozdelvaniya soi na zerno pri oroshenii</i> [Technology of cultivating soybean during irrigation]. - M.N.Litov. Auth. dissertation Candidate of Agricultural Sciences. Moscow, 2003 Pp. 27 (in Russian)
7	Исаев С.Х., Б.Хайдаров. "Андижон-36" гўза навини суғориш тартибларининг пахта ҳосилдорлигига таъсири // “Ирригация ва мелiorация” журнали. – Тошкент, 2018. – №1(11). – Б. 9-12.	Isaev S.X. Haydarov B. <i>"Andijon-36" g‘o‘za navini sug‘orish tartiblarining paxta hosildorligiga ta’siri</i> [The influence of irrigation regimes of sort of cotton "Andijon-36" on cotton yield]. Magazine "Irrigation and melioration" №1(11), 2018 Pp. 9-12 (in Uzbek)
8	А.Рамазанов, С.Буриев. О режиме орошения сельскохозяйственных культур // Ж.: “Ирригация ва мелiorация”. – Ташкент, 2018. – №1 (11). – С.13-18.	A.Ramazanov, S.Buriev. <i>O rejime orosheniya sel’skoxozyaystvennix kul’tur</i> [About crop irrigation mode of agriculture]. Magazine "Irrigation and melioration" №1(11), 2018 Pp. 13-18 (in Uzbek)

9	Атабаева Х.Н. Особенности возделывания сои в орошаемой зоне Узбекистана // Матер. конф. «Аграрная наука на рубеже века». – Акмола. 1997. – 15 с.	Atabayeva X.N. <i>Osobennosti vozdelivaniya soi v oroshaemoy zone Uzbekistana</i> [Features of soybean cultivation in the irrigated zone of Uzbekistan]. Materials of conference "Agrarian science at the turn of the century", Akmola, 1997 Pp.15(in Russian)
10	Isaev S., Qodirov Z., Xamraev K., Atamuratov B., Sanaev X.-Scientific basis for soybean planting in the condition of grassy alluvial soil prone to salinization // Journal of Critical Reviews, Vol 7, Issue 4, 2020.	Isaev S., Qodirov Z., Xamraev K., Atamuratov B., Sanaev X. Scientific basis for soybean planting in the condition of grassy alluvial soil prone to salinization // Journal of Critical Reviews, Vol 7, Issue 4, 2020. (in English)
11	Лытов М.Н. Технология возделывания сои на зерно при орошении. Автореф. дисс. к.с.х.н. – Москва, 2003. – 27 с.	Litov M.N. <i>Tehnologiya vozdelivaniya soi na zerno pri oroshenii</i> [Technology of cultivating soybean during irrigation]. - M.N.Litov. Auth. dissertation Candidate of Agricultural Sciences. Moscow, 2003 Pp. 27 (in English) (in Russian)
12	Дала тажрибаларини ўтказиш услублари. – Тошкент, 2007. – 148 б.	<i>Dala tajribalarini o'tkazish uslublari</i> [Methods of conducting field experiments]. Tashkent, 2007. P. 148. (in Uzbek)
13	Бобоев Ф., Тоштемиров А. Ҳар хил навларнинг ўсиши, ривожланиши, ҳосилдорлигига кўчат қалинлиги, сув ва озуқа режимларининг таъсири // Илмий-амалий конференция материаллари тўплами. – Тошкент, 2006. ЎзПТИ. – Б. 436-437.	Boboyev F., Toshtemirov A. <i>Har xil navlarning o'sishi, rivojlanishi, hosildorligiga ko'chat qalinligi, suv va ozuqa rejimlarining ta'siri</i> [Effect of seedling thickness, irrigation and nutrition mode on different sorts of soybean growth, development and their productivity] Conference materials, UzPITI, Tashkent, 2006 Pp. 436-437 (in Uzbek)
14	Isaev, S.Kh., Kadirov, Z.Z., Khamraev, K.Sh., Atamuradov, B.N., Sanoev, Kh.A. Scientific basis for soybean planting in the condition of grassy alluvial soil prone to salinization-Journal of Critical Reviews, 2020, 7(4), стр. 354–360.	Isaev, S.Kh., Kadirov, Z.Z., Khamraev, K.Sh., Atamuradov, B.N., Sanoev, Kh.A. Scientific basis for soybean planting in the condition of grassy alluvial soil prone to salinization-Journal of Critical Reviews, 2020, 7(4), стр. 354–360. (in English)
15	Isaev S., Qodirov Z., Saylikhanova M. and Fozilov Sh.-Influence of elements of irrigation technology of medium and late varieties of soybean on soybean yield-IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 937 (2021) 022129	Isaev S., Qodirov Z., Saylikhanova M. and Fozilov Sh.-Influence of elements of irrigation technology of medium and late varieties of soybean on soybean yield-IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 937 (2021) 022129 (in English)
16	Isaev S., Safarova H., Najmiddinov M. and Jumabaev F.- Grain yield of repetitive mung bean variety Marjon, after autumn wheat - IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 937 (2021) 022132.	Isaev S., Safarova H., Najmiddinov M. and Jumabaev F.- Grain yield of repetitive mung bean variety Marjon, after autumn wheat - IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 937 (2021) 022132 (in English)
17	Shamsiev A., Isaev S., Goziev G., Khusanov S., Khusanbaeva N. Efficiency of the irrigation norm for winter wheat and soy varieties in the typical land of Uzbekistan-IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022, 1068(1), 012025.	Shamsiev A., Isaev S., Goziev G., Khusanov S., Khusanbaeva N.- Efficiency of the irrigation norm for winter wheat and soy varieties in the typical land of Uzbekistan-IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022, 1068(1), 012025 (in English)
18	Negmatova S, Namozov F, Karayev G, Xoliqov A. Theoretical and empirical scientific research: concept and trends. July 24, 2020. Oxford, United Kingdom Volume 1 102-105 English and Ukrainian.	Negmatova S, Namozov F, Karayev G, Xoliqov A. Theoretical and empirical scientific research: concept and trends. July 24, 2020. Oxford, United Kingdom Volume 1 102-105 English and Ukrainian. (in English)
19	Babayeva N.A. The basic physical properties of Zarafshan valley's meadow soils saline with magnesium carbonates. International Conference on "Agriculture, Regional Innovation and International Cooperation" 4-5 May, SAMARKAND 2017. Pp. 48-49.	Babayeva N.A. The basic physical properties of Zarafshan valley's meadow soils saline with magnesium carbonates. International Conference on "Agriculture, Regional Innovation and International Cooperation" 4-5 May, SAMARKAND 2017. Pp. 48-49. (in English)
20	Babayeva N.A. The Compounds of the Alkali and Alkaline Earth Metals in the Zarafshan Valley's Meadow Saline Soils by Magnesium Carbonates. Regional and International Cooperation in Central Asia and South Caucasus: Recent Developments in agricultural Trade. 2-4 November, 2016. Samarkand/Uzbekistan.	Babayeva N.A. The Compounds of the Alkali and Alkaline Earth Metals in the Zarafshan Valley's Meadow Saline Soils by Magnesium Carbonates. Regional and International Cooperation in Central Asia and South Caucasus: Recent Developments in agricultural Trade. 2-4 November, 2016. Samarkand/Uzbekistan. (in English)

УЎТ: 627.8:556.555.6

СУВ ОМБОРЛАРИДА ДАРЁ ОҚИЗИҚЛАРИНИ БОШҚАРИШНИНГ ГИДРАВЛИК МОДЕЛИ

А.М.Арифжанов – т.ф.д., профессор, С.Н.Хошимов – Ph.D., доцент в.б.,

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

Аннотация

Мақолада сув омборлари косасини лойқаланиш жараёнини камайтириш чора тадбирлари бўйича амалий ва назарий изланишлар таҳлили келтирилган. Ўзан сув омборлари фойдали ҳажми, сел оқими ва тошқинлар сабабли жадал равишда қисқариб боради, шунинг учун ўзан сув омборларини лойқа босишдан асраш ва лойқаланиш жараёнини камайтириш энг долзарб муаммолардан бири ҳисобланади. Тадқиқот объектида олиб борилган ўлчов ишлари таҳлилидан маълум бўлмоқдаки, “Чортоқ” сув омборига бир мавсум давомида оқим билан биргаликда 170–180 минг m^3 миқдорда лойқа чўқиндилар кириб келади. Кириб келаётган лойқа чўқиндиларнинг миқдори, фракцион таркиби таҳлил қилинган. “Чортоқ” сув омборида олиб борилган табиий дала тадқиқотлари ва бу соҳада олиб борилган қатор олимларнинг ишланмалари бўйича йириклиги $d > 0,2$ мм. дан юқори бўлган оқизиқларни туб ва муаллақ чўқиндилар чегараси сифатида қабул қилиб, ҳисоблаш ишларини $d \geq 0,2$ мм фракцияли заррачалар учун амалга оширилди. Назарий ва амалий изланишлар асосида сув омбори кириш қисмида қурилиши тавсия этилган тиндиргичнинг параметрлари (ўлчамлари) йирик фракцияли заррачалар ҳажмига мос равишда қуйидагича таклиф этилган: тиндиргич узунлиги $L=375$ м, ўртача кенлиги $B=230$ м, ўртача чуқурлиги эса $h=1,5$ м, ўлчамларда лойиҳалаш ва қуриш тавсия этилган. Тавсия этилган тиндиргич мавсумий тозаланадиган бўлиб, вегетация даврида, яъни сув омбори сувдан бўшатиладиган сўнг, тиндиргичда чўққан туб чўқиндилар механик усулда тозалаш тавсия этилган.

Таянч сўзлар: сув омбори, тиндиргич, ўзан, оқим, бьеф, лойқа-чўқиндилар, фойдали ҳажм, сув сатхи.

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕЧНЫХ НАНОСОВ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ

А.М.Арифжанов – д.т.н., профессор, С.Н.Хошимов – Ph.D., и.о. доцента,

Национальный исследовательский университет “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

Аннотация

В статье представлен анализ практических и теоретических исследований мер по снижению процесса заиления чаш водохранилищ. Полезный объем русловых водохранилищ быстро уменьшается из-за селей и паводков, поэтому защита русловых водохранилищ от заиления, а также снижение процесса заиления является одной из наиболее актуальных проблем. Анализам проведенных на объекте исследования, установлено что в течении одного сезона вместе со стоком в Чартакское водохранилище поступает 170–180 тыс. m^3 наносов, проведен анализ количества и фракционный состав поступающих наносов. По данным натурных полевых исследований, проведенных в Чартакском водохранилище, и разработкам ряда ученых в этой области, за предел донных и взвешенных наносов принята крупность более ($d > 0,2$ мм), поэтому расчеты проведены для частиц фракцией $d \geq 0,2$ мм. На основании теоретических и практических исследований параметры отстойника, который предлагается построить на входе в водохранилище, в соответствии с размерами частиц фракции ($d > 0,2$ мм) предлагаются следующие: длина отстойника $L=375$ м, средняя ширина $B=230$ м, средняя глубина $h=1,5$ м. Предлагаемый отстойник очищается сезонно, в вегетационный период, то есть после опорожнения водохранилища, осевшие в отстойнике наносы рекомендуется очищать механическим способом.

Ключевые слова: водохранилище, отстойник, русло, поток, бьеф, наносы, полезный объем, уровень вод.

HYDRAULIC MODEL OF REGULATION OF RIVER SEDIMENTS IN RESERVOIRS

A.M.Arifjanov – d.s.c., professor, S.N.Xoshimov – Ph.D., associate professor,

“Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers” National research university

Abstract

The article presents an analysis of practical and theoretical studies on measures to reduce the process of siltation of reservoir bowls. The useful volume of run-of-river reservoirs is rapidly decreasing due to mudflows and floods, so the protection of run-of-river reservoirs from silting, as well as reducing the process of silting, is one of the most urgent problems. Based on the analysis of the measurement work carried out at the study site, it was established that during one season, along with the runoff, 170-180 thousand m^3 of sediment enters the Chartak reservoir, an analysis was made of the amount and fractional composition of the incoming sediment. According to field studies conducted in the Chartak reservoir and the developments of a number of scientists in this field, the size of more than ($d > 0.2$ mm) was taken beyond the limit of bottom and suspended sediments, so the calculations were carried out for particles with a fraction of $d \geq 0.2$ mm. Based on theoretical and practical studies, the parameters of the settling tank, which is proposed to be built at the entrance to the reservoir, in accordance with the particle size of the fraction ($d > 0.2$ mm), the following are proposed: settling tank length $L=375$ m, average width $B=230$ m, average depth $h=1.5$ m. The proposed sump is cleaned seasonally, during the growing season, that is, after the reservoir is emptied, it is recommended that sediments settled in the sump be cleaned mechanically.

Key words: reservoir, sump, channel, stream, pool, sediments, usable volume, water level



Кириш. Йил давомида дарё оқимларининг ўзгартириши ва унинг ҳудуд бўйлаб нотекис тақсимланганлиги, сув истеъмолчининг мавсумийлиги сув омборларини барпо этишга зарурат туғдиради [1]. Мамлакатимизда сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш мақсадида, кўплаб сув омборлари бунёд этилган бўлиб, сув захираларидан самарали, тежаб фойдаланиш, вегетация даврида истеъмолчиларни бир маромда сув билан таъминлаш, фойдали ҳажм миқдорини аниқ баҳолаш ва гидротехник иншоотларининг мустаҳкамлигини ошириш муҳим масалалардан бири бўлиб келмоқда [2]. Бу борада дунёнинг кўплаб мамлакатлари, жумладан, Россия, Хитой, Ҳиндистон, АҚШ, Германия, Буюк Британия, Австрия, Нидерландия, Ўзбекистон ҳамда бошқа давлатларда сув омборларидан самарали фойдаланиш услубларини ишлаб чиқиш, сув омборларининг ишончлилиги, хавфсизлиги ва хизмат муддатларини ошириш, уларнинг ишончли эксплуатациясини таъминлашга алоҳида эътибор қаратилган [3]. Бугунги кунда республикада фойдаланилётган сув омборларининг кўпчилиги ўтган асрнинг иккинчи ярмида қурилган бўлиб, йиллар давомида табиий ва техник таъсирлар ҳисобига сув омборларидан фойдаланиш самарадорлиги пасайиб кетяпти. Жумладан, Ўзбекистон Республикаси сув ҳўжалигини 2020–2030 йилларда ривожлантириш Концепциясида белгиланган вазибалар, ирригация ва мелиорация тизимлари, сув омборлари ҳамда бошқа сув ҳўжалиги ва гидротехника иншоотларининг ишончли ҳамда самарали фаолият кўрсатишини таъминлаш, сув ҳўжалигининг йирик ва ўта муҳим объектлари муҳофаза қилинишини ташкил этиш, сув ҳўжалиги соҳасида фан ва техника ютуқлари, замонавий сув тежовчи технологиялар, илғор тажрибалар, сув ҳўжалигини ва сувдан фойдаланишни бошқариш тизимида инновацион услубларни жорий қилиш ҳамда сув омборларидаги гидравлик ва гидрологик жараёнларни инobatта олиб сув омборларини эксплуатацион ишончлилигини таъминлаш, лойқа чўкиндиладан билан тўлиб боришини камайтириш ҳамда фойдали ҳажмини ошириш усулларини такомиллаштиришни тақозо этади [1, 4].

Адабиётлар таҳлили ва масаланинг қўйилиши. Маълумки, сув омбори ўзан оқимни тартибга солиб, канал ва бошқа сув ўтказиш иншоотлари билан бирга ҳудудлар бўйлаб сув ресурсларини қайта тақсимлашга имконият яратади. Бундан ташқари сув омбори халқ ҳўжалигидаги бир қанча тармоқлар (суғориш, сув таъминоти, электр энергияси, экотуризм, балиқчилик, тошқинларга қарши курашиш ва бошқалар) эҳтиёжини қондиради [5, 6].

Дарё оқизикларининг сув омборида тақсимоти қатор омилларга боғлиқ бўлиб, гоҳида дарё ўзанидаги дарё оқизиклари ҳаракати сув омборидаги ҳаракат конунларидан фарқли бўлади. Маълумки, дарё ва каналларда оқизиклар тақсимоти оқимнинг ҳаракат режимига, оқимнинг турбулентлик даражасига, тезлик пульсациясига боғлиқ [7].

Сув омборида эса ҳаракат режимини ва турбулентлик даражасини Рейнольдс сони орқали ифодаланса мутлақо бошқа жараён келиб чиқади. Юқори чуқурликдаги сув омборларда жуда кичик тўлқинда ҳам катта Рейнольдс сонига эга бўлиш мумкин, аммо бу ҳолатда оқизиклар узатилиши кузатилмаслиги мумкин [8].

Юқоридагилардан келиб чиқиб шуни хулоса қилиш мумкинки, сув омборидаги лойқаланиш жараёнларини камайтириш учун тадбирлар ишлаб чиқишда шу хусусиятларни инobatта олиш лозим [9].

Дарё оқизикларини бошқариш ва сув омборидаги лойқаланишни камайтиришга қаратилган тадбирлар-

ни ишлаб чиқишда бу йўналишда олиб борилган қатор олимлар И.И.Леви [10], В.С.Лапшенков [11], Н.А.Гостунский [12], И.А.Кузьмин [13], А.М.Муҳаммедов [14], К.Ш.Латиповларнинг изланишларига асосланди [15].

Тадқиқот усули (услублари). Маълумки, дарё оқизиклари кўп фракцияли бўлиб, туб ва муаллақ чўкиндиладан иборат. Тавсия этилаётган гидравлик модели сув омбори косасини лойқа босишини камайтириш ҳамда ҳимоялашга қаратилган.

Тадқиқотларни амалга оширишда сув омборларига кириб келаётган оқим таркибида туб ва муаллақ зарралар мавжудлигини инobatта олиб сув омборига кириб келаётган чўкиндиладан имкон қадар юқори бьеф кириш қисмида ушлаб қолиш алоҳида аҳамият касб этади. "Чортоқ" сув омборининг гидравлик ва гидрологик параметрлари, сув сарфи ва сув олинadиган манбанинг кўп йиллик қаттиқ оқим сарфи, оқим тезлиги, оқимнинг ўртача чуқурлиги, оқимдаги лойқа зарраларнинг гидравлик йириклиги ва фракцион таркиби ўрганилди [10, 11]. "Чортоқ" сув омборида олиб борилган табиий дала тадқиқотлари ва бу соҳада олиб борилган қатор олимлар – И.И.Леви, В.С.Лапшенков, И.А.Шнеер, И.А.Кузьмин, А.М.Муҳаммедов, К.Ш.Латиповларнинг ишланмалари бўйича йириклиги $d > 0,2$ мм. дан юқори бўлган оқизикларни туб ва муаллақ чўкиндиладан чегараси сифатида қабул қилинган [12, 13]. Натижада ҳисоблаш ишларини $d > 0,2$ мм фракцияли зарралар учун амалга оширилди [14, 15].

Таклиф этилаётган тиндиргич параметрларини асослаш учун дарё оқизиклар баланси тенгламаларидан фойдаланилди.

Умумий кўринишда қабул қилинган оқизиклар фракцияси учун баланс тенгламасини сув омборининг L масофаси учун қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$dV_i = \frac{Q_i}{\gamma} dt = \frac{\rho w_i b_i}{\gamma \omega_i} (V_i - V_{ii}) dt \quad (1)$$

бу ерда: $V_i - L$ масофадаги лойқаланиш ҳажми;

$\omega_i - L$ масофадаги оқим юзаси;

$b_i - L$ масофадаги оқим эни;

w_i – гидравлик йириклик;

$V_i - L$ масофадаги сув омборининг ҳажми.

Тенламага қуйидаги ифодани киритиб:

$$\frac{\rho w_i b_i}{\gamma \omega_i} = \frac{1}{K} \quad (2)$$

маълум математик ўзгаришлардан сўнг, L масофадаги лойқалик ҳажмини аниқлаш учун қуйидаги ифода олинди:

$$V_i = V_{ii} \left(1 - e^{-\frac{L}{K}} \right) \quad (3)$$

бу ерда: K – лойқаланиш тавсифи, дала тадқиқотлари асосида аниқланади.

Келтирилган тенгламадан фойдаланиб ҳамда А.Н.Гостунскийнинг моделига асосланиб, тиндиргич узунлигини қуйидагича аниқланди [12]:

$$\frac{V_i}{V_{ii}} = 1 - e^{-\frac{L}{\theta K}}; \quad (4)$$

$$e^{-\frac{L}{\theta K}} = 1 - \frac{V_i}{V_{ii}}; \quad (5)$$

$$L = -\theta K \cdot \ln \left(1 - \frac{V_i}{V_{ii}} \right) \quad (6)$$

Сув омборлари учун таклиф этилаётган тиндиргичнинг

L масофадаги чуқурлиги қуйидагича аниқланди:

$$h_i = \frac{w_i(V_i - V_i)}{Q} \quad (7)$$

бу ерда: Q – ўртача йиллик сув сарфи.

Тиндиргичнинг конструктив параметрлари (6) ва (7) тенгламаларнинг биргаликда ҳисоблаш орқали аниқланади.

Натижалар таҳлили ва мисоллар. Ҳозирги кунда сув омборлари, каналлар ва бошқа гидротехника иншоотларининг лойқаланиш жараёнларини камайтиришда ҳар хил механик усуллар қўлланилади.

Сув омборларининг гидравлик ва гидрологик параметрларни ҳамда лойқа чўкиндиларнинг фракцион таркибини инobatга олиб сув омбори косасини лойқа босиш жараёнини камайтириш учун юқорида таклиф этилган гидравлик модель асосида иқтисодий самарадор тиндиргичнинг конструктив параметрлари тавсия қилинди [16, 17].

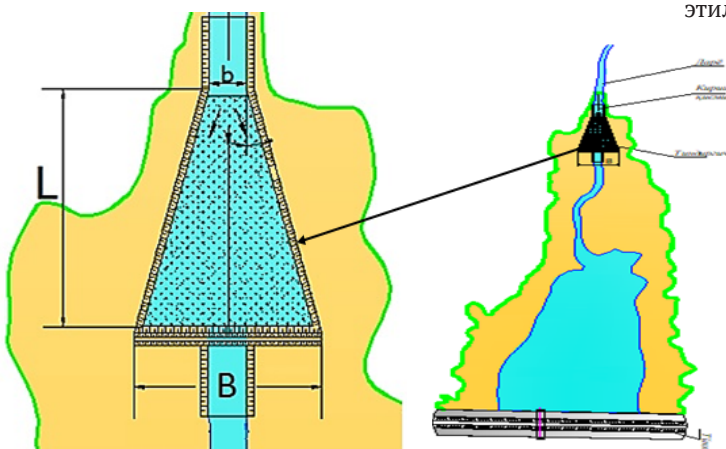
Таклиф этилаётган тиндиргич қурилмаси юқори бьефга тушган лойқа чўкиндиларнинг тарқалишини, чўкишини бошқаришга ҳамда сув омборларининг эксплуатация режимларига салбий таъсир кўрсатмайди, аксинча сув омборларида лойқа босиш жараёнларини камайтиради. Унга кўра, лойқали оқим юқори бьефда қуриладиган тиндиргичга кириб боради ва оқим тезлиги кескин сўнади ва тиндиргичда йирик фракцияли туб чўкиндилар чўкиши юзага келади [18].

Муаллақ майда фракцияли заррачалар тиндиргич охири томон ҳаракатланиб, бир маромда чўкиб бориши юзага келади. Сув чиқариш иншооти олдида жуда майда фракцияли муаллақ лойқали заррачалар чўқади ва вегетация даврида ушбу лойқаликни қишлоқ хўжалик экин майдонларига чиқарилиши мумкин бўлади [19, 20].

Таклиф этилаётган тиндиргич планда трапеция шаклида ўзгарувчан кесимли бўлиб, тиндиргич кириш қисмининг кенглиги (b) кириш канали туби кенглигига мос равишда танланади, тиндиргич қуйи қисмининг кенглиги бошланғич кенглигига қуйидаги нисбати орқали берилган: $\frac{B}{b} = 8 \div 10$

Туб чўкиндиларни ушлаб қолиш учун тиндиргич охирида остона ўрнатилган (1-расм).

Тиндиргич параметрларини аниқлашда ва қуришда иқтисодий самарадорликка эришиш учун сув омборига кириб келаётган лойқа чўкиндиларнинг йиллик ўртача миқдори инobatга олинди.



1-расм. Таклиф этилаётган тиндиргичнинг схематик кўриниши

Тавсия этилаётган тиндиргич трапеция шаклида бўлиб ҳисоблаш ишлари қуйидаги формулалар орқали ба- жарилди.

Тиндиргич кенглигини ҳисоблаш формуласи:

$$B = b + 2L \operatorname{tg} \alpha \quad (8)$$

бу ерда: L – тиндиргич узунлиги;

b – тиндиргич кириш қисмидаги ўзанининг эни;

α – тиндиргич ён деворларининг кенгайиш бурчаги ҳисоблаш ишларида $\alpha = 15^\circ$ қабул қилинган.

Тиндиргич узунлигини таклиф этилган гидравлик модель асосида қуйидагича аниқланди:

$$L = -w_i K \cdot \ln \left(1 - \frac{V_i}{V_i} \right) \quad (9)$$

бу ерда: K – лойқаланиш тависфи, дала тадқиқотлари асосида аниқланади.

Тиндиргичнинг L масофадаги чуқурлиги эса қуйида- гича аниқланади:

$$h_i = \frac{w_i(V_i - V_i)}{Q} \quad (10)$$

бу ерда: Q – ўртача йиллик сув сарфи.

Табиий дала шароитида олиб борилган тадқиқотлар асосида тиндиргичда сув омборига кириб келаётган умумий лойқаликнинг 40 фоизгача бўлган қисмини ушлаб қолиш мақсадида тиндиргичнинг конструктив параме- трлари тавсия этилган.

Тавсия этилган тиндиргич мавсумий тозаланадиган бўлиб вегетация даврида, яъни сув омбори сувдан бўша- тилгандан сўнг, тиндиргичда чўккан туб чўкиндилар ме- ханик усулда тозаланади.

Хулоса. Сув омборида лойқаланиш жараёнини ка- майтиришнинг қатор чора-тадбирлари мавжуд. Аммо улардан амалда фойдаланиш масаласи муаммолигича қолмоқда.

Далада олиб борилган тадқиқотлар ва амалга оширил- ган ўлчовлар натижаси таҳлилидан маълум бўлмоқдаки, "Чортоқ" сув омборига бир мавсум давомида оқим билан биргаликда 170–180 минг m^3 миқдорда лойқа чўкиндилар кириб келади. Кириб келаётган лойқа чўкиндиларнинг фракцион таркиби таҳлилига кўра 70–75 минг m^3 миқдо- ри йирик фракцияли заррачалардир.

Назарий ва амалий изланишлар асосида сув омбори кириш қисмида қурилиши тавсия этилган тиндиргич- нинг параметрлари (ўлчамлари) йирик фракцияли зарра- чалар ҳажмига мос равишда ҳисобланган.

Тадқиқот натижаларига кўра сув омбори учун таклиф этилаётган тиндиргич узунлиги $L=375$ м, ўртача кенглиги $B=230$ м, ўртача чуқурлиги эса $h=1,5$ м, ўлчамларда лойиҳалаш ва қуриш тавсия этилган.

Олинган натижаларнинг сув омбори эксплу- атация давомийлигига, ишлаш режими самара- дорлигига, фойдали ҳажмга ҳамда атроф-муҳитга таъсири тўғрисида хулосалар қилинди.

Тадқиқотлар доирасида сув омбори косасига тушадиган йирик фракцияли заррачаларни тин- диргичда ушлаб қолиш бўйича ва тиндиргич ўл- чамларини аниқлаш бўйича тавсиялар берилди.

№	Адабиётлар	References
1	Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июндаги “Қишлоқ хўжалигида ер ва сув ресурсларидан самарали фойдаланиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-5742-сонли қарори. – Тошкент, 2019.	O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 17-iyundagi “Qishloq xo‘jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-5742-sonli qarori [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. PF-5742 "On measures for the efficient use of land and water resources in agriculture"]. - Tashkent, 2019. (In Uzbek)
2	А.М.Арифжанов, Ф.Гаппаров, Т.У.Апакхужаева, С.Н.Хошимов. Сув омборларини лойқа босишининг назарий ва табиий дала тадқиқотларининг таҳлили // “Irrigatsiya va melioratsiya” журнали. – Тошкент, 2020. – № 3 (21). – Б. 63-66.	A.M.Arifjanov, F.Gapparov, T.U.Apaxujayeva, S.N.Xoshimov. <i>Suv omborlarini loyqa bosishining nazariy va tabiiy dala tadqiqotlarining tahlili</i> [Analysis of theoretical and natural field research of turbidity of reservoirs]. Journal of Irrigation and melioration. - Tashkent, № 3 (21) 2020. Pp 63-66 (In Uzbek)
3	Jurík L., Zelaňáková M., Kaletová T., Arifjanov A.. Small Water Reservoirs: Sources of Water for Irrigation. The handbook of environmental Chemistry. Volume 69, Nitra, 2019, Pp 115-131.	Jurík L, Zelaňáková M.Kaletová T., Arifjanov A. Small Water Reservoirs: Sources of Water for Irrigation. The handbook of environmental Chemistry. Volume 69, Nitra, 2019, Pp 115-131.
4	Rakhimov K., Ahmedkhodjaeva, Xoshimov S. Theoretical bases of hydraulic mixture in round cylindrical pipelines. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 614(1), 012095 doi:10.1088/1755-1315/614/1/012095	Rakhimov K., Ahmedkhodjaeva, Xoshimov S. Theoretical bases of hydraulic mixture in round cylindrical pipelines. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 614(1), 012095 doi:10.1088/1755-1315/614/1/012095
5	А.М.Арифжанов, Т.У.Апакхужаева, С.Н.Хошимов. Сув омборида лойқа босиш жараёни таҳлили // “НамМТИ илмий-техника” журнали. – Наманган, 2020. 1-махсус сон. – Б. 281-287	A.M.Arifjanov, T.U.Apakxujaeva, S.N.Xoshimov. <i>Suv omborida loyqa bosish jarayoni tahlili</i> [Analysis of the process of turbidity in the reservoir] Journal "NamMTI Scientific and Technical". - Namangan, № 1 special issue 2020. Pp 281-287. (In Uzbek)
6	Sumin Li, Liwei Yuan, Hua Yang, Huaming An, Guangjin Wang, “Tailings dam safety monitoring and early warning based on spatial evolutionprocess of mud-sand flow”, Safety Science Journal. Elsevier, Volume 124, April 2020, 104579	Sumin Li, Liwei Yuan, Hua Yang, Huaming An, Guangjin Wang, “Tailings dam safety monitoring and early warning based on spatial evolutionprocess of mud-sand flow”, Safety Science Journal. Elsevier, Volume 124, April 2020, 104579
7	Brandt M.J., Johnson K.M., Elphinston A.J., Ratnayaka D. D. Hydraulics Twort’s Water Supply. Elsevier, Pp. 581–619 (2017)	Brandt M.J., Johnson K.M., Elphinston A.J., Ratnayaka D.D. Hydraulics Twort’s Water Supply. Elsevier, Pp. 581–619 (2017)
8	Г.Давранов. Сув омборларида юзага келган лойқа чўкинди ётқизиқларининг параметрлари ва физик-механик хоссалари // “Мухофаза” журна-ли. – Тошкент, 2013. – № 9. – Б. 8-12.	G.Davranov. <i>Suv omborlarida yuzaga kelgan loyqa cho‘kindi yotqiziqklarining parametrlari va fizik-mexanik xossalari</i> [Parameters and physical and mechanical properties of sedimentary deposits formed in reservoirs]. Journal of "Mukhofaza". Tashkent 2013. № 9, Pp 8-12. (In Uzbek)
9	А.Арифжанов, Л.Самиев, С.Хошимов. Ўзан сув омборида лойқаланиш жараёнларини баҳолаш // “Irrigatsiya va melioratsiya” журнали. – Тош-кент, 2020. – № 2(20). – Б. 11-13.	A.Arifjanov, L.Samiev, S.Hoshimov, <i>O‘zan suv omborida loyqalanish jarayonlarini baholash</i> [Assessment of turbidity processes in the Uzan reservoir]. Journal of Irrigation and melioration. Tashkent, № 2 (20) 2020. Pp 11-13. (In Uzbek)
10	А.В.Рахуба, М.В.Шмакова Математическое моделирование динамики заиления как фактора эвтрофирования водных масс Куйбышевского водохранилища. Водные экосистемы. – Санкт-Петербург, 2015. – С. 189-193.	A.V. Raxuba, M.V. Shmakova <i>Matematicheskoe modelirovanie dynamics zaileniya kak factor eutrofirovaniya vodnyx mass Kuybyshevskogo vodohranilishcha</i> . [Mathe-matical modeling of silting dynamics as a factor of eutrophication of water masses of the Kuibyshev reservoir] Aquatic ecosystems, St. Petersburg, 2015. pp. 189-193. (In Russian)
11	Sangseom Jeong, Kwangwoo Lee , Analysis of the impact force of debris flows on a check dam by using acoupled Eulerian-Lagrangian (CEL) method. Computers and Geotechnics Journal. Elsevier, №116 (2019) 103214	Sangseom Jeong, Kwangwoo Lee , Analysis of the impact force of debris flows on a check dam by using acoupled Eulerian-Lagrangian (CEL) method. Computers and Geotechnics Journal. Elsevier, № 116 (2019) 103214

12	Гаппаров Ф.А., Нарзиев Ж., Умаров М. Сув омборлари лойқаланган ҳажмининг ўзгаришини баҳолаш. "Сув ҳўжалиги ва суғориладиган ерларни мелиорациясини долзарб муаммолари" мавзуйдаги Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. Тошкент, 12 декабрь 2011 й.). – Тошкент, 2011. САНИИРИ. – Б. 169-172.	Gapparov F.A., Narziev J., Umarov M. <i>Suv omborlari loyqalangan hajmining o'zgarishini baholash</i> [Assessment of changes in the volume of muddy reservoirs] "Actual problems of water management and reclamation of irrigated lands" (Proceedings of the Republican scientific-practical conference, December 12, 2011), SANIIRI Tashkent, 2011. Pp 169-172. (In Uzbek)
13	И.А.Ахмедходжаева. Методы прогноза потерь емкости русловых водохранилищ сезонного регулирования. Диссертация на соискание учёной степени к.т.н. – Ташкент, 2008.	I.A.Axmedxodjaeva. <i>Metodi prognoza poteri yemkosti ruslovix vodokhranilish sezonnogo regulirovaniya</i> [Methods for predicting the loss of capacity of channel reservoirs of seasonal regulation] Diss.A for the degree of PhD. Tashkent 2008 (in Russian)
14	М.В.Шмакова, С.А.Кондратьев. Оценка заиления водохранилищ по данным о годовом твердом стоке притоков (НА ПРИМЕРЕ сестрорецкого разлива) // Учёные записки РГМУ. – Москва. – С. 134-141.	M.V. Shmakova, S.A. Kondratyev. <i>Otsenka zaileniya vodokhranilish po dannym o godovom tverdom stoke pritokov (NA PRIMERE sestroretskogo razliva)</i> [Assessment of reservoir sedimentation based on data of annual sediment discharge in tributaries (sestroretskiy rasliv as a case study)] Hydrology scholarly notes № 34 Moscow. Pp 134-141.(in Russian)
15	К.Латипов, А.Арифжанов, А.Фатхуллаев, Х.Илхомов. Турбулентные течения потока в напорных системах // Ж.: "Проблемы механики". – Ташкент, 2005. – № 2. – С. 33-38.	K.Latipov, A.Arifjanov, A.Fatxullayev, X.Ilxomov. <i>Turbulentniye techeniya potoka v napornix sistemax</i> [Turbulent flows in pressure systems] Problems of Mechanics. Tashkent, 2005.-№2. Pp. 33-38. (in Russian)
16	Schleiss, A. J., Franca, M. J., Juez, C., & De Cesare, G. (2016). Reservoir sedimentation. Journal of Hydraulic Research, 54 (6), Pp 595–614.	Schleiss, A. J., Franca, M. J., Juez, C., & De Cesare, G. (2016). Reservoir sedimentation. Journal of Hydraulic Research, 54(6), Pp 595–614.
17	Xoshimov, S., Qosimov, T., Ortikov, I., Hoshimov, A. Analysis of fractional and chemical composition of chartak reservoir sludge sediments. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022, 1076(1), 012083 doi:10.1088/1755-1315/1076/1/012083	Xoshimov, S., Qosimov, T., Ortikov, I., Hoshimov, A. Analysis of fractional and chemical composition of chartak reservoir sludge sediments. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022, 1076(1), 012083 doi:10.1088/1755-1315/1076/1/012083
18	Abduraimova D., Rakhmonov R., Akhmedov I., Xoshimov S., Eshmatova B. Efficiency of Use of Resource-Saving Technology in Reducing Irrigation Erosion. AIP Conference Proceedings, 2432, 040001 (2022); https://doi.org/10.1063/5.0089645	Abduraimova D., Rakhmonov R., Akhmedov I., Xoshimov S., Eshmatova B. Efficiency of Use of Resource-Saving Technology in Reducing Irrigation Erosion. AIP Conference Proceedings, 2432, 040001 (2022); https://doi.org/10.1063/5.0089645
19	Akramov, A., Juraev, Sh., Xoshimov, S., Axatov, D., Pathidinova, U. Optimum placement of thin-layer elements in a horizontal sedimentation tank purification of drinking water. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022, 1112(1), 012139 doi:10.1088/1755-1315/1112/1/012139	Akramov, A., Juraev, Sh., Xoshimov, S., Axatov, D., Pathidinova, U. Optimum placement of thin-layer elements in a horizontal sedimentation tank purification of drinking water. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022, 1112(1), 012139 doi:10.1088/1755-1315/1112/1/012139
20	A.A Muxamedjanovich, X.S Ne'matjonogli, Analysis of hydraulic processes affecting water reservoir deformation. American Journal of Economics and Business Management 4 (4), 25-30	A.A Muxamedjanovich, X.S Ne'matjonogli, Analysis of hydraulic processes affecting water reservoir deformation. American Journal of Economics and Business Management 4 (4), 25-30

УЎТ: 631.674.6 : 633.51 : 631.445.56(282.255.244)

ЧИРЧИҚ-ОҲАНГАРОН ВОҲАСИНИНГ ТИПИК БЎЗ ТУПРОҚЛАРИ ШАРОИТИДА ҒЎЗАНИ ТОМЧИЛАТИБ СУҒОРИШНИНГ АҲАМИЯТИ

*А.Б.Маматалиев – доцент, М.А.Маликова – магистрант,
“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот уни-
верситети*

Аннотация

Бугунги кунда дунёнинг кўпгина мамлакатларида табиий мувозанатнинг бузилиши, иқлим ўзгариши инсон фаолиятининг барча соҳаларида сезиларли таъсир кўрсатиши мумкин бўлган омилга айланмоқда. Айниқса, иқлим ўзгаришининг натижасида сувнинг буғланиши 10–15 фоизга ошиши туфайли ўсимликларнинг транспирацияси ва суғориш меъёрларининг ортиши боис сувнинг 10–20 фоиз кўпроқ сарфланишига олиб келади. Мавжуд сув ресурсларидан самарали фойдаланиш мақсадида Чирчиқ-Оҳангарон воҳасининг типик бўз тупроқлари шароитида “Наманган-77” ғўза навини томчилатиб суғориш технологиясини қўлаган ҳолда суғориш тартиблари ва ғўзанинг ўсиб-ривожланиши ҳамда ҳосилдорлигига таъсирини ўрганиш бўйича тадқиқотлар ўтказилди. Суғориш усуллари тупроқнинг сув-физик хоссаларига, жумладан, сув ўтказувчанликка таъсири кўриб чиқилди. Мақолада типик бўз тупроқларда “Наманган-77” ғўза навини суғориш олди тупроқ намлиги ЧДНСга нисбатан 70-70-60% тартибда бўлганда, эгтаб ва томчилатиб суғоришдаги суғоришлар меъёрлари, муддатлари, сонлари, суғоришлар орасидаги давр ва суғориш давомийлиги бўйича маълумотлар акс этган. Шу билан биргаликда, ғўзада олиб борилган фенологик кузатув натижалари келтирилиб, суғориш усуллари бўйича солаштирилган.

Таянч сўзлар: ғўза, типик бўз тупроқлар, томчилатиб суғориш, эгтаб суғориш, суғориш тартиби, суғориш меъёри, ҳосилдорлик.

ЗНАЧЕНИЕ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ХЛОПЧАТНИКА В УСЛОВИЯХ ТИПИЧНЫХ СЕРОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЧИРЧИК- АХАНГАРОНСКОГО ОАЗИСА

*А.Б. Маматалиев – доцент, М.А.Маликова – магистрант,
Национальный исследовательский университет “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации
сельского хозяйства”*

Аннотация

На сегодняшний день во многих странах мира нарушение природного баланса, изменение климата становится фактором, способным оказать существенное влияние на все сферы деятельности человека. В частности, в результате изменения климата увеличение испарения воды на 10–15% приведет к увеличению водопотребления на 10–20% за счет увеличения транспирации и поливной нормы. С целью эффективного использования имеющихся водных ресурсов проводились исследования при применении технологических элементов капельного способа орошения и их влияние на режим орошения, рост, развитие и урожайности сорта хлопчатника «Наманган-77» на типично сероземных почвенно-мелиоративных условиях Чирчиқ-Ахангаронского оазиса. Изучены влияние способов орошения на водно-физические свойства почвы, в том числе на водопроницаемость. В статье приведены результаты исследований при бороздковом и капельном способе орошения хлопчатника сорта «Наманган-77» при предполивной влажности почвы 70-70-60% от ППВ. Приведены также, сведения о поливных нормах, сроки полива, числа поливов, межполивной период и продолжительность полива для почв типичного серозема. В том числе приведены результаты фенологических наблюдений хлопчатника и сравнение этих данных при бороздковом и капельном способе полива.

Ключевые слова: хлопчатник, типичные сероземные почвы, капельное орошение, бороздковый полив, режим орошения, норма полива, урожайность.

THE IMPORTANCE OF DRIP IRRIGATION OF COTTON IN THE CONDITION OF TYPICAL SIEROZEM SOILS OF THE CHIRCHIK-OKHANGARON OASIS

*A.B.Mamataliyev – associate professor, M.A.Malikova – master student,
National Research University “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”*

Abstract

Today, in many countries of the world, disruption of the natural balance, climate change is becoming a factor that can have a significant impact on all areas of human activity. In particular, a 10-15 percent increase in water evaporation as a result of climate change will lead to 10-20 percent more water use due to plant transpiration and increased irrigation rates. In order to effectively use the available water resources, research was conducted to study irrigation methods and the effect on the growth, development and productivity of the cotton variety "Namangan-77" in the conditions of the typical sierozem soils of the Chirchik-Okhangaron Oasis using drip irrigation technology. The influence of irrigation methods on water-physical properties of the soil, including water

permeability, was considered. The article contains information on the norms, duration, number, period between irrigations and the duration of irrigations when the soil moisture before irrigation of "Namangan-77" cotton variety is in the order of 70-70-60% relative to Fc in typical sierozem soils. At the same time, the results of phenological observation of cotton are presented and compared according to irrigation methods.

Key words: cotton, typical sierozem soils, drip irrigation, horizontal irrigation, irrigation scheduling, irrigation rate, productivity.

Кириш. Дунёда глобал иқлим ўзгариши, аҳоли со-
нининг кескин ортиши, саноат тармоқларининг
ривожланиши сабабли сув ресурсларига бўлган талабнинг
кескин ортиши натижасида қишлоқ хўжалигида сувдан
тежамли фойдаланиш бугунги куннинг долзарб масала-
ларидан бири ҳисобланади. Қишлоқ хўжалик экинларини
суғоришда сув тежамкор технологияларни жорий қилиш,
суғориш меъёри ва муддатларини ҳисоблаш усулларини
такомиллаштириш масалаларига бутун дунёда алоҳида
эътибор қаратилмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил
25 октябрдаги "Қишлоқ хўжалигида сув тежовчи техноло-
гияларни жорий этишни рағбатлантириш механизмлари-
ни кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида"ги қарори-
да сув ресурсларидан оқилона ва самарали фойдаланиш,
қишлоқ хўжалиги экинларини етиштиришда сув тежовчи
технологияларни кенг жорий этишни давлат томонидан
қўллаб-қувватлаш кўрсатиб ўтилган [1].

Мамлакатимизда суғориладиган ерларнинг мелиора-
тив ҳолатини яхшилаш ва сув ресурсларидан фойдаланиш
самарадорлигини ошириш бўйича чоралар кўришиб кел-
моқда. Улар жумласига, Ўзбекистон Республикаси Прези-
дентининг 2019 йил 17 июндаги "Қишлоқ хўжалигида ер
ва сув ресурсларидан самарали фойдаланиш чора-тад-
бирлари тўғрисида"ги фармони, 2020 йил 11 декабрдаги
"Қишлоқ хўжалигида сувни тежайдиган технологияларни
жорий этишни янада жадал ташкил этиш чора-тадбирла-
ри тўғрисида"ги ва 2021 йил 24 февралдаги "Ўзбекистон
Республикасида сув ресурсларини бошқариш ва иррига-
ция секторини ривожлантиришнинг 2021–2023 йилларга
мўлжалланган стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида"ги
қарорлари, Ўзбекистон Республикаси Президентининг
2020 йил 10 июлдаги "Ўзбекистон Республикаси сув хў-
жалигини ривожлантиришнинг 2020–2030 йилларга мўл-
жалланган Концепциясини тасдиқлаш тўғрисида"ги фар-
мони ҳамда 2022 йил 1 мартдаги "Қишлоқ хўжалигида
сувни тежайдиган технологияларни жорий этишни янада
янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида"ги
қарорини келтириш мумкин [2, 3, 4, 5, 6].

Адабиётлар таҳлили ва масаланинг қўйилиши. Ре-
спубликамизда суғориш сувидан фойдаланишни яхши-
лаш мақсадида томчилатиб суғориш бўйича кўп олимлар
изланишлар олиб боришган. М.Х.Хамидов ва Б.У.Суванов
ғўзанинг ўсиб-ривожланиши ва ҳосилдорлигига томчи-
латиб суғоришнинг таъсири ва бу суғориш технология-
сини ўрганиш бўйича ўтказилган тажрибаларида Хоразм
вилоятининг ўтлоқи аллювиал тупроқлари, сизот сувла-
рининг сатҳи 1,5–2,0 м бўлган шароитида ғўза экилган
тажриба даласида томчилатиб суғориш қўлланилганда
тупроқнинг суғоришдан олдинги намлиги ЧДНСга нисба-
тан 70-80-60% бўлганда, ғўза 0-4-0 схема бўйича 4 маро-
таба суғорилган. Ғўза униб чиқишдан гуллашгача даврида
суғорилмаган, гуллаш-кўсак туғиш даврида 616–651 м³/га
суғориш меъёрлари билан ғўза тўрт мартаба суғорилган,

мавсумий суғориш меъёри 2521–2537 м³/га. ни ташкил
қилган ёки назорат вариантга нисбатан 1594–1633 м³/
га суғориш суви тежалган [7]. Б.С.Серикбаев ва А.Т.Бута-
яров ғўзанинг янги "Султон" навини назарий ва амалий
дала тажрибалари асосида томчилатиб суғориш тартиби,
технологиясини ишлаб чиқиш учун Сурхандарё вило-
ятида "Сурхон сифат текстиль" МЧЖнинг "Жарқўрғон"
массивидаги табиий-хўжалик шароитларида олиб бори-
либ, ғўзани томчилатиб суғорилганда суғориш меъёри
285–300 м³/га, мавсумий суғориш меъёри эса 1750 м³/га.
ни ташкил этган [8]. "Сурхон-Шеробод" чўлининг тақир-
ли-ўтлоқ тупроқлар шароитида ғўзани томчилатиб ва
эгатлаб суғориш бўйича Б.Жўрақулов ва Ш.Мирзаев (2001
й.) илмий тадқиқотлар олиб борганлар. Ушбу тадқиқот
натижаларининг кўрсатишича, ғўзани томчилатиб суғо-
ришда 10 марта суғориш ўтказилган ва умумий сув сарфи
2945–3050 м³/га. дан иборат бўлган. Шу тажрибада ғўза
эгатлаб суғорилганда 5 марта ўтказилган ва мавсумий
суғориш меъёри 5545–5585 м³/га бўлган, яъни суғориш
суви томчилатиб суғоришдагига қараганда 45–50% кўп
сарфланган [9]. Б.Суванов, А.Хамидов олиб борган тажри-
баларда Бухоро вилоятининг қадимдан суғориладиган
ўтлоқи-аллювиал, механик таркибига кўра ўрта қумоқ
тупроқлари, сизот сувлари сатҳи 1,5–2,0 м, минерализа-
цияси 1,0–3,0 г/л бўлган гидрогеологик шароитларида ғў-
зани томчилатиб суғориш усулида суғориш олди тупроқ
намлигини ЧДНСга нисбатан 70-80-65 фоизда ушлаб ту-
риш, ўсув фазалари бўйича 1-3-0 тизимда 2750 м³/га мав-
сумий суғориш меъёрлари билан суғориш, Қашқадарё
вилоятининг суғориладиган ўтлоқи-бўз, механик тарки-
бига кўра ўрта қумоқ тупроқлари, сизот сувлари сатҳи
3,0–4,0 м, минерализацияси 1,0–3,0 г/л бўлган гидроге-
ологик шароитларда ғўзани томчилатиб суғориш усулида
суғориш олди тупроқ намлигини ЧДНСга нисбатан 70-75-
65 фоизда ушлаб туриш, ғўзанинг ўсув фазалари бўйича
1-3-0 тизимда 2820–2860 м³/га мавсумий суғориш меъёр-
лари билан суғориш суғориш тавсия этилган [10].

Қишлоқ хўжалик экинларини суғориш, сув ресурсла-
ридан самарали фойдаланиш, мавжуд суғориш усуллари-
ни такомиллаштириш ва янги технологияларни самара-
дорлигини ошириш бўйича: С.Х.Исаев [11], Б.Жўрақулов
[12], Х.О.Лапасов [13], С.А.Нерозин [14], А.Э.Авлиёқулов
[15] томонидан кенг қамровли илмий тадқиқотлар олиб
борилган.

Қишлоқ хўжалигининг суғориладиган майдонларида
ғўза етиштиришда сув тежамкор суғориш технологияла-
ридан бири бўлган томчилатиб суғориш технологиясини
қўллаш, унинг самарадорлиги ва аҳамиятини ўрганиш
мавзунинг долзарблигини белгилайди.

Тадқиқотнинг объекти. Дала тажрибалари Тошкент
вилоятининг Ўрта Чирчиқ туманидаги "Ситора-Мафту-
на" фермер хўжалигининг ер ости сизот сувлари 2,5–3 м
чуқурликда жойлашган механик таркибига кўра ўртача
қумоқ тупроқларда олиб борилди.

Тадқиқот услублари. Дала тажриба ишларини олиб боришда асосий эътибор сувдан тежамли фойдаланишга қаратилган бўлиб, томчилатиб суғориш усулини қўллаш орқали ғўзанинг ўсиши, ривожланиши ва ҳосилдорлигига қаратилган бўлди. Дала тажрибалари Пахта селекцияси, уруғчилигини етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институтининг “Дала тажрибаларини ўтказиш услуги” (ЎзПИТИ, 2007 й.)дан фойдаланган ҳолда амалга оширилди [16].

Тажриба вариантлари ғўзани эгатлаб суғориш (назорат варианты) ва томчилатиб суғориш бўйича белгиланди. Суғоришдан олдинги тупроқ намлиги чегаравий дала нам сиғими (ЧДНС)га нисбатан 70-70-60% бўлганда суғоришлар амалга оширилди.

Тажриба тизимига асосан дала тажрибалари ҳар бир вариантда 3 та қайтариқда амалга оширилди. Бўлакчалар ўлчами қуйидагича: эгат узунлиги – 100 м; эгатлар орасидаги масофа – 0,9 м; қаторлар сони – 8 та. Вариантдаги 8 та қатордан 4 таси ҳисобий қаторлар, қолгани химоя қаторлари бўлиб, битта вариант майдони $8 \times 0,9 \times 100 = 720 \text{ м}^2$ ва тажрибанинг умумий майдон $720 \times 2 \times 3 = 4320 \text{ м}^2$ ёки 0,432 га.

Тадқиқот натижалари ва уларнинг муҳокамаси. Тажриба бўйича илмий тадқиқотлар Тошкент вилоятининг типик бўз тупроқларида, механик таркибига кўра ўрта қумоқ таркибли тупроқларда ўтказилди. Фермер хўжалиги шароитида ғўзанинг “Наманган-77” навини томчилатиб суғориш бўйича илмий изланишлар олиб борилди. Тажриба даласи тупроғининг механик таркиби ва сув-физик хоссалари аниқланди. Тупроқнинг механик таркиби генетик қатламлар бўйича 1 м қатламгача бўлган чуқурликда тупроқ қирқимидан олинган намуналар олиниб, Н.А.Качинский услубида аниқланди [17].

Тупроқнинг сув ўтказувчанлиги экинларнинг суғориш муддатлари ва меъёрларини аниқлашда зарур бўлган энг муҳим кўрсаткичлардан бири ҳисобланади [18]. Сув ўтказувчанлик тупроқнинг сув-физик хусусиятларидан бири бўлиб, у тупроқнинг сувни сингдириш ва пастки қатламларга ўтказиш қобилиятини тавсифлайди – ушбу жараён филтрация деб тушунилади.

Тупроқнинг сув ўтказувчанлиги унинг донадорлиги ва ғоваклигини белгилловчи омилларидан ҳам ҳисобланади. Сув ўтказувчанлик асосан икки босқичдан шимилиш ва филтрланишдан иборат бўлиб, дастлаб сув шимилиб тупроқ тўйинади, сўнгра сув тупроқ қатламининг пастки қисмига маълум тезликда сизиб ўтади. Сув ўтказувчанлик тупроқнинг маълум майдони юзасидан муайян вақтда сингиб ўтадиган сув ҳажми билан ўлчанади.

Тажриба майдонида тупроқнинг сув ўтказувчанлиги ички ва ташқи халқалар усулида 6 соат давомида аниқланди. Тажрибада амал даври бошида тупроқнинг сув ўтказувчанлиги тажрибанинг биринчи соатида 282 мм/соатни ташкил қилган бўлса, тажрибанинг 2-соатида тупроқнинг сув ўтказувчанлиги 220 мм/соат бўлган, кузатув охирида ўртача 215 мм/соатни ташкил қилган.

Тажриба майдонида экинларнинг ўсув даврида тупроқ сув ўтказувчанлигининг ўзгаришига суғориш усули таъсири кузатилди. Тупроқ сув ўтказувчанлигининг суғориш усулига боғлиқ ҳолда ерга ишлов бериш ва суғориш тартибларига боғлиқдир. Тажриба ғўза экиннинг қатор ораларига ишлов бериш томчилатиб суғориш усулида нисбатан кам бўлишига тупроқнинг кам зичланишига, бу эса ўз навбатида тупроқ сув ўтказувчанлигининг нисбатан кам пасайишига олиб келди.

Ўсув даврининг охирида томчилатиб суғориш усулида тупроқнинг сув ўтказувчанлиги 6 соат давомида ўртача 200 мм/соат бўлган бўлса, эгатлаб суғориш усулида эса 208 мм/соатни ташкил этди. Бу эса тупроқнинг сув ўтказувчанлиги томчилатиб суғоришда эгатлаб суғоришга нисбатан 8 мм/соатга кам ўзгарганини кўриш мумкин.

Тажриба даласида ғўзанинг “Наманган-77” нави март ойининг 11-санасигача экилиб, уруғлар дала намида тўлиқ ундириб олинди. Ғўзани томчилатиб суғориш технологиясини жорий қилиш натижасида ғўзанинг сувга бўлган талабини қондиришни аниқлашдан иборат. Тадқиқотларда 2 та вариантда кузатувлар олиб борилди. Тажрибанинг 1-варианти назорат варианты бўлиб, 2-вариант эса ғўза қатор орасига томизғичли шланг ўрнатилиб, томизғичнинг сув сарфи 1,6 л/соатни, томизғичлар орасидаги масофа 30 см. ни ташкил қилиб, суғориш ишлари амалга оширилди. 2022 йилги дала тажрибалари ўрта қумоқ тупроқларда ғўзани экиш схемаси 90 см қилиб экилган. Назорат вариантыда ғўза анъанавий усулда суғорилганда 4 марта суғорилиб, суғориш олди тупроқ намлиги 70-70-60% бўлганда амалга оширилди. Бир марталик суғоришга сарфланган сув миқдори 1200–1300 м³/га. ни ташкил қилиб, суғоришлар орасидаги давр 19–22 кунга тенг бўлди, мавсумий суғориш меъёри 5000 м³/га. ни ташкил этди. Тажрибанинг 2-вариантида эгат оралатиб томизғичли қувурларни жойлаштириб томчилатиб суғорилганда, суғориш меъёри 252–352,8 м³/га. ни ташкил қилиб, 11 марта суғориш ишлари амалга оширилиб, суғориш олди тупроқ намлиги 70-70-60% бўлганда амалга оширилди. Суғоришлар орасидаги давр 9–11 кунга тенг бўлиб, мавсумий суғориш меъёри 3528 м³/га. ни ташкил этди (1-жадвал).

Томчилатиб суғоришнинг бошқа суғориш усуларидан фарқли жиҳати шундан иборатки, мазкур суғориш усулида тупроқнинг намлиги ва уни яратиш учун берилётган сув бошқарилади. Одатдаги эгатлаб суғориш усулида сув эгатга оқизилгандан сўнг даланинг бир қисмида тупроқнинг намлиги ҳаддан зиёд ортиб кетса, бошқа қисмида сув яхши оқмаганлиги туфайли тупроқ яхши намланмайди. Томчилатиб суғоришда эса сув ҳар бир экиннинг маълум даврдаги эҳтиёжига мос равишда дала бўйлаб бир текисда берилади. Шундай қилиб даланинг экин жойлашган жойлари бир хилда намланади. Тупроқда ортиқча намликнинг юзага келишига йўл қўйилмайди [19].

Ғўзани суғориш муддати ва меъёрлари ҳудуднинг сув билан таъминланганлик даражасига, тупроқ хусусиятлари ва сизот сувлари чуқурлигини ҳисобга олиб белгиланади. Шунда ғўзанинг бир меъёрда ўсиши, эртаги ва мўл ҳосил олиниши таъминланади [20].

Томчилатиб суғоришда суғориш меъёри қуйидагича аниқланди:

$$m^{net} = 100 \cdot h_x \cdot \gamma \cdot S \cdot (\beta_{ChDNS} - \beta_{MAX}), \text{ м}^3/\text{га} \quad (1)$$

бу ерда: h_x – ҳисобий қатлам чуқурлиги, м;

γ – тупроқнинг ҳажмий оғирлиги, т/м³;

S – умумий майдонга нисбатан намлантирилдиган майдон улуши $S=0,6-0,7$;

β_{ChDNS} – чегаравий дала нам сиғими, қуруқ тупроқ массасига нисбатан, %;

β_{MAX} – максимал молекуляр нам сиғими, қуруқ тупроқ массасига нисбатан, %;

Суғориш давомийлиги қуйидаги формуладан аниқланади:

$$t = \frac{m^{net}}{q_t \cdot n \cdot \eta}; \text{ соат} \quad (2)$$

бу ерда: q_t – томизгичнинг сув сарфи, л/соат;
 n – бир гектар майдондаги томизгичлар сони;
 $\eta = 0,98$ – сувдан фойдаланиш коэффициенти.

Қишлоқ хўжалик экинларини суғоришда, шу жумладан ғўзанинг ўсиб-ривожланиши ва ҳосилдорлиги минтақанинг иқлим, тупроқ, гидрогеологик ва навнинг биологик хусусиятларига боғлиқ бўлади. Ғўзанинг суғориш режими тўғри белгиланганда унинг ўсиши, ривожланиши ҳамда ҳосил беришини ва эртароқ пишиб етилишини таъминлайди. Тажриба майдонида ғўзанинг ўсиб-ривожланиши ва ҳосилдорлиги суғориш технологияси, яъни томчилатиб суғориш тартиби, суғоришлар сони, муддати ва меъёри катта таъсир этади. Ғўзанинг ўсиб-ривожланиш даврида ўтказилган фенологик кузатувлар давомида

тажриба даласида 1 июнда ғўзанинг бўйи назорат вариантыда анъанавий суғорилган далада 21,1 см бўлган бўлса, тажрибанинг томчилатиб суғорилган вариантыда 21,4 см. га тенг бўлди. Тажриба даласида 1 июль ҳолатида эса ғўзанинг бўйи назорат вариантыда 69,1 см, томчилатиб суғорилган вариантыда 72,3 см. га тенг бўлди. 1 августда ғўзанинг бўйи назорат вариантыда 87,9 см, ҳосил шоҳлари 10,2 дона, ҳосил нишонлари 16,5 дона ва кўсақлар сони 5,9 донани ташкил этди, томчилатиб суғорилган вариантыда эса ғўзанинг бўйи 93,4 см, ҳосил шоҳлари 12,4 см, ҳосил нишонлари 19,3 дона ва кўсақлар сони 7,3 тани ташкил қилди. 1 сентябрда назорат вариантыда ғўзанинг бўйи 86,5 см, умумий кўсақлар 14,2 донани ташкил этган бўлса, томчилатиб суғорилган вариантыда эса ғўзанинг бўйи 101,2 см, умумий кўсақлар сони эса 18,3 донани ташкил этди.

1-жадвал

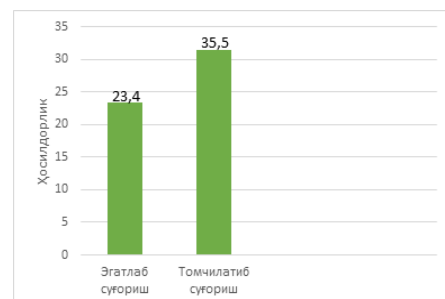
Ғўзанинг суғориш тартиби

Тупроқнинг суғориш олди намлиги ЧДНС га нисбатан	Суғоришлар сони	Суғоришлар санаси	Суғоришлар орасидаги давр, кун	Суғоришлар давомийлиги, соат	Суғориш меъёри, м ³ /га
Эгатлаб суғориш					
70-70-60 %	1	01.06		29	1200
	2	21.06	19	32	1300
	3	14.07	22	34	1300
	4	06.08	22	30	1200
Жами	4	01.06-06.08	63	125	5000
Томчилатиб суғориш					
Ғўзанинг шоналаш даври 70 %	1	01.06		11,57	252
	2	13.06	11	11,57	252
	3	24.06	10	11,57	252
Ғўзанинг гуллаш-ҳосил туғиш даври 70 %	4	4.07	9	16,19	352,8
	5	14.07	9	16,19	352,8
	6	24.07	9	16,19	352,8
	7	03.08	9	16,19	352,8
	8	14.08	10	16,19	352,8
Ғўзанинг пишиш даври 60 %	9	24.08	10	15,42	336
	10	04.09	11	15,42	336
	11	15.09	11	15,42	336
Жами	11	01.06-15.09	99	161,9	3528

2-жадвал

Пахта хомашёсини йиғиб олишни ҳисобга олиш

Кўрсаткичлар	Миқдори	
	Эгатлаб суғориш	Томчилатиб суғориш
Кўчат сони, минг дона/га	85	90
Бир кўчатдаги кўсақлар сони, дона/ўсимлик	8,9	14,7
Бир кўсақдаги пахтанинг оғирлиги, г	4,9	4,9
Тола чиқиши, %	34,8	34,8
Биологик ҳосил, ц/га	29,7	55,24
Ҳақиқий ҳосил, ц/га	23,4	35,5



1-расм. Ғўзанинг ҳосилдорлиги



2-расм. Тажриба майдонларининг кўриниши

Хулоса. Ўрганилган маълумотлар таҳлили бўйича сув танқислиги шароитида тежамкор суғориш технологияларни, жумладан, томчилатиб суғоришни қўллашнинг муҳимлигини кўриш мумкин. Республикамизда кейинги йилларда сув танқислиги янада кучлироқ сезилаётганлиги ва минтақада келгусида ҳам бу муаммонинг кескинлашиб бориши кузатилаётган вазиятда, албатта, асосий сув истеъмолчиси бўлган қишлоқ хўжалигида сув тежамкор технологияларга ўтишни тақозо этади.

Чирчиқ-Оҳангарон воҳасининг типик бўз тупроқлари шароитида ғўзани томчилатиб суғоришда эгатлаб суғоришга нисбатан тупроқнинг сув физик хоссаларида ижобий ўзгаришни кўриш мумкин. Жумладан, ўрта қумоқ

тупроқларда тупроқ зичланиши камайиб, сув ўтказувчанлик 8 мм/соатгача камроқ камаяди.

Мавсумий суғориш меъёри эгатлаб суғоришда ўртача 5000 м³/га бўлса, томчилатиб суғоришда бу кўрсаткич 3528 м³/га. ни ташкил этиб, гектарига 1472 м³ суғориш сувни тежаш имконини беради.

Томчилатиб суғоришда эгатлаб суғоришга қараганда ғўзанинг ўсиб-ривожланиши яхшиланиб, ҳосилдорлик ошиши ҳам кузатилади. Ғўзанинг ҳосилдорлиги томчилатиб суғорилганда эгатлаб суғорилгандагига қараганда 12,1 ц/га. гача юқори бўлиб, ҳосилдорлик 35,5 ц/га. гача етиши мумкин.

№	Адабиётлар	References
1	Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Қишлоқ хўжалигида сув тежовчи технологияларни жорий этишни рағбатлантириш механизмларини кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4499-сонли фармони. – Тошкент, 2019.	O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Kishlok khojaligida suv tejovchi texnologiyalarni loriy etishni ragbatlantirish mexanizmlarini kengaytirish chora-tadbirlari tugrisida”gi PF-4499-sonli farmoni [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan №. PF-4499 " On measures to expand mechanisms for promoting the introduction of water-saving technologies in agriculture"]. – Tashkent, 2019. (In Uzbek)
2	Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Қишлоқ хўжалигида ер ва сув ресурсларидан самарали фойдаланиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5742-сонли фармони. – Тошкент, 2019.	O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Kishlok khojaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari tugrisida”gi PF-5742-sonli farmoni [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. PF-5742 "On measures for the efficient use of land and water resources in agriculture"]. – Tashkent, 2019. (In Uzbek)
3	Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Қишлоқ хўжалигида сувни тежайдиган технологияларни жорий этишни янада жадал ташкил этиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4919-сонли фармони. – Тошкент, 2020.	O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Kishlok khujaligida suvni tejaydigan texnologiyalarni joriy etshni yanada jadal tashkil etish chora-tadbirlari tugrisida”gi PF-4919-sonli farmoni [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan №. PF-4919 “On measures to accelerate the introduction of water-saving technologies in agriculture”] – Tashkent, 2020. (In Uzbek)
4	Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Ўзбекистон Республикасида сув ресурсларини бошқариш ва ирригация секторини ривожлантиришнинг 2021-2023 йилларга мўлжалланган Стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПҚ-5005-сонли қарори. – Тошкент, 2021.	O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Uzbekiston Respublikasida suv resurslrini boshkarish va irrigatsiya sektorini rivojlantirishning 2021-2023 yillarga muljallangan Srategiyasini tasdiklaish tugrisida”gi PQ-5005-sonli qarori [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan №. PF-5005 “2021-2023 strategy of water resources management and irrigation sector development in the Republic of Uzbekistan”] – Tashkent, 2021. (In Uzbek)
5	Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Ўзбекистон Республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020–2030 йилларга мўлжалланган Концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-6024-сонли фармони. – Тошкент, 2020/	O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “O‘zbekiston Respublikasi suv khojaligini rivojlantirishning 2020–2030 yillarga muljallangan Konsepsiyasini tasdiqlash tugrisida”gi PF-6024-sonli farmoni [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan №. PF-6024 “On approval of the concept of development of the water industry of the Republic of Uzbekistan for 2020-2030”] – Tashkent, 2020. (In Uzbek)

6	Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Қишлоқ хўжалигида сувни тежайдиган технологияларни жорий этишни янада янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПҚ-144-сонли қарори. – Тошкент, 2022	O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Qishloq xo'jaligida suvni tejaydigan texnologiyalarni joriy etishni yanada yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-144-sonli qarori. - [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan №. PF-144 "Measures to further improve the introduction of water-saving technologies in agriculture"]. – Toshkent, 2022. (In Uzbek)
7	Хамидов М.Х., Суванов Б.У. Ғўзани суғоришда томчилатиб суғориш технологиясини қўллаш // “Irrigatsiya va melioratsiya” журнали. – Тошкент, 2018. – №2(12). – Б. 8-12.	Xamidov M.X., Suvanov B.U., G'ozani sug'orishda tomchilatib sug'orish texnologiyasini qo'llash. [Application of drip irrigation technology in cotton irrigation // "Irrigation and Melioration" magazine. Tashkent, 2018. №2(12). Pp. 8-12. (In Uzbek)
8	Серикбаев Б.С., Бутаяров А.Т. Расчет режима капельного орошения хлопчатника нового сорта «Султан» // “Irrigatsiya va melioratsiya” журнали. – Тошкент, 2019. – №2(16). – Б. 10-14.	Serikbaev B.S., Butayarov A.T. Raschet rejima kapel'nogo orosheniya xlopchatnika novogo sorta «Sultan» // "Irrigation and melioration, 2019 №2(16). Pp 10-14. (in Russian)
9	Жўрақулов Б., Мирзаев Ш. Суғориш технологиялари ва ингичка толали пахта навларини ҳосилдорлиги // “Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги” журнали. – Тошкент, 2001. №3. – Б. 36-38.	Jo'raqulov B., Mirzaev Sh. Sug'orish texnologiyalari va ingichka tolali paxta navlarini hosildorligi [Irrigation technologies and productivity of fine fiber cotton varieties // "Agricultural Journal of Uzbekistan". Tashkent, 2001, 3 issues. Pp. 36-38. (in Uzbek)
10	Суванов Б., Хамидов А. Глобал иқлим ўзгариши ва сув танқислиги шароитида ғўзани сув тежамкор суғориш тартиби ва технологиясининг самарадорлиги // Агро процессинг журнали. – Тошкент, 4-сон. 34-б.	Suvanov B., Xamidov A. Global iqlim o'zgarishi va suv tanqisligi xlopchatnika g'ozani suv tejamkor sug'orish tartibi va texnologiyasining samaradorligi [Effectiveness of Water-Efficient Cotton Irrigation Procedures and Technology under Global Climate Change and Water Scarcity] Journal of Agro processing, 3 volumes, 4 issues, 34 p. (in Uzbek)
11	Исаев С.Х., Хайдаров Б. “Андижон–36” ғўза навини суғориш тартибларининг пахта ҳосилдорлигига таъсири // “Irrigatsiya va melioratsiya” журнали. – Тошкент, 2018. – №1(11). – Б. 9-12.	Isaev S.X., Haydarov B. "Andijon-36" g'ozaning navini sug'orish tartiblarining paxta hosildorligiga ta'siri [The influence of irrigation methods of cotton variety "Andijan-36" on cotton yield] Journal of Irrigation and melioration, 2018 №1(11). Pp. 9-12. (in Uzbek)
12	Jurayev A.K., Jurayev U.A., Atamurodov B.N., Najmiddinov M.M., & Sobirov K. S. (2022). Effective Use of Water in Irrigated Areas. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2(6), Pp.810-815.	Jurayev A.K., Jurayev U.A., Atamurodov B.N., Najmiddinov M.M., & Sobirov K.S. (2022). Effective Use of Water in Irrigated Areas. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2(6), Pp. 810-815.
13	Лапасов Х.О., Хусанбаева Х.С. Ўтлоқи бўз тупроқлар шароитида ғўзанинг Ан-Боёвут-2 ва Пахтакор-1 навининг суғориш усуллари пахта ҳосилдорлигига таъсири // “Ирригация ва мелиорация” журнали. – Тошкент, 2017. – №2(8). – Б. 20-24.	Lapasov X.O., Xusanbaeva X.S. O'tloqi bo'z tuproqlar sharoitida g'ozaning An-Boyovut-2 va Paxtakor-1 navining sug'orish usullarini paxta hosildorligiga ta'siri [Effect of irrigation methods on cotton yield of An-Boyovut-2 and Pakhtakor-1 varieties of cotton in the conditions of gray grassland soils] Journal of Irrigation and melioration, 2017 №2(8). Pp. 20-24. (in Uzbek)
14	Нерозин С.А., Стулина Г.В. Опыт применения капельного орошения хлопчатника в центральной Азии // Сб. тезисов докладов конференции посвященной 70-летию САНИИРИ. – Ташкент, 1995. – 47 с.	Nerozin S.A., Stulina G.V. Opit primeneniya kapel'nogo orosheniya xlopchatnika v sentral'noy Azii [Experience in the use of drip irrigation for cotton in Central Asia Sat. abstracts of the conference dedicated to the 70th anniversary of SANIIRI] 1995, 47 p. (in Russian)
15	Авлиёқулов А.Э. Ғўза навларини суғориш муддатлари, меъёрлари ва мавсумий сув сарфининг пахта ҳосилига таъсири // “Тупроқ унумдорлигини оширишнинг илмий-амалий асослари” мавзuidaги халқаро илмий-амалий конференция маърузалари тўплами. – Тошкент, 2007. – Б. 48-55.	Avliyoqulov A.E. G'ozaning navlarini sug'orish muddatlari, me'yorlari va mavsumiy suv sarfining paxta hosiliga ta'siri [Irrigation periods of cotton varieties, norms and the effect of seasonal water consumption on cotton yield.-Scientific and practical basis of increasing soil fertility] 2007, Pp. 48-55 (in Uzbek)
16	Дала тажрибаларини ўтказиш услублари. ЎзПТИ. – Тошкент, 2007. – 147 б.	Dala tajribalarini o'tkazish uslublari [Methods of conducting field experiments. UzPTI] 2007, p. 147 (in Uzbek)
17	Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. – М.: Издательство АН СССР, 1958. – 192 с.	Kachinskiy N.A. Mexanicheskiy i mikroagregatniy sostav pochvi, metodi yego izucheniya [Mechanical and microaggregate composition of the soil, methods of its study. M.: Publishing House of the Academy of Sciences] 1958, p.192 (in Russian)
18	Хамидов М.Х., Матякубов Б.Ш. Ғўзани суғориш тартиби ва тежамкор суғориш технологиялари (Монография). – Тошкент, 2019. – 71 б.	Xamidov M.X., Matyakubov B.Sh. G'ozani sug'orish tartibi va tejamkor sug'orish texnologiyalari [Cotton irrigation procedure and economical irrigation technologies]. Monograph. Tashkent, 2019. -71 p. (in Uzbek)
19	Маматов С.А. Томчилатиб суғориш тизими (тарихи, тавсифи, афзалликлари, элементлари, лойihalash, қуриш ва ишга тушириш). – Тошкент, 2012. – 15 б.	Mamatov S.A. "Tomchilatib sug'orish tizimi" (tarixi, tavsifi, afzalliklari, elementlari, loyihalash, qurish va ishga tushirish) [Drip irrigation system" (history, description, advantages, elements, design, construction and commissioning] 2012, p. 15 (in Uzbek)
20	Сулаймонов Б.А., Болтаев Б.С., Тилаев Р.Ш., Абдуалимов Ш.Х. Кузги буддой ва ғўза етиштириш асослари (Қўлланма). – Тошкент, 2017. – 99 б.	Sulaymonov B.A., Boltaev B.S., Tillaev R.Sh., Abdualimov Sh.X., "Kuzgi bug'doy va g'ozaning yetishtirish asoslari" [Basics of growing winter wheat and cotton] 2017, p. 99 (in Uzbek)

УЎТ: 631.53

ЁМҒИРЛАТИБ СУҒОРИШ ҚУРИЛМАСИНИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТИ НАТИЖАЛАРИ

З.Ж.Худоёров – PhD, доцент,
Тошкент давлат аграр университети

Аннотация

Мақолада қишлоқ хўжалик экинларини ёмғирлатиб суғориш қурилмаларининг экспериментал тадқиқоти натижалари келтирилган. Қўп омилли тадқиқотлар натижасида олинган регрессия тенгламаси ёрдамида сув томчисининг учиш масофаси ва ёмғирлатиб суғориш жараёни таҳлил қилинган. Ёмғирлатиб суғориш жараёни паст босимда амалга ошириш ва сув йўқотишларини камайтириш учун дефлекторли насадканинг конструктив-функционал структурасининг янги техник ечими ишлаб чиқилган. Натижада насадка гидросистемасидаги босим 0,1–0,3 МПа. дан 0,065 МПа. гача камайтиришга эришилган. Паст босимда ёмғирлатиб суғориш учун сув томчиси учиш масофаси $L=3,3-4,4$ метрга, суғориш зонасининг кенлиги эса $\Delta=1,1$ метрга тенг дала юзасидаги секторда жойлашади. Бунда сув томчиси учиш вақтининг назарий қиймати 0,47–0,58 с. ни ташкил этади.

Таянч сўзлар: ёмғирлатиб суғориш, сув томчиси, учиш масофаси, насадка, ёмғирлатиб суғориш қурилмаси, сув босими, насадка гидросистемаси, дефлектор.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УСТРОЙСТВ ОРОШЕНИЯ ДОЖДЕВАНИЕМ

З.Ж.Худоёров – PhD, доцент,
Ташкентский государственный аграрный университет

Аннотация

В статье приведены результаты экспериментальных исследований устройств орошения дождеванием сельскохозяйственных культур. Дальность полета капель дождя и процесс орошения дождеванием анализировались с помощью уравнения регрессии, полученного в результате многофакторного эксперимента. Разработано техническое решение конструктивно-функциональных структур дефлекторной насадки осуществляющие процесс дождевания при низком давлении. В результате исследований давление в гидросистеме насадки было снижено с 0,1–0,3 МПа до 0,065 МПа. Благодаря низконапорному поливу капля воды в секторе поверхности поля, располагается дальность полета равном $L=3,3-4,4$ метра, а ширина зоны полива составляет $\Delta=1,1$ метра. При этом теоретическое значение времени полета капли воды составляет 0,47–0,58 с.

Ключевые слова: орошение дождеванием, капли дождя, дальность полета, на-садка, дождевальное устройство, напор воды, гидросистема насадки, дефлектор.

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF SPRINKLING IRRIGATION DEVICES

Z.J.Khudoyorov – PhD, associate professor,
Tashkent State Agrarian University

Abstract

The article presents the results of experimental studies of sprinkler irrigation devices for agricultural crops. The flight distance of raindrops and the process of sprinkling irrigation were analyzed using the regression equation obtained as a result of a multivariate experiment. A technical solution has been developed for the structural and functional structures of the deflector nozzle, which carry out the sprinkling process at low pressure. As a result of the research, the pressure in the nozzle hydraulic system was reduced from 0.1–0.3 MPa to 0.065 MPa. Due to low-pressure irrigation, a drop of water in the sector of the field surface has a flight range equal to $L=3.3-4.4$ meters, and the width of the irrigation zone is $\Delta=1.1$ meters. In this case, the theoretical value of the flight time of a water drop is 0.47–0.58 s.

Key words: sprinkler irrigation, raindrop, range, nozzle, sprinkler device, water head, hydraulic system of nozzle, deflector.

Кириш. Жаҳонда, хусусан, Ўзбекистонда сув ресурсларидан оқилона фойдаланишга қаратилган чора-тадбирларни ишлаб чиқиш, тежамкор суғориш технологияларини жорий қилиш, тупроқ ва ерларни мелиоратив ҳолатини яхшилаш, шу жумладан қишлоқ хўжалиги экинларини суғоришда тежамкор суғориш технологиясидан фойдаланишга катта эътибор қаратилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 23 октябрдаги «Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигини ривожлантиришнинг 2020–2030 йилларга мўлжаллан-

ган Стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида»ги фармонида қишлоқ хўжалик экинларини суғоришда сувни тежайдиган технологиялар билан қамраб олинган ерларнинг умумий майдонини 2 млн. гектаргача етказиш назарда тутилган [1]. Республикада давлат томонидан қўллаб-қувватлаш механизмлари замон талабларига мослаб борилаётганлиги сабабли сувни тежайдиган технологиялар бугунги кунда 433 минг гектар майдонда жорий этилди ва уларнинг умумий кўрсаткичи суғориладиган майдонларнинг 17 фоизини ташкил қилиб, томчилатиб

суғориш технологиялари асосида суғориладиган майдонлар 290,3 минг, ёмғирлатиб суғориш 13,5 минг, дискрет суғориш технологияси 10,6 минг, эгилувчан қувурлар ёрдамида суғориш 299,7 минг, эгатга плёнка тўшаб суғориш технологияси 92 минг, лазер ускунаси ёрдамида ерларни текислаш ишлари 185,8 минг гектарга етказилди [2].

Ёмғирлатиб суғориш усули сувни тежайдиган тежамкор суғориш технологиялари ичида етакчи ҳисобланиб, АҚШда 10900 минг га (умумий суғориладиган майдонига нисбатан улуши 56%), Россияда 3500 минг (78,2%), Хитойда 2634 минг (5,4%), Ҳиндистонда 1635 минг (4,4%), Саудия Арабистонида 716 минг (78,1%), Мисрда 450 минг (16,8%), Қозоғистонда 57355 га (2,69%) майдон ёмғирлатиб суғорилади [3]. Ёмғирлатиб суғориш технологиясини мамлакатимизда кенг жорий этиш учун илмий-амалий тадқиқотларни ўтказишни тақозо этади.

Кўриб чиқилаётган муаммонинг ҳозирги ҳолати.

Ёмғирлатиб суғориш технологиясини такомиллаштириш бўйича хорижда етарли илмий тадқиқотлар олиб борилган. Ёмғирлатиб суғориш технологиясида сув томчисини ёмғирлатиш жараёнида буғланиши, шамол таъсирида учуриб кетиши сув ресурсларини йўқотилишига олиб келади. Ёмғирлатиб суғориш машиналарининг конструктив ва технологик параметрларини оптималлаштиришга бағишланган В.В.Слюсаренко, Г.П.Надежкина, В.К.Севрюгин, Л.В.Кравченко каби олим ва тадқиқотчиларнинг илмий ишлари мавжуд. В.В.Слюсаренко ёмғирлатиб суғоришда сув йўқотишлари 0,4–42 фоизга етиши мумкинлигини, Г.П.Надежкина тадқиқотларида “Фрегат” ёмғирлатиб суғориш машинасида буғланиш ва шамол учуриб кетиш ҳисобига сув йўқотишлари 10,4–22,5 фоизни ташкил этиши таъкидланади [4, 5].

ИСМИТИ маълумотларига кўра, «Фрегат» ёмғирлатиш машинаси билан суғориш нормаси 614 м³/га бўлганда, буғланиш туфайли сувнинг йўқотилиши 30 фоизгача етган. Шамол тезлиги 3 м/с бўлганда сув томчисининг учуриб кетилиши 7–10%, буғланиш эса ҳарорат 25–30°C, шамол тезлиги 1,1 м/с. дан 3,1 м/с. гача ошганда 13,7 фоиздан 20,7 фоизгача етади. В.К.Севрюгин тадқиқотларида (Ўзбекистон ва Қирғизистон далаларида) эса ҳаводаги томчиларнинг буғланиши ўртача 2,3 фоизни ташкил этган [6].

«Valley» ёмғирлатиш машинасининг синовлари ёмғирлатиш жараёнида сув йўқотишлари 32,4–38,5 фоизга тенглигини кўрсатган [7]. Н.Ф.Рыжко сув оқимининг ёмғирлатиш босимини 0,1–0,3 МПа камайтириш, сув томчисини диаметрини мақбуллаштириш ҳисобига буғланиш ва шамол учуриб кетишини 16–22 фоизга камайитиришга этишган [8].

Л.В.Кравченконинг сув йўқотишларини томчининг дала юзасида тақсимланишини эҳтимоллар назарияси ёрдамида бир хиллигини ошириш ҳисобига ҳал этишга бағишланган илмий тадқиқотлари маълум [9].

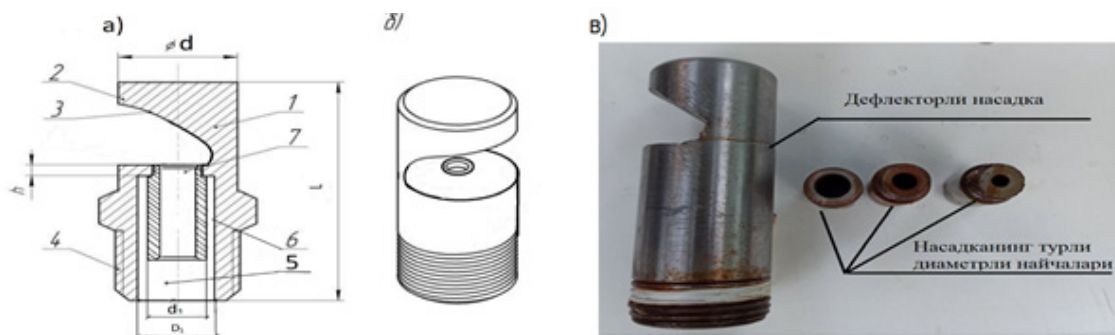
З.Ш.Юлдашевнинг илмий тадқиқотлари ёмғирлатиш жараёнида сув ресурслари йўқотишларини энергия тежамкор агрегатлар ёрдамида ҳал этишга бағишланган [10]. Тадқиқотчилар ёмғирлатиб суғориш жараёнида сув йўқотишларининг бундай катта диапазонда (0,4–42%) ўзгаришини тадқиқотларнинг турли минтақаларда олиб борилгани билан изохлашади ва сув томчисининг учуш вақти ва учуш баландлиги ошиши сув томчисининг шамол таъсирида учуриб кетилиши ва буғланиши кўпайишига олиб келишини таъкидлашади [4, 5, 7].

Сунъий сув томчисини ҳосил бўлиши, томчининг учуш вақти ва масофаси, унинг тупроқ юзасига кўрсатилган гидродинамик босими, ёмғирлатиш интенсивлиги ҳамда томчининг дала юзаси бўйлаб бир текис тақсимланиши гидросистемадаги босимга боғлиқ технологик параметрлар ҳисобланади [11]. Шу сабабли тежамкор суғориш тизимларини мамлакатимизда кенг жорий этишда ёмғирлатиб суғориш жараёни ва сув йўқотишлари билан юзага келаётган муаммоларни тадқиқ этиш долзарбдир.

Масаланинг қўйилиши. Сув томчиси учуш масофасини аниқлаш амалий аҳамиятга эга. Учуш масофаси ва учуш вақти қийматини насадка найчаси тешиги диаметри, сув оқимининг босими, дефлекторнинг қиялик бурчаги каби ёмғирлатиш қурилмаларининг конструктив ва технологик параметрлари белгилайди. Ёмғирлатиш жараёнида сув улуши буғланишининг ҳақиқий миқдорини аниқлаш мақсадида лаборатория синовлари ўтказилди [12]. Тажрибаларда сув томчиси диаметри $d_c = 1,33\text{--}2,5$ мм, ёмғирлатгич гидросистемасидаги сув босим $P = 0,05$ МПа ва ёмғирлатиш баландлиги $h = 1,6$ м қийматида ёмғирлатиш жараёнида сув миқдорининг буғланиши $I = 7,4\text{--}8,3\%$ эканлиги аниқланди. Тадқиқотлар ёмғирлатиш жараёнида сув йўқотишларини янада камайитириш имконияти мавжудлигини кўрсатди.

Ечиш усули (услуглари). Олинган натижалар, мавжуд ёмғирлатиш насадқаларини конструктив функционал эволюцияси ва морфологик таҳлили асосида улар гидросистемасида сув оқимига таъсир этувчи физик-техник эффектлар ўзгартирилди ва дефлекторли насадқалар янги авлоди учун техник ечим ишлаб чиқилди (1-расм).

Такимиллаштирилган насадка мавжудларидан сув оқимини найча тешигидан оқиб чиқишида “суяқликларни қалин деворли идишлардан оқиб чиқиш” хоссаси ҳосил қилинганлиги билан фарқланади. Бундай хоссага эга тешиқда сув оқими сиқилмайди ва 30 фоизгача кўп сув миқдорини оқиб чиқишига эришиш мумкин [13].



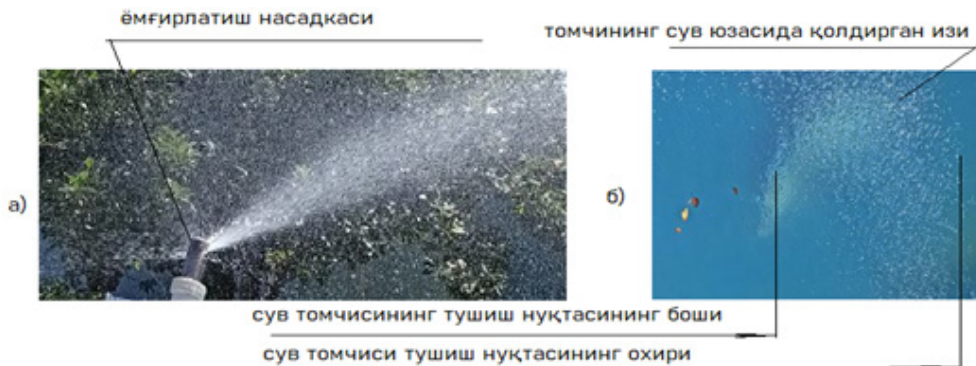
1-расм. Такимиллаштирилган дефлекторли насадка чизмаси ва фотосурати: 1 – корпус; 2 – дефлектор; 3 – экранли юза қайтаргич; 4 – улаш қисми; 5 – марказий канал; 6 – конфузор; 7 – найча.

Ишлаб чиқилган техник ечим паст босимда ёмғирлатиш имконини беради. Сув томчисининг бошланғич учиш тезлиги ва оқибатда учиш вақтининг камайиши сув йўқотишлари камайишига олиб келади.

Дефлекторли насадкадан отилиб чиқаётган сув томчисининг учиш масофасини насадка найчасидаги сув босимига боғлиқлигини аниқлаш мақсадида ТошДАУ “Қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш” кафедрасида “Ёмғирлатиб сўғориш машиналари конструкциясини такомиллаштириш ва ёмғирлатиш жараёнини моделлаштириш” мавзусида олиб борилаётган илмий

тадқиқотлар режасига мувофиқ бир қатор тажрибалар ўтказилди. Тажрибалар очик сув ҳавзаси юзасига сув томчисини дефлекторли насадкалар билан ёмғирлатиш йўли билан аниқланди (2-расм).

Очик сув ҳавзасига ёмғирлатилганда ҳар қандай диаметрга эга томчи сув юзасига тушиш нуқтасини визуал кўриш мумкин бўлган аниқ из қолдиради. Учиш масофаси ёмғирлатиш нуқтасидан сув томчисининг очик ҳавзадаги сув сиртига тушиш нуқтасигача бўлган масофасини ўлчаш орқали амалга оширилди. Тажрибаларни ишончлилиги математик статистика қонунлари билан баҳолан-



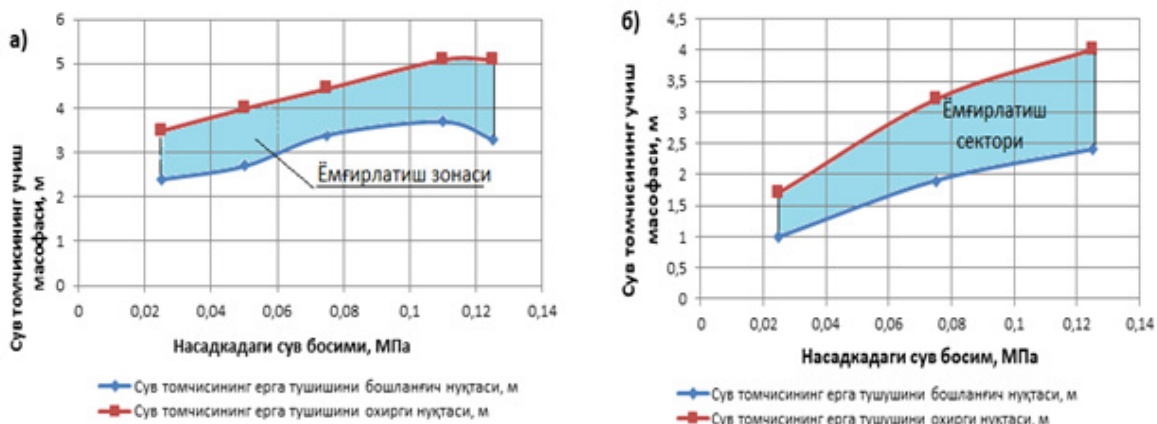
2-расм. Тажриба-синов ўтказиш жараёнини фотосуратлари: а) Дефлекторли насадканинг ёмғирлатиши; б) Томчининг сув юзасида қолдирган изи.

ди [14].

Тажрибалар лаборатория стендида ўтказилди. Тажрибаларда дефлектор найчаси тешиги диаметрининг $d=4$ мм, $d=6$ мм. ли намуналари қўлланилди ва найчадаги сув оқими босими $P=0,025-0,125$ МПа оралиғида $0,025$ МПа интервал билан ўзгартирди. Насадка дефлекторининг қиялик бурчаги $\alpha=25^\circ$. Ҳар бир интервалда тажрибалар сони 3 тани ташкил этди. Муҳит ҳарорати $t=45,1^\circ\text{C}$, ҳавонинг нисбий намлиги $W=20\%$, шамол тезлиги $S=0,1-0,2$ м/с.

Тадқиқот натижаларининг таҳлили. Тажриба натижалари 3-расмдаги графикларда келтирилган. Олинган маълумотлар сув томчиси дала юзасида ёмғирлатиш сектори ҳосил қилишини кўрсатди. Дала юзасига ёмғирлатилган томчиларнинг бошланғич тушиш нуқтаси ва охириги тушиш нуқталари мавжуд бўлиб, ёмғирлатиш нуқтасига нисбатан эллипсимон шакл ҳосил қилади.

Сув сарфининг тақсимланиши ушбу икки нуқта орасидаги секторда юз беради. Насадка найчаси тешигининг диаметри катталашган сари сув томчисининг учиш масофаси ошади. Суюқлик босим $P=0,025$ МПа ва насадка найчаси тешигининг диаметри $d=6$ мм. да учиш масофаси $X_1 = 2,4-3,6$ м. га тенг (3а-расм). Ёмғирлатиш зонасининг X ўқи бўйича қиймати (ёмғирлатиш зонасининг кенглиги) $\Delta=1,2$ метрни ташкил этади. Босим ошиб борган сари учиш масофаси ҳам ошиб боради. Унинг қиймати $P=0,125$ МПа. да учиш масофаси $L= 3,2-5,1$ м. ни ташкил этди. Ўз навбатида ёмғирлатиш зонасининг кенглиги $1,9$ м қийматга эга. Насадка найчасининг диаметри $d=4$ мм. га тенг бўлганда $d=6$ мм. ли найчага нисбатан учиш масофаси камаяди. Найчадаги суюқлик оқимининг босими $P=0,25$ МПа. га тенг бўлганда, учиш масофаси $L =0,75-1,25$ метрга тенг. Ёмғирлатиш зонасининг кенглиги $\Delta=0,5$ метрни ҳосил қилади



3-расм Сув томчиси учиш масофасининг насадка найчасидаги сув оқими босимига боғлиқлиги графиги: а) $d=6$ мм; б) $d=4$ мм.

Насадка найчаси тешиги диаметрининг турли қийматларида учиш масофасини ўзгариши уларда ҳосил бўлаётган сув томчисининг турли диаметрлари билан изоҳланади. Йирик диаметрға эға бўлган сув томчилари узокроқ масофаға, нисбатан кичик диаметрли сув томчилари яқинроқ масофаға учиб боради. Тажрибаларда насадка найчасида сув оқимининг босими қиймати $P=0,6-0,65$ МПа ва найча тешигининг диаметри $d=6$ мм тенг бўлганда сув томчисининг учиш масофаси $L=3,3-4,4$ метрга, суғориш зонасининг кенглиги эса $\Delta=1,1$ метрга тенглиги аниқланди.

Сув томчисининг учиш масофасига сув оқими босими қиймати P ва насадка найчаси диаметрининг d ўзаро таъсири аниқлаш мақсадида лаборатория стендида 22 омилли экспериментлар ўтказилди. Омилларнинг таъсири баҳолаш ва жараённинг математик ифодалаш учун қуйидаги биринчи тартибли модел танланди:

$$\bar{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{12}x_1x_2 \quad (1)$$

Эксперимент матрицаси ва синов натижалари 1-жадвалда, омилларнинг кодланган қиймати 2-жадвалда келтирилган.

Регрессион таҳлил ўтказиш мумкинлигини аниқлаш учун параллел тажрибаларни бир жинсли эканлигини Кохрен критерияси бўйича аниқланди:

$$\sigma_x = \frac{S_{max}^2}{\sum_{i=1}^N S^2} = 0,092, \quad (2)$$

бунда S_{max}^2 – энг катта дисперсия; $\sum_{i=1}^N S^2 = 65,81$ – тажрибалар дисперсиясининг йиғиндиси. $\sigma_{жад} = 0,515 > \sigma_x = 0,092$ шарт бажарилди [14].

Дисперсия параметрлари ва параллел тажрибаларнинг хатолиги текширилди ва аниқланди. Параллел тажрибалар дисперсиясининг бир жинсли эканлиги гипотезаси қабул қилинди. Дисперсиянинг ижро этилиши:

$$S^2 = \frac{1}{N} \sum S^2 = 16,45; \quad \text{Тажрибалар хатолиги } S = \sqrt{1,29} = 1,14$$

Тенглама коэффициентлари қуйидаги тенглама билан ҳисобланди:

$$b_0 = \frac{1}{8} \sum_{u=1}^8 X_{uo} \bar{y}_u; \quad b_i = \frac{1}{8} \sum_{u=1}^8 X_{ui} \bar{y}_u; \quad b_{ij} = \frac{1}{8} \sum_{u=1}^8 X_{iu} X_{ju} \bar{y}_u. \quad (3)$$

Бир қанча математик амалларни бажаргандан сўнг қуйидаги регрессия тенгламаси келиб чиқади:

$$Y = 406,6 + 109,6X_1 + 226,7X_2 + 53,2X_1X_2. \quad (4)$$

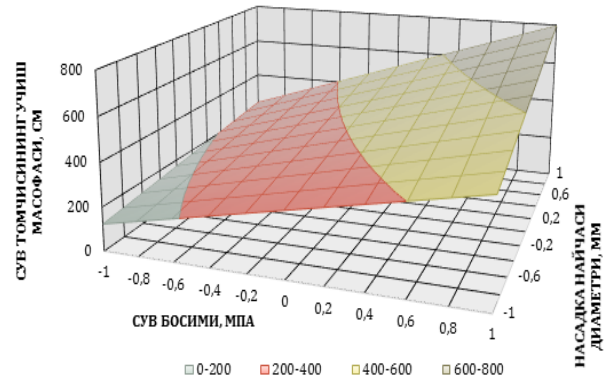
Тенгламининг адекватлик гипотезаси Фишер критерияси бўйича текширилди: $F_{ад} = 0,371$. Коэффициентларнинг статистик аҳамияти Стъюдент критерияси бўйича текширилди. Тўлиқ омилли тажрибаларда коэффициентларнинг хатоси $S_{bi} = 1,17$. Барча коэффициентлар статистик аҳамиятли.

Регрессия тенгламасининг кодланган қийматларидан ҳақиқий қийматига ўтиш қуйидаги тенгламалар ёрдамида амалга оширилади:

$$X_1 = \frac{P - P_0}{\Delta_1} = \frac{P - 0,075}{0,025}; \quad X_2 = \frac{d - d_0}{\Delta_2} = \frac{d - 6}{2} \quad (5)$$

бунда P, d – текширилаётган омиллар; P_0, d_0 – текширилаётган омилларнинг асосий поғонаси; Δ_1, Δ_2 – вариация коэффициентлари.

Олинган натижалар бўйича қурилган ҳажмли график 4-расмда келтирилган.



4-расм. Сув томчиси учиш масофасига сув босими ва насадка найчаси диаметрининг ўзаро таъсири

Хулоса. Ёмғирлатиш қурилмаларини экспериментал тадқиқотлари натижаларининг таҳлили сув томчисининг максимал учиш масофаси $X_1 = +1$ ($P = 0,1$ МПа) ва $X_2 = +1$ ($d = 8$ мм) қийматларда юз беради. Бунда сув томчисининг учиш масофаси $L = 8$ м. га тенг. Сув томчисининг учиш масофаси ортиши билан учиш вақти ҳам ошиб боради. Ёмғирлатиш жараёнида бу омил сув томчисини буғланиши ва шамол таъсирида учираб кетиладиган улушини ошишига олиб келади. Қишлоқ хўжалик экинларини самарали суғориш ва ўзгарувчан муҳитда сув томчисини табиий омиллар таъсирида йўқотилишини камайтириш мақсадида насадка найчасида сув оқимининг босими $P = 0,6-0,65$ МПа ва найча тешигининг диаметри $d = 8$ мм. га тенг бўлганда амалга оширилиш мақсадга мувофиқ эканлиги аниқланди. Бу параметрларда сув томчисининг учиш масофаси $L = 3,3-4,4$ метрга, суғориш зонасининг кенглиги эса $\Delta = 1,1$ метрга тенг дала юзасидаги секторда жойлашади. Бунда сув томчиси учиш вақтининг назарий қиймати $0,47-0,58$ с. ни ташкил этади [15]. Мавжуд ёмғирлатиш машиналаридаги сув босими $0,1-0,3$ МПа эканини ҳисобга олсак, тадқиқотлар натижасида олинган паст босимда ёмғирлатиш орқали ёмғирлатиш машиналарини такомиллаштириш имконияти туғилади. Олинган қийматлар ёмғирлатиб суғориш режимларини аниқлашда илмий-амалий аҳамиятга эға.

1-жадвал

Эксперимент матрицаси ва синов натижалари

№	X_0	X_1	X_2	X_1X_2	Y_1	Y_2	Y_3	$Y_{ўрт}$
1	+	-1	-1	+1	122	121	124	122,3
2	+	+1	-1	-1	124	123	124	235,3
3	+	-1	+1	-1	470	471	467	469,3
4	+	+1	+1	+1	797	797	795	796,3

2-жадвал

Эксперимент факторлари ва поғоналари

№	Кодланган параметрлар	-1	0	+1
X_1	Сув қувуридаги P босим	0,05 МПа	0,075 МПа	0,1 МПа
X_2	Насадка найча тешиги диаметри d	4 мм	6 мм	8 мм

№	Адабиётлар	References
1	Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 10 июлдаги «Ўзбекистон Республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган Концепциясини тасдиқлаш тўғрисида»ги ПФ-6024-сонли фармони. – Тошкент, 2020.	Decree No. PF-6024 dated 10.07.2020 of the President of the Republic of Uzbekistan «O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo'ljallangan kontseptsiyasini tasdiqlash to'g'risida»
2	Хамраев Ш.П. Натижалар салмокли, режалар улкан // "O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi" журнали. – Тошкент, 2022. – №1. – Б. 10-11.	Khamraev Sh.R. <i>Natijalar salmokli, rejalar ulkan</i> (The results are significant, the plans are huge) // Journal "O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi". Tashkent, 2022. №1. Pp. 10-11. (in Uzbek)
3	Гопалакришна М. Площади дождевания и микроорошения в некоторых странах-членах МКИД/ Гопала-кришна, М. Генеральный секретарь МКИД// http://www.cawater-info.net/int_org/acid/micro-irrigated_areas.htm .	Gopalakrishna, M. Sprinkling and micro-irrigation areas in some ICID member countries/Gopalakrishna, M. Secretary General of ICID// http://www.cawater-info.net/int_org/acid/micro-irrigated_areas.htm .
4	Слюсаренко В.В. Потери воды на испарение и снос при поливе дождеванием и способы их снижения / В.В. Слюсаренко, Н.Ф. Рыжко // – Нива Поволжья, 2009. – N 1. – С. 43-46.	Slusarenko, V.V. <i>Poteri vodi na ispareniye i snos pri polive dojdevaniyem i sposoby ix snijeniya</i> (Water losses on evaporation and drift at irrigation by sprinkling and ways of their decrease)/ V.V.Slyusarenko,N.F. Ryzhko// Niva Povolzh'ye. - 2009. - No 1. 43-46 p. (in Russian)
5	Надежкина Г. П. Совершенствование устройств приповерхностного полива дождевальной машины «ФРЕГАТ»/ Надежкина Г. П.// Дисс...канд.техн. наук. – Саратов, 2014.	Nadezhkina,G.P. <i>Sovershenstvovaniyeust-roystv pripoverxnostnogo poliva dojdeval'noy mashini «FREGAT»</i> (Improvement of surface irrigation devices of sprinkler machine "FREGAT")/ G.P. Nadezhkina // Disserta-tion...Cand. -Saratov, 2014. (in Russian)
6	Северюгин, В.К. Совершенствование техники и технологии полива дождеванием в условиях Средней Азии./ Северюгин В.К.// Дис... док. техн. наук. – Ташкент, 1998.	Sevryugin V.K. <i>Sovershenstvovaniye texniki i texnologii poliva dojdevaniyem v usloviyax Sredney Azii</i> (Perfection of technique and technology of irrigation by sprinkling in conditions of Central Asia) / Sevryugin V.K. // D. Sci. -Tashkent, 1998. (in Uzbek)
7	Карпова О.В. Усовершенствованные устройства приповерхностного дождевания дождевальной машины «ФРЕГАТ». Дисс...канд. техн.наук. – Саратов – 2017.	Karpova,O.V. <i>Usovershenstvovannyyeustroystva pripoverxnostnogo dojdevaniya dojdevalnoy mashini «FREGAT»</i> (Improved devices for near-surface sprinkling of the FRE-GAT sprinkling machine). Disserta-tion...Cand. -Saratov, 2017. (in Russian)
8	Рыжко Н.Ф. Обоснование ресурсо-сберегающего дождевания и совершенствование дождевальной машины "Фрегат" в условиях Саратовского За-волжья/Рыжко Н.Ф.// Автореф. дисс... доктор техн. наук. – Саратов, 2012.	Ryzhko,N.F. <i>Obosnovaniyeresursosbere-gayushgo dojdevaniya i sovershenstvo-vaniye dojdevalnoy mashini "Fregat" v usloviyax Saratovskogo Zavol'z'ya</i> (Justification of resource-saving sprinkling and improvement of sprinkler machine "Fregat" in conditions of Saratov Zavolzh'ye)/Ryzhko N.F. //Authoraf. Disserta-tion... doctor of technical sciences. -Saratov, 2012. (in Russian)
9	Кравченко Л.В. Оптимизация процессов дождевания сельскохозяйственных культур с использованием вероятностного моделирования/ Кравченко,Л.В.// Дисс.доктор техн. наук. – Зерноград, 2018. – 264 с.	Kravchenko,L.V. <i>Optimizatsiya protsessov dojdevaniya selskoxozyaystvennix kultur s ispolzovaniyem veroyatnostnogo modeli-rovaniyayu</i> (Optimization of sprinkling processes for agricultural crops using probabilistic modeling)/ Kravchenko,L.V.// dissertation... doctor of technical sciences. -Zernograd. 2018.– 264 pp. (in Russian)
10	Юлдашев З.Ш. Повышение энергетической эффективности в технологиях мобильных автономных агрегатов (на примере дождевальных машин фронтального действия)/ Дисс... доктор техн. наук. – Санкт-Петербург, 2018.	Yuldashev,Z.Sh. <i>Povisheniye energoef-fektivnosti v texnologiyax mobilnix avto-nomnix agregatov (na primere dojdevalnix mashin frontalnogo deystviya)</i> (Improving Energy Efficiency in Technologies of Mobile Autonomous Units (on the Example of Frontal Sprinklers) / dissertation... doctor of technical sciences.-Sankt-Peterburg. 2018. (in Russian)
11	Худоёров З.Ж. Дефлекторли насадкали ёмғирлатиш қурилмаларининг технологик параметрлари // "O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi" журнали. – Тошкент, 2022. – №11. – Б. 39-40.	Xudoyorov Z.X. <i>Deflektorli nasadkali yomg'irlatish qurilmalarining texnologik parametrlari</i> . Agrarian-economic, popular science journal "O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi", 2022. №11. pp 39-40. (in Uzbek)

12	Триандафилов, А. Ф. Гидравлика и гид-равлические машины / А. Ф. Триандафилов, С. Г. Ефимова// – Сыктывкар: СЛИ, 2012. – 212 с.	Triandafilov, A. F. <i>Gidravlika i gidravlicheskiye mashini</i> (Hydraulics and hydraulic machines / A. F. Triandafilov, S. G. Yefimova// – Siktivkar : SLI, 2012. – 212 p.
13	Худоёров З.Х. Ёмғирлатиб суғоришда сув томчисининг буғланиши // "Irrigatsiya va melioratsiya" журналі. – Тошкент, 2022. – Махсус сон. – Б. 79-80.	Xudoyorov Z.X. <i>Yomg'irlatib sug'orishda suv tomchisining bug'lanishi</i> . Agrarian-economic, popular science journal Journal "O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi". Special Issue. 2022. Pp 79-80. (in Uzbek)
14	Моргунов, А.П. Планирование и анализ результатов эксперимента. А. П. Мор-гунов, И. В. Ревина. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. – С. 128-154.	Morgunov, A.P. <i>Planirovaniye i analiz rezul-tatov eksperimenta</i> (Planning and analysis of experimental results). A.P. Morgunov, I.V. Revina // - Omsk, OmGTU. 2014. pp. 128-154 (in Russian)
15	Zafar Khudayorov, Rakhmonberdi Khalilov, Irina Gorlova, Sherzodkhuja Mirzakhodjaev, Azhargul Mambet-sheripova. Mathematical model of water drop trajectory in artificial rainfall. E3S Web of Conferences 365, 04011 (2023). CONMECHYDRO - 2022). © The Authors, published by EDP Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0.	Zafar Khudayorov, Rakhmonberdi Khalilov, Irina Gorlova, Sherzodkhuja Mirzakhodjaev, Azhargul Mambetsheripova. Mathematical model of water drop trajectory in artificial rainfall. E3S Web of Conferences 365, 04011 (2023). CONMECHYDRO - 2022). © The Authors, published by EDP Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0. (in Uzbek)
16	Зверьков М.С. Исследование давления капель искусственного дождя, создаваемого дождевальными аппаратами, на почву // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 8. – С. 73–77.	Zverkov M.S. <i>Issledovaniye davleniya kapel iskusstvennogo dojdya, sozdavayemogo dojdevalnimi apparatami, na pochvu</i> (The study of the pressure of artificial rain drops created by sprinkler machines on the soil) // Achievements of science and technology of the agroindustrial complex. 2018. T. 32. № 8. 73-77 p. (in Russian)
17	Худоёров, З.Ж. Ёмғирлатиб суғориш жараёнидаги сув оқими ҳаракатининг математик модели. O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi. Аграр-иқтисодий, илмий-оммабоп журнал. Махсус сон. 2022. 79-80 б.	Xudoyorov Z.J. <i>Yomg'irlatib sug'orish ja-rayonidagi suv oqimi harakatining matematik modeli</i> . Agrarian-economic, popular science journal "O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi". Special Issue. 2022. 79-80 p. (in Uzbek)
18	ГОСТ ИСО 7749-2— 2004 «Оборудование сельскохозяйственное оросительное. Аппараты дождевальные вращающиеся. Часть 2. Равномерность орошения и методы испытаний».	GOST ISO 7749-2— 2004 « <i>Oborudovaniye selskoxozyaystvennoye orositelnoye</i> . Apparati dojdevalniye vrashyushiyesya. Chast 2. Ravnomernost orosheniya i metodi ispitaniy».
19	Машины дождевальные подвижные. Часть 1. Эксплуатационные характеристики и методы лабораторных и полевых испытаний (ISO 8224-1:2003, IDT) Издание официальное Москва Стандартиформ 2020. принят Уз-стандартом Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 26 мая 2004 г. No 25).	Mashiny dojdevalniye podvijniye. Chast 1. <i>Ekspluatatsionniye xarakteristiki i metodi laboratornix i polevix ispitaniy</i> (ISO 8224-1:2003, IDT) Izdaniye ofitsialnoye Moskva Standartinform 2020. Official publication Moscow Standartinform 2020. adopted by the Uz-Standard Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification (minutes of May 26, 2004 № 25).
20	Акпасов А.П.Повышение эффективности дождеобразования с обоснованием конструктивных параметров дефлекторных насадок кругового действия./Акпасов,А.П.//Дисс.доктор техн.наук. – Саратов, 2018. – 141 с.	Akpasov A.P. <i>Povisheniye effektivnosti doj-deobrazovaniya s obosnovaniyem konstruk-tivnix parametrov deflektornix nasadok krugovogo deystviya</i> (Improving the efficiency of rain formation with the justification of the design parameters of the deflector nozzles of circular action). / Akpasov, A.P.// disserta-tion... doctor of technical sciences.-Saratov. – 2018. 141 pp. (in Russian)

УЎТ: 627.83

"САРИҚҶҲҲОН" ГИДРОУЗЕЛИ ИНШОТЛАРИ ОСТИДАГИ ФИЛЬТРАЦИЯ ОҚИМИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ

Б.К.Салиев – т.ф.д., доцент, Э.И.Бердиёров – докторант, М.Б.Салиева, Р.И.Турахонов – мустақил тадқиқотчилар, Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти

Аннотация

Мақолада 77 йил давомида эксплуатация қилинаётган гидроузел иншоотларининг техник ҳолати, тўғон остидаги суфозия жараёнлари сабаблари, тоғ-жинслари орасидаги оҳак, қум ва тупроқ заррачаларининг эриши, ер ости сувлари билан оқиб кетиши масалалари ўрганилган. Шунингдек, ер ости сувларининг захириларини тўйинтиришда Сўх дарёсида қурилган "Сариқўрғон" гидроузели иншоотлари остида, дарё ўзанида ҳамда суғориш тизимларида содир бўлаётган фильтрация оқимлари ва суғориладиган майдонлардан сувларнинг сингиши тадқиқ этилган. Иншоотларнинг замини остидан фильтрация оқимларини моделлаштириш ЭГДА усулида бажарилган, сув баланси натижаларига асосан Сўх дарёси водийси сув остидан оқиб келади оқим 1,447 м³/с ва суғорма деҳқончиликдан шаклланган майдонлардан шимилган сувлар 17,388 м³/с ва "Катта Фарғона" каналининг чап қирғоқ қисмида 8,1 м³/с ва ўнг қирғоқ қисмида 9,346 м³/с сарфланиши кузатилган.

Таянч сўзлар: гидроузел, иншоот, конус ёйилмаси, фильтрация, гидродинамика, модел, электрогидродинамик ўх-шашлик.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПОТОКОВ ПОД ОСНОВАНИЕМ СООРУЖЕНИЙ САРЫКУРГАНСКОГО ГИДРОУЗЕЛА

Б.К.Салиев – т.ф.д., доцент, Э.И.Бердиёров – докторант, М.Б.Салиева, Р.И.Турахонов – независимые исследователи, Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем

Аннотация

В статье рассматриваются техническое состояние гидроузлов, находящихся в эксплуатации 77 лет, причины процессов фильтрации под плотиной, растворение известняков, песка и частиц грунта между скалами, вопросы просачивания грунтовых вод. Также на пополнение запасов подземных вод идет из фильтрационных стоков из-под построенных на реке Сох Сарыкурганского гидроузла, русла реки и оросительных систем, а также водопоглощения с орошаемых площадей. Моделирование фильтрационных потоков под основанием гидроузла выполнялось методом ЭГДА. по результатам водного баланса, сток из долины р. Сох левобережье Большого Ферганского канала составляет 8,1 м³/с, правобережной зоны 9,346 м³/с.

Ключевые слова: гидроузел, конструкция, распространение конуса, фильтрация, гидродинамика, модель, электрогидродинамическая аналогия.

SIMULATION OF FILTRATION FLOWS UNDER THE BASE OF THE SARYKURGAN HYDROPOWER STRUCTURES

B.K.Saliyev – DSc, Associate Professor, E.I. Berdiyev – doktorat, M.B.Saliyeva, R.I.Turaxanov – independents researcher, Research Institute of Irrigation and Water Problems

Abstract

The article discusses the technical condition of hydroelectric facilities that have been in operation for 77 years, the causes of filtration processes under the dam, the dissolution of lime, sand and soil particles between rocks, and the issues of groundwater seepage. Also, groundwater replenishment comes from seepage flows from under the Sarykurgan hydroelectric complex built on the Sokh River, the riverbed and irrigation systems, as well as water absorption from irrigated areas. Modeling of filtration flows under the base of the hydroelectric complex was carried out using the EGDA method. according to the results of the water balance, the runoff from the valley of the river. The dry area of the left bank of the Great Fergana Canal is 8.1 m³/s, the right bank zone is 9.346 m³/s.

Key words: hydraulic system, design, cone propagation, filtration, hydrodynamics, model.

Кириш. Республикамизда 200 тага яқин гидротехник сув иншоотлари мавжуд. Уларнинг сув олиш қуввати 10 м³/с. дан 300 м³/с. гачани ташкил этиб, шулардан 118 таси муддатини ўтаб бўлган, гидромеханик ускуналарини модернизация қилиш ёки алмаштиришни талаб этади [1]. Иншоотларни ишчи ҳолатини тиклаш, реабилитацияси ҳамда эксплуатациясини яхшилаш, техник хизматларини таъминлаш учун мақсадли инвестицияларни амалга ошириш зарур. Мақсад Сўх дарёсида 1948

йилда ишга туширилган "Сариқўрғон" гидроузелининг техник ҳолатини баҳолаш, сув хўжалиги тизимини узлуксиз сув билан таъминлаш, кадастр маълумотлари бўйича "Сариқўрғон" ва "Қўқон" гидроузеллари ёрдамида 40 минг гектар суғориладиган ерлар сув билан таъминланади. Иншоотлар ва хўжаликлараро каналлар Сўх дарёсини тоғли ҳудудидан чиқиш воҳаси бўлган конус ёйилмасининг кутб қисмида жойлашган. Гидроузел ва каналларда сувнинг димланиши натижасида тўғон остидан фильтра-

ция жараёни, сизот сувларининг шаклланиши ва пастки худудларга тарқалиши, ер усти ва ер ости сув ресурсларининг миқдор ва сифатига узвий боғлиқ [2]. Тоғ олди гидрометрик станция маълумотларига кўра, Сўх дарёсининг йиллик ҳажми $9,6 \text{ км}^3$, ўртача йиллиги $7,7 \text{ км}^3$ ва энг кам йиллик оқим $5,5 \text{ км}^3$. Шу сабабли Сўх дарёси худуди ер ости ва ер усти сув ресурсларига бой. Улар дарё оқими сувларидан ва ирригация тизимларидан йўқотиладиган сувлар билан тўғон сувларини филтрацияга сингиши натижасида тўйинади [3]. Ер ости сувлари табиий захиралари, режими ва сув баланси ГИДРОИНГЕО институти томонидан 1944–1966 йиллардаги эксплуатацион гидрометрия материалларига асосан аниқланган.

Сирдарё-Сўх ИТХБ ҳузуридаги Мелиоратив экспедиция (МЭ) томонидан ер ости сувларини ҳимоялаш ва захираларини камайиб кетишини мониторинг қилиш учун режим кузатувлари олиб борилмоқда [5].

Гидроузел иншооти III синфга мансуб. Синфнинг капитал қурилиши ва хавсизлик жиҳатларини назарда тутган ҳолда, кейинчалик II синфга ўтказилган. Иншоотларнинг сув ўтказиш миқдори қуйидагича тақсимланади:

– иншоот бош тўғони орқали – $38,0 \text{ м}^3/\text{с}$, каналларга: чап қирғоққа – $38,0 \text{ м}^3/\text{с}$, ўнг қирғоққа – $60,0 \text{ м}^3/\text{с}$, чап қирғоққа тўлдирувчи – $12,0 \text{ м}^3/\text{с}$, сув ташлаш иншооти – $300 \text{ м}^3/\text{с}$ [6].

Сўх дарёси сувлари табиий ҳолатда иншоот олди қисмидан оқиб келади. Гидроузелдан $1,5 \text{ км}$ юқорида дарё ўзанининг кенлиги $360\text{--}400 \text{ метр}$ га тенг. Ўзанининг иншоотга яқинлашган қисмида дарё ўзанининг кенлиги 650 м . гача ошади. Гидроузелнинг юқори ва пастки бьефлари ўнг қирғоқ билан туташган қисми $25\text{--}30 \text{ м}$ тик қояли конгломерат қатламли тоғ жинсларидан иборат. Иншоот жойлашган худуд СНИП II – 81 бўйича 8 балли 1 индексли ер силкиниш минтақасига тўғри келади [7].

Тўғоннинг пастки бьефи аниқ бир ўзанга ега эмас, у майда блокларга бўлинган лекин 10 км пастда қурилган "Қўқон" гидроузели иншоотларига икки чап ва ўнг қирғоқ дамбалари ёрдамида йўналтирилган. Дамбалар темир-бетон материаллардан қопланган 6 м . гача кўтарилган бўлиб, тошқин сувлари оқиб ўтиб кетгандан сўнг ҳар йили таъмирланади [8].

Максимал сув сарфи июль-август ойларига тўғри келади. Бу даврда умумий сувнинг йиллик ҳажмининг $45\text{--}48 \text{ фоизи}$ оқиб ўтади. Кўп йиллик кузатилган маълумотларга асосан энг катта максимал сарфи $199 \text{ м}^3/\text{с}$ (июль, 1988 й.) "Сариканда" постида қайд этилган. Шу постдаги ўртача йиллик сув сарфи $43,3 \text{ м}^3/\text{с}$. га тенг.

Минимал сув сарфи февраль-март ойларига тўғри келади. Ўртача ойлик минимал сарфи $1,3 \text{ м}^3/\text{с}$ (январь, 2011 й.) кузатилган. Дарёнинг оқим модули $17,4 \text{ л/с км}^2$, йиллик оқимнинг ўзгарувчанлиги – $0,13$, сув йиғиш майдонининг катталиги 2480 км^2 , сувнинг минерализацияси $0,20\text{--}0,35 \text{ г/л}$. дан ошмайди [9].

Дарё ўзанидан ва иншоотлар остидан филтрацияланган сувлар тош-шағаллар орасидан чуқур қатламларга шимилади, натижада конус ёйилмаси бўйича шимол тамонга ёйилиб кетади.

Бундай мураккаб гидрогеологик худудларни районлаштириш бўйича кўпгина олимлар шугулланган: А.А.Рагинский (1970 й.) – грунт сувларининг ётиш шартлари, Д.М.Кац (1973, 1976 йй.) – табиий дренажланиш кўрсаткичи, М.М.Крилов (1960 й.) – грунт сувлари режими ва баланс динамикаси, Н.Н.Хожибоев (1976 й.) – ер ости сувлари оқими ва ҳ.к.

Масаланинг қўйилиши. "Сарикўрғон" гидроузелининг бош иншооти худудида ер ости сувлари ҳаракатини ўрганиш. Олинган маълумотларни табиий ва антропоген таҳдидларни математик-статистик усуллари ёрдамида ҳисоблаш, филтрация қонуниятларини гидроаналогия усуллари қўллаш орқали аниқлаш. "Сарикўрғон" гидроузели чегарасидан сўнг Сўх дарёси ҳосил қилган конус ёйилмасини учта мелиоратив-гидрогеологик худудларга ажратиш орқали сув баланси параметрларини ҳисоблаш:

Грунт сувлари режими қулай-мутадил ҳолатдаги худуд. Бунга конус ёйилмасининг "Сарикўрғон" гидроузелидан то "Қўқон" гидроузели чегарасигача бўлган табиий дренажланган худуд киради. Унинг устки қатлами тошшағал тўртламчи давр ётқиқларидан иборат. Қатлам қалинлиги 500 м . дан ортиқ. Остида конгломерат сув тўсувчи қатлам бўлиб, барча дарёдан шимилган сувлар ер ости сувлар оқимини ташкил этади. МЭга қарашли N557 ва 558(3) кузатув қудуқлари ёрдамида 1.III.1973 йилдан бошлаб ўлчов ишлари олиб борилмоқда. N557 қудуқда энг минимал чуқурлик 4.VII.1973 йилда $58,36 \text{ м}$ ва энг максимал ҳолат 23.08.2011 йилда кузатилган. Кўп йиллик амплитудаси $50,3 \text{ м}$. га тенг. Бундай ҳолат тоғ олди шлейфи юқори минтақасига тегишлиги ва тоғ худудларга ёққан ёгинлар миқдорига боғлиқлиги қонуниятлари атрофлича ўрганилган. Иккита гидроузел оралиғида, дарё ўзани ва сув тақсимловчи каналлардан йўқотилган сув сарфи $13,37 \text{ м}^3/\text{с}$. га тенглиги аниқланди [10].

Грунт сувларининг транзит минтақаси. Ер ости сувлари янада чуқурлашиб, эркин юза сатҳига эга ва шимол томон ҳаракатланади. Барча суғориш тизимларидаги йўқотилган сувлар ер ости сувларига қўшилади ва ярим айлана шаклда конус чегара периметри қисмига ёйилиб кетади. Бу худуд "Қўқон" гидроузелидан "Катта Фарғона" каналининг айланма ўзанигача бўлган шағал майдонини эгаллайди. N26(258) Қирғиз қишлоғида ўрнатилган қудуқдан олинган маълумотларга кўра, энг минимал сатҳ 23.08.2011 йилда – $59,42 \text{ м}$ ва максимал чуқурлик 8.08.1973 йилда – $99,35 \text{ м}$. да кузатилган ва дала ўлчов ишлари давомида грунт суви сатҳи $91,0 \text{ м}$ чуқурликда (16.10.2016 йилда қайд этилган).

Ер ости сувлари босимли минтақаси. Грунт сувлари ер сатҳига яқин ва ботқоқланиш худуди. "Катта Фарғона" каналининг ўнг қирғоғининг $4\text{--}7,5 \text{ км}$ кенлигидаги худудлар умумий 900 км^2 ни ташкил этади. Грунт сувлари ер ости босим сувлари таъсиридан йил давомида ўзгарувчи режимни ҳосил қилади [11].

Грунт ва ер ости сувлари босимининг ўзгариши Сўх дарёси оқим режими билан боғлиқлиги аниқланган. N21 қудуғидан олинган маълумотлар бўйича грунт сувлари сатҳлари: максимал 1934, 1957, 1969, 2008, минимал 1938, 1949, 1956, 1967, 2009 йилларда кузатилган. Ўртача ўн йиллик сизот сувлари сатҳи (ССС) – $2,4 \text{ м}$ куз ва қиш ойларида кўтарилади ва ер юзасига чиқади. Қўқон шаҳри ва худуддаги туманларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш мақсадида 250 дан ортиқ тик дренажлар қурилган [12].

Дренажлар таъсиридан қатламлар орасидан босимлар пасайган, фонтанли қудуқларнинг сув бериш қуввати камайган, кўпгина табиий булоқлар қуриб қолган. Лекин СССР сентябрь-март ойларигача $0,5\text{--}1,6 \text{ да}$, бошқа ойлarda $2,0\text{--}3,5 \text{ м}$. гача пасайган. Қўқон шаҳрини ободонлаштириш ва кенгайтириш сабабли тик дренажлар сони 110 та гача кўпайтирилди, СССРнинг критик чуқурлигини ($h_{кр} \geq 2,5 \text{ м}$) пасайтиришга эришилди [13].

Шаҳар ичидан ўтаётган сой ўзанларини бетон қопламалар қопланиши натижасида ССС кескин кўтарилишига сабаб бўлди, тик дренаж қудуқларнинг қуввати етарли эмаслиги аниқланди. ГИДРОИНГЕО институти тадқиқотчилари томонидан Сўх дарёси ҳудудида шаклланаётган ер ости сувлари 20.52 м³/с. га тенг бўлиб, ичимлик сувлари ҳажмини йил сайин ортиб бориши ҳисобига захира сувларининг камайиб бораётганлиги аниқланган [14].

Тўғонни эксплуатацияси даврида унинг иншоотлари остидан ён атроф деворларидан ҳамда юзага келган деформацион ёриқлар орасидан сувларнинг сизилиши кузатиш мумкин. Сизилиш параметри тўғон остида жойлашган грунт ёки тоғ жинсларининг сизилиш коэффициентлари кўрсаткичи билан боғлиқдир. Филтрация масалаларини ечишда ҳар турли усуллар қўлланилади: аналитик, графо-аналитик ва моделлаш [15].

1-жадвалда келтирилган қиёслаш (аналогия) усулида ҳисобланган сув баланси натижаларига асосан Сўх дарёси водийси сув остидан оқиб келадиган оқим 1,447 м³/с ва суғорма деҳқончилик шаклланган майдондан шимилган сувлар 17,388 м³/с ва "Катта Фарғона" каналнинг чап қирғоқ қисмида 8,1 м³/с ва ўнг қирғоқ ҳудудда 9,346 м³/с сарфланиши аниқланди.

Жадвалдан кўринадики, мавжуд ичимлик сув захираларидан фойдаланишни ортиши ва дренажлаштириш ишларини реобелитация қилиш ва кўпайтириш ер ости сув захираларига кескин таъсир кўрсатмоқда. Захира сувларини тўйинтиришда Сўх дарёси ўзанидан ҳамда суғориш тизимларидан содир бўлаётган филтрация оқимлари 17 фоизни ва суғориладиган ерлардан инфилтрацион йўқолишлар миқдори 83 фоизни ташкил этади. Иншоот остидаги филтрацион оқимнинг элементларини ЭГДА усулини қўллаш энг самарали натижалар берди. Бу усулда филтрация жараёнининг яққол шакли (картинаси)ни кузатиб, ундан фойдаланиб оқимнинг исталган нуқтасидаги босим градиентини топиш мумкин. Филтрация сувлари ҳаракатини кўрсатувчи шакл гидродинамика тўри ёки ҳаракат чизмаси дейилади. Бу чизма орқали элементлар жилға оқимларининг ҳаракати йўналишини ва иккинчи қисми эса босимлари бир хил бўлган нуқталарни кўрсатиб беради.

Иншоотлард содир бўлаётган сизилиш филтрация тадқиқотлар ЭГДА усулида 2019 йилда "Ўздавсувлойиха" институтининг лабораториясида ўтказилди. Лаборатория раҳбари О.М.Муратова томонидан "Сариқўрғон" тўғони иншоотларининг 1:200 миқёсли харитасидан фойдаланиб, ясси ва оқимнинг мўътадил режими учун модел вариантлари ишлаб чиқилди.

Тадқиқотлар натижасида тўғон остидан қуйи бьефга оқиб ўтаётган, ўнг қирғоқ канали регулятори ва чап қирғоқ ташламаси иншооти остидан оқиб ўтаётган сизилиш сувлари ҳисоби аниқланди. Тадқиқот давомида моделлаштиришнинг қуйидаги шартлари бажарилди:

- филтрация содир бўлаётган иншо-

от модели чегарасида босим учун H ва электр потенциали учун V ўхшаш параметрлари;

- моделнинг ташқи чегаралари геометрик шакли ўхшашлиги қабул қилинди.

Филтрацияга мойил бўлган қатлам бўлақларини турли хил филтрация коэффициентларини танлаш қуйидагича амалга оширилди;

а) сизилиш контурининг ички чегараси, ажратувчи грунт қатламлар билан нисбий потенциал ўтказувчанлиги орасидаги боғлиқлиги;

б) моделлашга танланган грунт қатлами филтрация коэффициенти билан нисбий ўтказувчанлик қатламлари нисбатан доимий, яъни тенглиги сақланди:

$$1/(P_1 X K_1) = 1/(P_2 X K_2) = \dots = 1/(P_n X K_n) \quad (1)$$

бунда: $P_1, P_2, \dots, P_{n-1}, 2, \dots, n$ қатлам моделининг электр ўтказувчанлиги;

X – қатлам қалинлиги; K_1, K_2, \dots, K_n – модел объектининг тегишли қатламларининг филтрация коэффициенти.

Моделнинг чегаравий қутбларида босим миқдорлари юқоридаги келтирилган сабабларга асосан потенциаллар айирмаси $E = V_1 - V_2$ юқори ва пастки бьефлардаги статик сув босимлари айирмаси $\Delta H = H_1 - H_2$ га тенг [16].

Бу ҳолда иншоот остидан филтрацион оқим юқори бьефдан қандай оқиб келса, электр оқим ҳам V_1 дан V_2 га потенциалда оқиб келади.

1-жадвал

Ер ости сувлари баланси параметрларини ҳисоблаш.

№ т/б	Ер ости сувлари баланси таркиби	Шаклланиш зонаси	Дастлабки шароитда, м ³ /с	Тескари масалаларини ечиш натижалари м ³ /с
Оқиб келувчи				
1	Сўх дарёси водийси сув остидан оқиб келадиган оқим	Сўх дарёсининг юқори водийси	2,1	1,447
2	Дарё ўзани бўйлаб ва суғориш тармоқларидан филтрацияси	Конус ёйилманинг шағал дала зонаси	14,599	
3	Атмосфера ёғинлари инфилтрацияси	Суғорма деҳқончиликка	0,238	
4	Дарё ўзани бўйлаб, канал ва суғориш далаларидан	шаклланган майдон	2,688	17.388
	Жами		19,63	18,835
Сарфланиши				
1	Жадал оқиб чиқиш зонаси	КФК юқори (чап қирғоқ) зонаси	6,766	5,235 2.864
2	Чизикли ва майдонли юзадан оқиб чиқиш зонаси	КФК пастки (ўнг қирғоқ) зонаси	1,987	3,402 5,944
3	Мавжуд ичимлик сув таъминоти	Босимли сувларни оқиб чиқиш зонаси	4,335 6,282	
4	Сирдарёгача ер ости сувларини оқиб келиши		1,15	0,591
	Жами		20,520	18,036
	Фарқи: ± ΔW		-0,89	+0,799

Демак, фильтрацион оқимнинг ҳаракатини узлуксиз шартга асосланган ифодаси қуйидагича:

$$d^2 h/d^2x + d^2 h/d^2y=0, \quad (2)$$

Бу ифода ўзининг шакли ва ечими билан математик функциянинг эллиптик дифференциал тенгламалари қаторидан ўрин олган асосий Лаплас тенгламаси дейилади. [17].

Модел чегара қисмида босим қийматлари берилгандан сўнг, унинг ички оралиғида гидродинамик тўр ҳосил бўлади ва бу тўр катакларидан сув ости оқимининг фильтрацион тавсифлари аниқланади:

а) босим градиенти:

$$i = \Delta H / \Delta l, \quad (3)$$

бунда: ΔH – босимни йўқолиши, м; Δl – фильтрация йўли, м.

б) фильтрацион сарф: $Q=KWJ$, м³/сут

бунда: K – фильтрация коэффициенти, м/сут; W – оқим кўндаланг кесими, м²; J – босим градиенти. ЭГДА моделида икки масала бажарилди:

1-масала. Микёси 1:200 сув ташлаш иншооти бўйича иккита вариантдан иборат. 1-вариант сув сатҳи максимал отметкалари фарқи, яъни статик босим $H=7,4$ м.

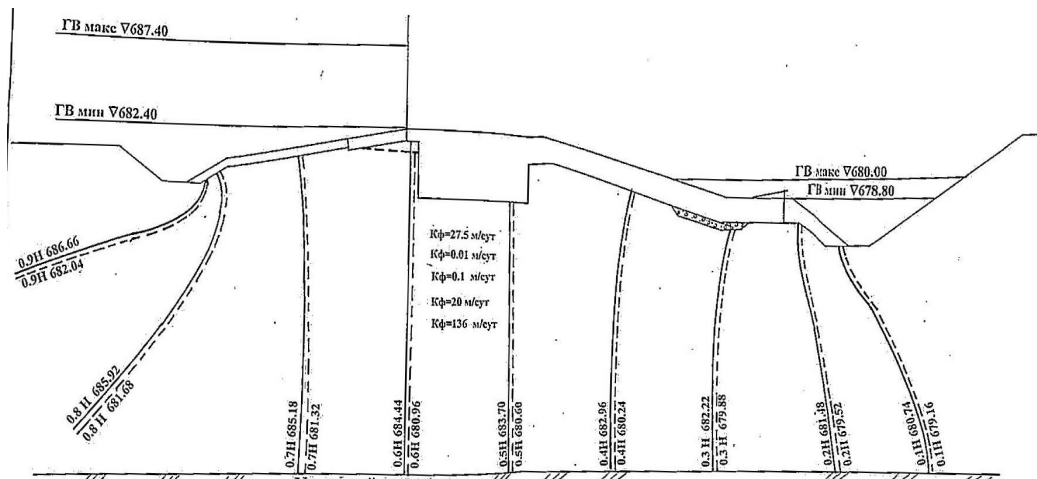
2-вариант сув сатҳи минимал отметкалари фарқи, яъни статик босим $H=3,6$ м (1- расм).

Натижада фильтрацион оқим иншоот тўғони остидан, яъни юқори бьефдан пастки бьеф томонга йўналган, сув тез оқар (быстроток) қисмида гидродинамик босим ҳосил қилади. Айнан ана шу босим таъсиридан рисберманинг устига қопланган ҳимоя воситалари (пулат лист, шпал, релс ва бошқ.) тошқин сувлари ўтказиб юбориш даврида бузилиб кетади [18]. Оқибатда ҳар йили тошқин оқимлари ўтказиб юборилгандан сўнг сув ташлаш иншоотини таъмирлашга катта маблағ сарфланишига сабаб бўлади.

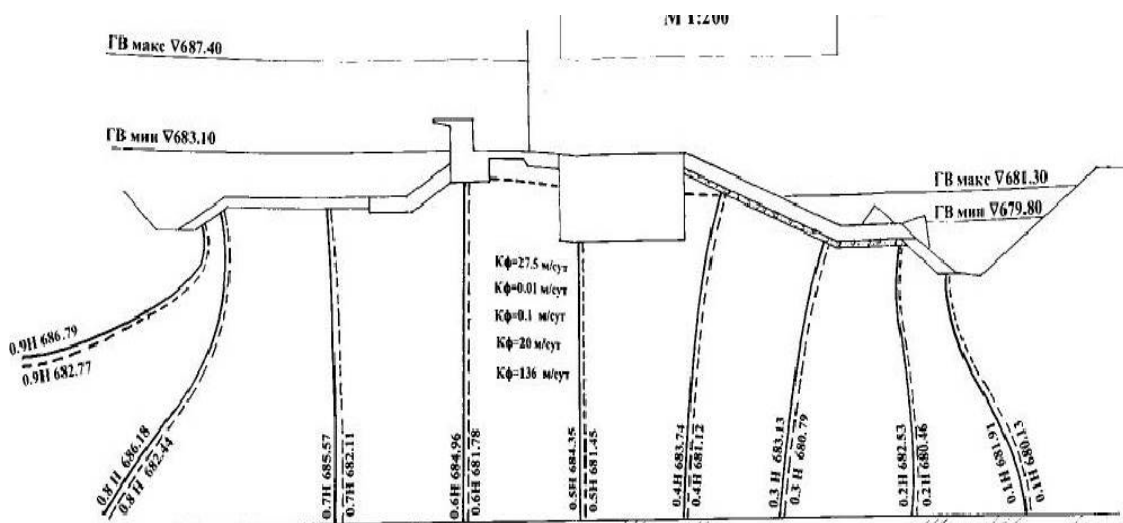
2-масала. Ўнг қирғоқ канали иншооти. Бўйлама ўқи бўйича қирғоқларида ёриқлар вужудга келган [19]. Гидродинамик параметрлари 1-масалага ўхшаш ва иккала масаланинг ҳисоб натижалари 2-жадвалда келтирилган.

Иншоотнинг эксплуатациясига 77 йил тўлганлигини назарда тутган ҳолда, унинг сув тез оқар ресбермаларидаги дренажлар ишламайди деган хулосага мувофиқ модел ишлари бажарилди.

Олинган натижалар таҳлил қилинганда (1-масала) бўйича энг хавfli қисми бўлган сув тез оқар (быстроток) нинг пастки қисми дренаж қатлами билан ҳимояланган [20]. Лекин бу икки ҳолат бўйича флютбет остига таъсир этувчи гидродинамик босим унчалик катта эмас. (2-масала). Икки масаланинг вариантлар бўйича бешта хилдаги фильтрация коэффицентлари учун олинган натижалари 2-жадвалда келтирилган.



1-расм. Сув ташлаш иншооти регуляторининг тўғони остидан депрессия эгри чизиғини тақсимланиши



2-расм. Ўнг қирғоқ канали регуляторининг тўғони остидан депрессия эгри чизиғини тақсимланиши

Гидродинамик параметрларни ҳисоблаш натижалари.

№ масала	№ вариант	Мавжуд босим, м	Градиентлар			Қуйи бьефдан чиқадиган филтрацион оқим 1п.м. Q		
			ўртача оқим $J_{\text{ўр}}$	кириш $J_{\text{кир}}$	чиқиш $J_{\text{чик}}$	$K_{\text{ф}}$ м/сут	м ³ /с	л/сут
1	1	7,4	0,09	0,53	0,74	270,0	44,5	0,52
						0,15	0,016	0,00019
1	2	3,6	0,045	0,26	0,36	0,1	0,16	0,0019
						20,0	32,4	0,375
1	2	3,6	0,045	0,26	0,36	136,0	220,32	2,55
						27,5	13,61	0,16
2	1	6,1	0,08	0,31	0,61	0,01	0,005	0,00006
						0,1	0,05	0,0006
2	2	3,3	0,041	0,17	0,33	20,0	9,90	0,12
						136,0	67,32	0,78
2	1	6,1	0,08	0,31	0,61	27,5	33,0	0,38
						0,01	0,012	0,00014
2	2	3,3	0,041	0,17	0,33	0,1	0,12	0,0014
						20,0	24,0	0,28
2	2	3,3	0,041	0,17	0,33	136,0	163,20	1,89
						27,5	11,28	0,13
2	2	3,3	0,041	0,17	0,33	0,01	0,0041	0,000047
						0,1	0,041	0,00047
2	2	3,3	0,041	0,17	0,33	20,0	80,20	0,0095
						136,0	55,76	0,65

Шундай қилиб, агар дренаж қатлами билан ҳимояланган иншоот ости қисмларида, улар самарали ишлаши ва сифатли қурилганлигини эътиборга олсак ва филтрацион сувларни қуйи бьефга оқиб туриши назарда тутилса, бу ҳолда иншоот замини яхши муҳофаза қилинган деб ҳисоблаш мумкин.

Хулоса: Филтрацион тадқиқотлар ясси моделларда тик кесимда буюртмачи тақдим этган кесимлар бўйича 1:200 масштабда ЭГДА усули билан барқарор режимда бажарилди. Сув баланси натижаларига асосан Сўх дарёси водийси сув остидан оқиб келадиغان оқим 1,447 м³/с ва суғорма деҳқончиликдан шакланган майдонлардан

шимилган сувлар 17,388 м³/с ва "Катта Фарғона" каналининг чап қирғоқ қисмида 8,1 м³/с ва ўнг қирғоқ ҳудудида 9,346 м³/с сарфланиши аниқланди. Иншоот пойдевори котлованининг геологик тузилиши турли манбалар бўйича тошқотишма, конгломерат ва ноаниқ тупроқлар билан тўлдирилган. Шунингдек, илмий тадқиқот ишларини давом эттириш учун, пойдеворнинг физик-механик хусусиятларини аниқлаш (шу жумладан гранулометрик таркиби ва ҳақиқий филтрация коэффициентлари)ни дала шароитида мониторинг қилиш мақсадида гидрозел жойлашган ҳудудда тўлақонли муҳандислик-қидирув ишларини олиб бориш мақсадга мувофиқ.

№	Адабиётлар	References
1	Ўзбекистон Республикаси Президентининг "2017-2021 йилларда ер ости сув захираларида-ноқилона фойдаланишни назорат қилиш ва ҳисобга олишни тартибга солиш чора-тадбирлари тўғрисида"ги ПФ-2954-сонли фармони)– Тошкент, 2017.	<i>O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori 2017-2021-yillarda yer osti suv zaxiralariidan oqilona foydalanishni nazorat qilish va hisobga olishni tartibga solish chora-tadbirlari to'g'risidagi</i> [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan on measures to regulate the control and accounting of the rational use of underground water reserves in 2017-2021] (4.05.2017, PF 2954) (in Uzbek)
2	Постановление Президента Республики Узбекистан от 9 октября 2019 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления водными ресурсами» №ПП-4486. – Ташкент, 2019.	Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan №PP-4486 dated October 9, 2019 <i>“O merax po dalneysheму sovershenstvovaniyu sistemi upravleniya vodnimi resursami”</i> [On measures to further improve the water resources management system], – Tashkent 2019. (in Russian)
3	Указ Президента Республики Узбекистан от 10.07.2020 г. «Концепции развития водного хозяйства республики Узбекистан на 2020 – 2030 годы» № УП-6024, . – Ташкент, 2020.	Decree of the President of the Republic of Uzbekistan №UP-6024, dated 10.07.2020 <i>“Kontseptsii razvitiya vodnogo xozyaystva respubliki Uzbekistan na 2020 – 2030 godi”</i> [Concepts for the development of the water sector of the Republic of Uzbekistan for 2020-2030], – Tashkent 2020. (in Russian)
4	Соколов В.И. Водное хозяйство Узбекистана – настоящие, прошлое, будущее. – Ташкент, 2015. – Т. 1. – 16 с.	Sokolov V.I. <i>Vodnoye khozyaystvo Uzbekistana – nastoyashiye, proshloye, budushye</i> [Water management of Uzbekistan – present, past, future] – Tashkent, 2015. vol.1 – 16p. (in Russian)
5	Салиев Б.К., Бердиёров Э.И., Рузиев М.О. Фаргона вилоятининг атроф худудларидан келаётган ер ости сувлари балансини аниқлаш // “Irrigatsiya va melioratsiya” журнали. – Тошкент, 2022. – №3-4 (29-30). – Б. 38-43.	Saliyev B.K., Berdiyurov E.I., Ruziyev M.O. <i>Fargona viloyatining atrof xududlaridan kelayotgan yer osti suvlari balansini aniqlash</i> [Determining the balance of groundwater coming from the surrounding areas of Fargona region]. “Irrigation and melioration”, –T.: 2022, –p. (in Uzbek)
6	Махмудов Э.Ж., Палуанов Д.Т. Организация мониторинга безопасности крупных и особо важных водохозяйственных объектов // Журнал «Путь повышения эффективности орошаемого земледелия» . – Новочеркасск, 2017. – № №3 (67). – С. 134-139	Makhmudov E.J., Paluanov D.T. Organization of safety monitoring of large and especially important water management facilities Scientific and practical journal <i>“Put povisheniya effektivnosti oroshaemovo zemledeliya”</i> [Way to improve the efficiency of irrigated agriculture] Issue №3 (67). - Novocherkassk, 2017. - p. 134–139 (in Russian)
7	Палуанов Д.Т. Жураев С.Р. Вопросы безопасности основания низконапорных сооружений, строящиеся на слабых грунтах // Материалы II-Международной научно практической конференции «Научное обеспечение как фактор устойчивого развития водного хозяйства». – Тараз, 2016. – С. 261-264.	Paluanov D.T. Juraev S.R. Safety issues of the foundation of low-pressure structures built on soft soils. Materials of the II-International Scientific and Practical Conference <i>«Nauchno obespechenie kak faktor ustoychivogo razvitiya vodnogo xozyaystva»</i> [Scientific support as a factor in the sustainable development of water management]. – Taraz, 2016. – p. 261-264.
8	Палуанов Д.Т. Проблема проектирования и строительства низконапорных гидротехнических сооружений в сложных инженерно-геологических условиях // Научно-методический журнал «Проблемы современной науки и образования». – Москва. – № 3 (136). – 2019. – С. 14–17.	Paluanov D.T. <i>Problema proektirovaniya i stroitelstva nizkonapornix gidrotexnicheskix soorujeniy v slojnyx injenerno-geologicheskix usloviyax</i> [The problem of design and construction of low-pressure hydraulic structures in difficult engineering and geological conditions] // Scientific and methodological journal <i>“Problems of modern science and education”</i> . – Moscow. – №3 (136). – 2019. p. 14–17.(in Russian)
9	Глазырин Г.Е. Сведения о системе гидрометеорологического мониторинга в Узбекистане // Снежно – ледовые и водные ресурсы высоких гор Азии: Мат-лы международного семинара “Оценка снежно – ледовых и водных ресурсов Азии” 28-30 ноября 2006 г. Алматы. – Алматы, 2007. – С. 139-161.	Glazyrin G.E. <i>Svedeniya o sisteme gidrometeorologicheskogo monitoringa v Uzbekisane</i> [Information about the system of hydrometeorological monitoring in Uzbekistan] // Snow - ice and water resources of the high mountains of Asia: Materials of the international seminar <i>“Assessment of the snow - ice and water resources of Asia”</i> November 28-30, 2006 Almaty, 2007. p. 139- 161.(in Russian)
10	Северский И.В., Султангазин У.М., Васелев В.В. Проблемы водных ресурсов и состояния природной среды бассейна Аральского моря. – Каавмар (Швеция), 2003.	Seversky I.V., Sultangazin U.M., Vaselev V.V. <i>Problemi vodnix resursov i sostoyaniya prirodnoy sredi bosseyina Aralskovo morya</i> [Problems of water resources and the state of the natural environment of the Aral Sea basin]. – Kaavmar (Sweden), 2003. (in Russian)

11	Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно – ресурсный потенциал Республики Узбекистан. – Ташкент: САНИГМИ, 2000. – 252 с.	Chub V.E. <i>Izmeneniye klimata i yego vlyaniye na prirodno – resursniy potencial Respubliki Uzbekistan</i> [Climate change and its impact on the natural resource potential of the Republic of Uzbekistan]. Tashkent: SANIGMI, 2000, - 252 p. (in Russian)
12	Салиев Б.К. Шахарларнинг захланган худудлари мелиорациясининг илмий-амалий асослари. Автореферат докт. дисс. – Ташкент, 2020. – 30 с.	Saliev B. K. <i>Shaharlarning zaxlangan hududlari melioratsiyasining ilmiy-amaliy asoslari</i> [Scientific and practical bases of reclamation of contaminated areas of cities]. Author's abstract dissertation. – Tashkent, 2020, 30 p. (in Uzbek)
13	Салиев Б.К. Обеспечение безопасности ГТС в Узбекистане после длительной эксплуатации // Доклад // международной науч.-пр.конф. – Тараз. Казахстан, 2016. – С. 217-222.	Soliev B. K. <i>Obespecheniye bezopasnosti GTS v Uzbekistane posle dlitnoy ekspluatatsii</i> [Ensuring the safety of hydraulic structures in Uzbekistan after long-term operation] // Report // international scientific-pr.conf. Taraz. Kazakhstan. 2016.-С 217-222 (in Russian)
14	Мальковский И.М., Толебаева Л.С. Методика оценки водообеспеченности природно-хозяйственной системы бассейна Сырдарьи // Географическая наука в Казахстане: результаты и пути развития. – Алматы, Гылым, 2001. – С. 161–180.	Malkovsky I.M., Tolebaeva L.S. <i>Metodika otsenki vodoobespechennosti prirodno – xozyaystvennoy sistemi basseyna Sirdary</i> [Methodology for assessing the water supply of the natural and economic system of the Syrdarya basin] // Geographical science in Kazakhstan: results and ways of development. Almaty, Gylyym, 2001. -p.161-18 (in Russian)
15	Плужников В.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 488 с.	Pluzhnikov V.N. <i>Matematicheskiye zadachi sistemnogo analiza</i> [Mathematical problems of system analysis]. -M.: Nauka, 1981. - 488 p. (in Russian)
16	Семенов М. Т. Математическое моделирование в Math Cad. – Москва: Альтекс-А, 2003. – 208 с.	Semenenko M. T. <i>Matematicheskoye modelirovaniye v Math Cad</i> [Mathematical modeling in Math Cad] -Moscow: Alteks-A, 2003, -208 p. (in Russian)
17	Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука, 1982. – 320 с.	Marchuk G.I. <i>Matematicheskoye modelirovaniye v probleme okrujayushey sredi</i> [Mathematical modeling in the environmental problem] - Nauka, 1982 -320 p. (in Russian)
18	Мушик Э., Мюллер Т. Методы принятия технических решений; пер. с нем. – Москва: Мир, 1990. – 206 с.	Mushik E, Müller T. <i>Metodi prinyatiya texnicheskix resheniy</i> [Methods for making technical decisions] per. with him - Moscow: Mir, 1990. 206 p. (in Russian)
19	Ивашенко И. Н. Научные основы решения проблемы контроля, оценки и обеспечения безопасности грунтовых плотин: автореф, ... д-ра техн. наук; 05.23.07. – Москва: МГСУ, 2000. – 49 с.	Ivashenko I.N. Scientific basis for solving the problem of monitoring, assessing and ensuring the safety of earth dams [Nauchnie osnovi resheniya problemi kontrolya, otsenki i obespecheniya bezopasnosti gruntovix plotin] author's abstract, Dr. tech. sciences; 05.23.07.-Moscow: MGSU, 2000. - 49 p. (in Russian)
20	Сметанин В.И. Восстановление и очистка водных объектов. – Москва: Колос, 2003. – 157 с.	Smetanin V.I. <i>Vosstanovleniye i ochildka vodnix obyektov-Moskva</i> [Restoration and purification of water bodies – Moscow] Colossus, 2003, -157 p. (in Russian)
21	Сарсембекова Т.Т., Кожиков А.Е. Управление водными ресурсами и качеством вод трансграничных рек. –Алматы: Атамур, 2003. – 432 с.	Sarsembekova T.T., Kozhakov A.E. <i>Upravleniye vodnimi resursami i kachestvom vod transgranichnix rek.</i> [Management of water resources and water quality of transboundary rivers]. -Almaty: Atamura, 2003. - 432 p. (in Russian)

UDC: 539.3

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE METHOD OF STATIC SYSTEMS IDENTIFICATION BY HYSTERESIS

*B.A.Khudayarov – DSc, professor, F.Zh.Turaev – senior teacher,
“Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers” National Research University*

Abstract

The paper considers methods for constructing and numerical realization of a hysteresis model for engineering systems. Mathematical models based on the analytical representation of the hysteresis characteristics of linear systems obtained by specifying piecewise linear signals at their input with different velocities of both signs on linear sections are proposed. For a more accurate description of the hysteresis characteristics of static systems that actually occur in practice, in a number of cases, differential equations of higher order are used, in particular, equations of the second order. The use of differential equations of higher order makes it possible to simulate cyclically unstable hysteresis, when the shape and slope of the hysteresis curves can change from a cycle to a number of cycles. For some systems, this process ends after a certain number of cycles (there is a so-called transient process in the phenomenon of hysteresis, in electrical engineering, it is called accommodation in relation to magnetic elements), for other systems this process of cyclic instability of hysteresis can be observed for any length of time. Methods for identifying static objects by hysteresis were developed and investigated.

Key words: hysteresis, integral model, Rayleigh-Masing principle, differential equations, numerical model, input signal.

STATIK TIZIMLARNI HISTEREZIS ORQALI ANIQLASH USULINI ISHLAB CHIQISH VA TADQIQ QILISH

*B.A.Xudayarov – t.f.d, professor, F.J.Turayev – katta o‘qituvchi,
“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti*

Annotatsiya

Maqolada texnik tizimlarning histerezis modelini yaratish va raqamli amalga oshirish usullari ko‘rib chiqilgan. Matematik modellar chiziqli kesmalarda ikkala belgining turli tezligiga ega bo‘lakli chiziqli signallarga kirishini o‘rnatish orqali olingan chiziqli tizimlarning histerezis xususiyatlarini analitik tasvirlash asosida taklif etiladi. Amalda haqiqatda sodir bo‘ladigan statik tizimlarning histerezis xususiyatlarini aniqroq tavsiflash uchun ba‘zi hollarda yuqori tartibli differensial tenglamalar, xususan, ikkinchi tartibli tenglamalar qo‘llaniladi. Yuqori tartibli differensial tenglamalardan foydalanish, histerezis egri chiziqlarning shakli va qiyaligi sikldan siklga o‘zgarishi mumkin bo‘lgan holda, siklik beqaror histerezisni modellashtirishga imkon beradi. Ba‘zi tizimlar uchun bu jarayon ma‘lum miqdordagi sikllardan so‘ng tugaydi (histerezis hodisasida vaqtinchalik jarayon deb ataladigan narsa bor, elektrotexnikada u magnit elementlarga nisbatan akkomodatsiya deb ataladi), boshqa tizimlar uchun bu siklik histerezis jarayoni beqarorlik har qanday vaqt davomida kuzatilishi mumkin. Statik obyektlarni histerezis orqali aniqlash usullari ishlab chiqilgan va organilgan.

Tayanch so‘zlar: histerezis, integral model, Reyl-Masing printsiipi, differensial tenglamalar, sonli model, kirish signali.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ СТАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО ГИСТЕРЕЗИСУ

*Б.А.Худаяров – д.т.н., профессор, Ф.Ж.Тураев – старший преподаватель,
Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»*

Аннотация

В статье рассмотрены методы построения и численной реализации гистерезисной модели технических систем. Предложены математические модели, основанные на аналитическом представлении гистерезисных характеристик линейных систем, полученных путем задания на их вход кусочно-линейных сигналов с различными скоростями обоих знаков на линейных участках. Для более точного описания гистерезисных характеристик статических систем, реально встречающихся на практике, в ряде случаев используют дифференциальные уравнения более высокого порядка, в частности уравнения второго порядка, использование которых, позволяет моделировать циклически неустойчивый гистерезис, когда форма и наклон кривых гистерезиса могут меняться от цикла к числу циклов. Для одних систем этот процесс заканчивается через определенное число циклов (существует так называемый переходный процесс в явлении гистерезиса, в электротехнике он называется аккомодацией по отношению к магнитным элементам), для других систем этот процесс циклической неустойчивости гистерезиса может наблюдаться в течение любого промежутка времени. Разработаны и исследованы методы идентификации статических объектов по гистерезису.

Ключевые слова: гистерезис, интегральная модель, принцип Рэлея-Мазинга, дифференциальные уравнения, численная модель, входной сигнал.



Introduction. Many systems used in practice include various sources of energy dissipation (nodes with external and internal friction, ferromagnets, ferroelectric capacitors, and others), switching devices and nonlinear elements with an ambiguous static characteristic. For such systems, called hysteresis systems, with an arbitrary law of variation of the input coordinate $X(t)$, the motion of the representing point will have a complex hysteresis nature, when a finite or infinite set of values of the output coordinate Y corresponds to one value of X .

Hysteresis systems are called static systems in the range $|X| < X_0$, where X_0 is a certain threshold value of speed, at exceeding which the speed affects the course of the hysteresis curves, if the shape and slope of the branches of the hysteresis loops do not depend on the value in the indicated range of speeds; at that, at the turning points at which the sign changes to the opposite sign, an acute-angled shape of the loop (tips) with a break of the first kind is observed.

Since the second half of the 19th century, when the phenomenon of hysteresis was discovered, attempts have been made to analytically describe static hysteresis in order to use the obtained formulas and equations in calculating electrical machines, mechanical structures, buildings, etc.

The Rayleigh-Masing mathematical model can be physically substantiated based on the assumption that any system with hysteresis can be considered as a set of a large number of ideal elastic-plastic elements with different values of the yield stress. For example, a polycrystalline body is represented as consisting of a significant number of individual conditional grains, arbitrarily oriented relative to the direction of force action. Some mechanical characteristics of a conditional grain, as well as its relationship with neighboring grains, can be postulated. S.P.Tymoshenko [1] proposed this approach back in 1930. However, for a long time, it did not attract much attention from researchers. Apparently, this is due to the fact that this approach of a "continual" character frightened off researchers by the seeming difficulty of deriving the relationship between force and displacement.

In 1944, A.Yu. Ishlinsky [2] obtained the initial stress-strain diagram of a specimen of a given material, and the diagrams of its subsequent alternating loading, by a static method based on the above-described "continual" approach to the problem of hysteresis of solids.

After this study, a number of articles by other authors were published [3, 4, 5, 6], in which the ideas of S.P.Tymoshenko and A.Yu.Ishlinsky were further developed. In the articles mentioned above, it has been convincingly shown how a relatively simple hysteresis model can be constructed using the "continual" approach, reflecting the essential aspects of this phenomenon; this model can be applied to study oscillatory processes in systems with a hysteresis.

Many crystalline materials such as ferromagnets, ferroelectrics and ferroelastics are characterized by hysteresis, i.e. by ambiguous relationship between input and output magnetic, electrical and mechanical quantities, respectively [7].

In [8], a mathematical model of hysteresis of the water-holding capacity of soil was proposed. The mathematical model was based on physical concepts of the structure and capillary properties of the soil pore space. The mathematical model of the hysteresis water-holding capacity of soil makes it possible to assess the hydrophysical characteristics of soil, used in the design of hydro-technical structures, as well as in the calculation of irrigation norms. The estimates obtained in the framework of computational experiments using this

model contribute to an increase in the efficiency of studying the hydrological conditions of the territory of hydro-technical structures when performing pre-design engineering surveys.

The study in [9] proposed a model that depends on the wetting angle in an incremental form to reproduce the behavior of soil-water hysteresis. A proportional distribution function is proposed for dividing the suction increments into two parts, one of which is designed to change the effective degree of saturation, and the other - to change the contact angle. The proposed hysteresis model contains only four parameters that can be conveniently calibrated using the main branch of drying and the scanning curve of wetting. The model is confirmed by comparison with experimental data.

In [10], the mechanisms of hysteresis in porous media were investigated and a numerical model for unfrozen liquid was developed, which is able to describe the phenomenon of hysteresis in freezing and thawing cycles. The authors present a coupled finite element model as a basis for numerical modeling of fluid flow and heat transfer in partially frozen porous media.

A model of pore expansion and contraction hysteresis caused by hydraulic loading was proposed in [11]. The physical mechanism of expansion and contraction was revealed through a microscopic model based on the fundamental principles of the axis displacement technique. In addition, the pore radius of the porous medium is redefined to determine the upper and lower boundaries of the pore expansion and contraction. Differential hysteresis equations are constructed in combination with a two-parameter equation. The numerical results are in good agreement with the experimental data.

In [12], the hydraulic hysteresis in unsaturated soils was studied, and the energy dissipation associated with the elastoplastic process and the main processes of wetting and drying were derived. Based on the hysteresis curve of water retention for deformable soils, a combined hydromechanical model was formulated. Experimental tests were carried out to verify the proposed hysteresis model.

[13] presents a general algorithm for estimating the damping coefficient, modeled by any constitutive model, based on the registered behavior in the three-dimensional "stress-strain" space.

A simple phenomenological approach to modeling the soil-water characteristic hysteresis curve following arbitrary wetting/drying cycles was presented in [14].

In [15], a model of water retention was proposed, depending on the void ratio, taking into account the effect of hydraulic hysteresis. Structural degradation was modeled using an approach to strain strengthening, taking into account the effect of the stress magnitudes and accumulated plastic strain on the degradation process.

A surface model for describing the stress-strain relationship in unsaturated soil with constant matrix suction was proposed in [16]. Strain rates are introduced to account for the effect of cyclic loading history. The movable center image rule is used to describe the hysteresis characteristics of the dynamic stress-strain curve during the unloading process.

Models and methods

Integral model of the first order of static hysteresis

In one of the simplest cases, the field of hysteresis curves (hysteresis characteristic) of a static system can be represented as consisting of two differently oriented families of curves (plotted in Fig. 1 by a dotted line) fixed on the XOY plane:

- a) a family of curves along which the motion of the representing point occurs at $\dot{x} > 0$ (a family of load curves);
- b) a family of curves along which the motion of the representing point occurs at $\dot{x} < 0$ (a family of load curves).

At $\dot{x} = 0$ the system is stationary (values of X and Y are fixed). When the sign of velocity \dot{X} changes at some point $M_0(x_0, y_0)$ of the XOY plane, the transition from the curve of one family to the curve of another family occurs passing through this point. In this case, the branches of the hysteresis cycle (shown in Fig. 1 by solid curves) obtained with an arbitrary law of variation $x(t)$ (at the bottom of Fig. 1) are located on the corresponding curves of both families.

The paper considers static hysteresis, which, as noted above, is characterized by the independence of the course of the curves from the velocity of disturbing effect on the system. Using this, we can represent the static hysteresis of

the spatial type in three-dimensional space $XOY\dot{X}$ as a set of two families of integral surfaces of the cylindrical type,

the generatrix of which with the plane $\dot{x} = const$ leads to the same pattern of plane hysteresis, as mentioned above. The $MNPQS$ phase trajectory located on one of the surfaces

corresponding to $\dot{x} > 0$ is projected into one of the loading curves on the XOY plane; along the phase trajectory, velocity

\dot{x} can be of any value, but with a positive sign. A similar situation is observed with any phase trajectory located on

one of the integral planes at $\dot{x} < 0$. So in a visual spatial form, static hysteresis is presented in one of its simplest forms (Fig. 2).

Mathematically, each of the families of hysteresis curves shown in Fig. 1 is considered as a family of integral curves in domain D of the XOY plane, which is a solution to a differential equation of the first order, a nonlinear one, in the general case.

It is known that for a differential equation of the first order [1]

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y) \tag{1}$$

where is defined in domain D of the XOY plane and is continuous in it together with its partial arbitrary with respect to Y (by the condition of the Cauchy theorem on the existence and uniqueness of the solution to equation (1), the general solution is represented as some function

$$y = \phi(x, c) \tag{2}$$

with one arbitrary constant c .

Geometrically, this solution is represented in domain D as a family of integral curves, with each individual integral curve corresponding to its own definite value of c (Fig. 3). This value of c is determined by setting in (3) the coordinates of the point through which the given integral curve passes. Moreover, no matter what point $M_0(x_0, y_0)$ in domain D we take, if the Cauchy condition is satisfied, only one integral curve will pass through it. In accordance with what has been stated from the theory of first-order differential equations, the hysteresis characteristic of a static system is described by functional relations with arbitrary constants c_1 and c_2 :

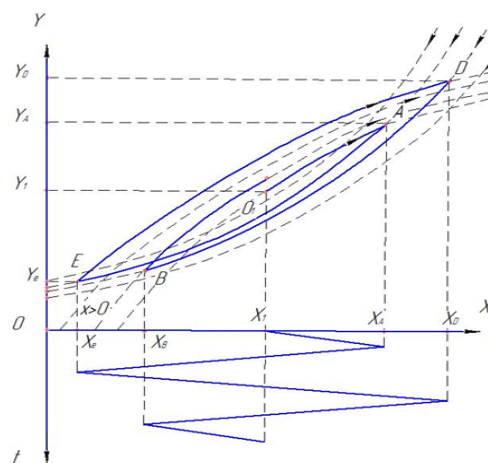


Figure 1. Hysteresis curves

$$y = \begin{cases} \varphi_1(x, c_1), \dot{x} > 0; \\ \varphi_2(x, c_2), \dot{x} < 0 \end{cases} \tag{3}$$

where: φ_1 describes a family of hysteresis curves at $\dot{x} > 0$; and φ_2 describes a family of hysteresis curves at $\dot{x} < 0$; as mentioned above, both of these families represent the hysteresis characteristic (hysteresis field) of a static object.

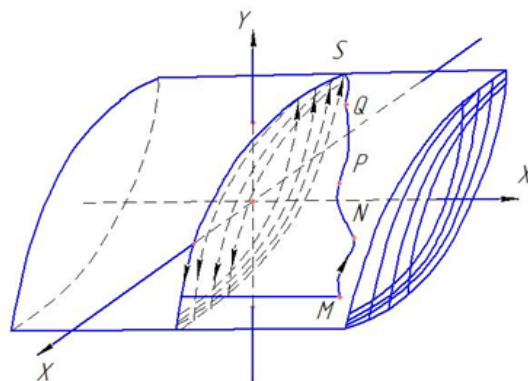


Figure 2. Static hysteresis

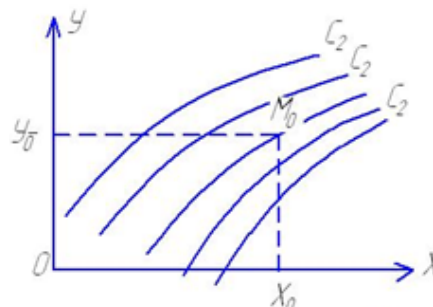


Figure 3. Family of integral curves

When setting an arbitrary law of variation (at the bottom of Fig. 1), the process of calculating the hysteresis cycle (shown in Fig. 1 by solid lines) based on relations (3) is realized as follows. At those points of the working field of the sample (in Fig. 1, points O_p, A, B, C, D, E), at which the sign of velocity

\dot{x} (turning points) changes, the coordinates X, Y are stored.

These values of coordinates, depending on sign of \dot{x} , are substituted into the first or second relation (3), as a result of which a specific value of an arbitrary constant $C_i (i=1, 2)$ is

determined and, accordingly, a specific functional expression of the curve $y = \varphi_i(x, c_i)$, along which the movement from a given point occurs. At the turning points, the Cauchy problem known in the theory of first-order differential equations should be solved. If the solution to this problem is unambiguous, from this or any other turning point the movement will be performed only along one curve. This can be achieved by appropriate selection of functions φ_1 and φ_2 .

In Fig. 4, a hysteresis loop calculated from relations (3) is shown by a harmonic law of variation $x(t)$ (a similar result is obtained by any other periodic law $x(t)$, as long as the sign of \dot{x} does not change in every quarter of the period). It can be seen that the loop does not close after the first period. Moreover, the loop does not close after three or four periods and even more; theoretically it should close only after an infinite number of periods. This phenomenon is due to the fact that in the last quarter of the period the movement of the representing point occurs along an ascending integral curve located above the integral curve along which the movement was performed from the initial point O_1 .

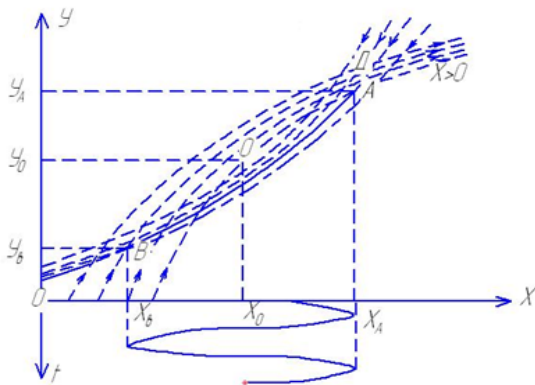


Figure 4. Hysteresis loop

Differentiating each of the relations (3) by x and eliminating arbitrary constants C_1 and C_2 , we obtain the following system of differential equations:

$$\frac{dy}{dx} = \begin{cases} f_1(x, y), \dot{x} > 0 \\ f_2(x, y), \dot{x} < 0 \end{cases} \quad (4)$$

the solution of which is the dependence $y(x)$ from expression (3).

When calculating an arbitrary hysteresis cycle using these equations, the coordinates of the points at which the velocity sign changes are used as initial conditions for the corresponding differential equation to which the transition is made.

The proposed models (3) and (4) make it possible to calculate (in manual way or using computers) arbitrary hysteresis cycles, including families of hysteresis loops at different amplitudes of A , at any point $M_0(x_0, y_0)$ (arbitrary asymmetry of the cycle) of the hysteresis cycle of the system.

The proposed integral hysteresis model made it possible to achieve not only qualitative, but also quantitative conformity of the calculated hysteresis cycles with the experimental ones. As far as is known, until now, in the theory of mechanical and electrical hysteresis, there were no models that satisfied these requirements.

An integral model of hysteresis characteristics, presented in a functional form (3), and a differential model (4) are suitable for calculating systems on computers. In the latter case, the solution of differential equations occurs

continuously in time; in equations (4), considering the arbitrary nature of variation in $x(t)$, it is necessary to proceed to differentiation by t :

$$\frac{dy}{dt} = \begin{cases} f_1(x, y) \frac{dx}{dt}, \dot{x} > 0; \\ f_2(x, y) \frac{dx}{dt}, \dot{x} < 0. \end{cases} \quad (5)$$

Using relation:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy/dt}{dx/dt}$$

it is not difficult to pass from equations (5) to an integral operator, if we perform the appropriate integration over t :

$$y = \int_0^t R_0[x(\tau), y(\tau)] \dot{x}(\tau) d\tau \quad (6)$$

where:

$$R_0[x(\tau), y(\tau)] = \begin{cases} f_1[x(\tau), y(\tau)], \dot{x} > 0; \\ f_2[x(\tau), y(\tau)], \dot{x} < 0, \end{cases} \quad (7)$$

is the kernel of the integral transformation (6).

When studying the oscillations of a system with one degree of freedom, the classical equation of oscillations:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 y(x) = f_0(t) \quad (8)$$

is solved together with either functional expressions (3) or with differential equations (4) or (5). The disturbing force $f_0(t)$ can change by an arbitrary law, including a harmonic one.

In the case of an invertible system, the hysteresis characteristic are described by the following functional relationships:

$$x = \begin{cases} \Phi_1(y, c_1), \dot{y} > 0; \\ \Phi_2(y, c_2), \dot{y} < 0, \end{cases} \quad (9)$$

which are solutions of differential equations:

$$\frac{dx}{dt} = \begin{cases} F_1(x, y) \frac{dy}{dt}, \dot{y} > 0; \\ F_2(x, y) \frac{dy}{dt}, \dot{y} < 0, \end{cases} \quad (10)$$

where: Φ_1 and Φ_2 are functions invertible to functions φ_1 and φ_2 from relations (3).

For an invertible system, the integral operator (6) reverts into a nonlinear integral equation:

$$\int_0^t K_c[x(\tau), y(t)] \dot{y}(\tau) d\tau = x(t) \quad (11)$$

On the application of a first-order integral model in calculating arbitrary hysteresis cycles

The principle of calculating an arbitrary hysteresis cycle using the new integral model described in the previous section can be embedded into a computer program. At the same time, attention should be paid to the accuracy of calculating the turning point (the loop top). Since, for a given law $x(t)$, the computer calculates the branches of the hysteresis cycle with a step Δt_0 , the accuracy of calculating the loop top is thus related to the accuracy of calculating the extremum of function $x(t)$. The program provides for the calculation of the extrema of this function with a given accuracy ϵ_m . If, as indicated in Fig. 5, the error in calculating the extremum exceeds ϵ_m , there will be a retreat two steps back and the given step is split by two, that is, there is a new step $\Delta t_0/2$. Backtracking and step splitting stop when the specified accuracy is reached.

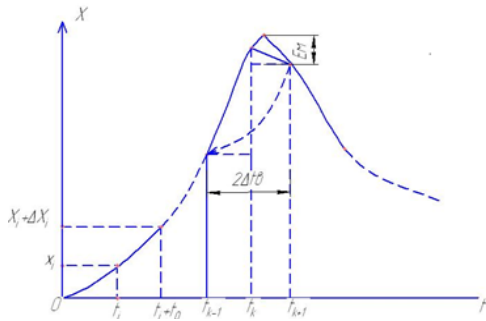


Figure 5. Loop tops

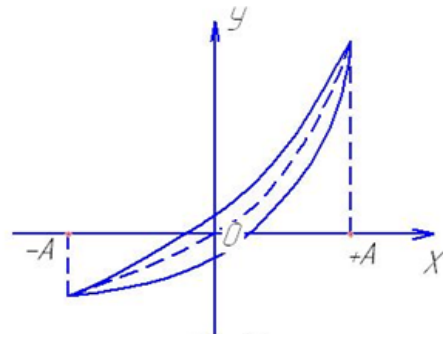


Figure 6. Closed hysteresis loop

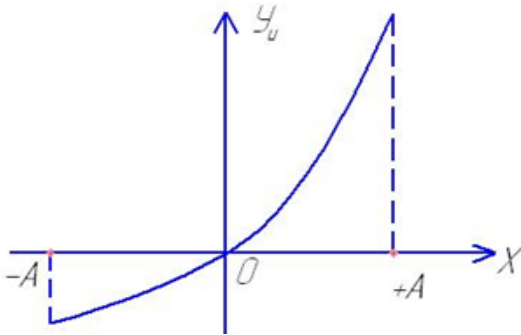


Figure 7. Hysteresis curve

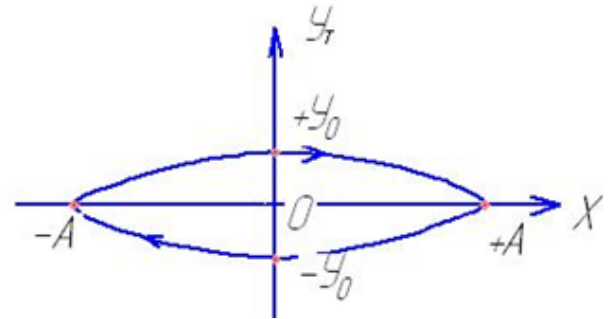


Figure 8. Hysteresis loop

On harmonic linearization of hysteresis loops

Consider a steady-state closed hysteresis loop (Fig. 6.), obtained by a harmonic law of variation of the input disturbance. In general, the shape and slope of the loop depend on the amplitude A.

$$y(x) = y_u(x) + y_T(x), \tag{12}$$

where: $y_u(x)$ is the single-digit curve of the conservative component (in Fig. 6 it is shown by a dashed line, in Fig. 7 it is shown separately), the ordinates of which are equal to the half-sum of the ordinates of the hysteresis loop at the same abscissa; $y_T(x)$ is the two-digit curve of the non-conservative component (Fig. 8), obtained by subtracting the conservative component $y_u(x)$ from the input hysteresis loop (Fig. 6).

In the case of an elastic-damping element, a material sample, and other mechanical elements, the conservative component is the elasticity curve, and the non-conservative component is the force of external or internal friction.

The component $y_T(x)$ depending on velocity \dot{x} is a non-linear function that can be approximated by a linear dependence $y_T = h\dot{x}$. This approximation can be realized so

that the areas of the loops corresponding to $y_T(x) = h\dot{x}$ be equal, i.e. :

$$S(A) = \pi \cdot h \cdot A^2 \cdot \omega, \tag{13}$$

where S is the area of the real loop obtained as a result of the experiment; A is the amplitude of the input sinusoidal signal; ω is its frequency.

From the last equation we obtain:

$$h = \frac{S(A)}{\pi \cdot A^2 \cdot \omega}, \tag{14}$$

and correspondingly:

$$y_T = \frac{S(A)}{\pi \cdot A^2 \cdot \omega} \cdot \dot{x}, \tag{15}$$

The conservative, hysteresis-free component $y_u(x)$ is approximated by a linear function:

$$y_u(x) = k(A)x, \tag{16}$$

using, for example, the method of optimal linearization of nonlinear elastic characteristics proposed by Ya.G. Panovko [17]. In the case of symmetric $y_u(x)$, the dependence $k(A)$ is calculated using the following integral:

$$k(A) = \frac{5}{A^5} \int_0^A y_u(x) x^3 dx, \tag{17}$$

In the case of asymmetric $y_u(x)$

$$k(A) = \frac{5}{2A^5} \int_{-A}^{+A} y_u(x - x_0) x^3 dx, \tag{18}$$

where: $x_1 = x + x_0$, $x_0 = \frac{A_2 - A_1}{2}$, $A = \frac{A_2 + A_1}{2}$; A_1, A_2 are

the maximum ranges of oscillations relative to the beginning of the count; x_0 is the displacement of the center of oscillations.

So, we describe the hysteresis loop $y(x)$ by the following equation:

$$y(x) = k(A)x + \frac{S(A)}{\pi \cdot A^2 \cdot \omega} \cdot \dot{x}, \tag{19}$$

which takes into account the experimentally observed dependence of the slope and area of the loop on the amplitude of the input effect. We introduce the coefficient of relative hysteresis γ for a static system in the following form

$$\gamma = \frac{S(A)}{\pi \cdot k(A) \cdot A^2}, \tag{20}$$

where: $k(A)$ is the coefficient of linearization of the loop centerline introduced above.

In accordance with this, expression (19) can be transformed:

a) in real form:

$$y = k(A) \left[x + \frac{\gamma(A)}{\omega} \cdot \dot{x} \right], \tag{21}$$

b) in complex form:

$$y = k(A)[1 + i\gamma(A)] \cdot x. \tag{22}$$

As can be seen, the form of harmonic linearization of static hysteresis characteristics remained the same as for linear systems.

Calculation of the loops parameters obtained by the harmonic law of variation of the input signal

As mentioned above, at harmonic law of variation of the input value of $x(t)$, the steady-state position of the hysteresis loop is reached after a certain number of cycles. The equations of the contour of a steady-state loop (Fig. 9) is written as:

$$x = \begin{cases} \Phi_1(y, c_{1n}), \dot{x} > 0; \\ \Phi_2(y, c_{2n}), \dot{x} < 0, \end{cases} \tag{23}$$

where: C_{1n} , C_{2n} are the values of arbitrary constants corresponding to the steady-state mode.

The loop area is calculated by the following formula:

$$S = \int_{x_0-A}^{x_0+A} [\Phi_1(y, c_{1n}) - \Phi_2(y, c_{2n})] dx. \tag{24}$$

The mid-line of the loop (Fig. 9):

$$y_{cp}(x) = \frac{\Phi_1(y, c_{1n}) + \Phi_2(y, c_{2n})}{2}, \tag{25}$$

can be approximated by a linear dependence (Fig. 9)

$$y_{\Lambda}(x) = kx + y_1,$$

where: k, y -const at a given amplitude .

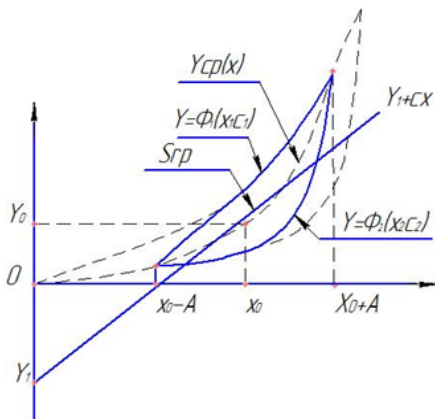


Figure 9. Hysteresis loop

In the case of using the least squares approximation [18], we minimize the integral:

$$I_m = \int_{x_0-A}^{x_0+A} [y_{cp}(x) - (kx + y)]^2 dx. \tag{26}$$

The result is a system of algebraic equations for calculating the parameters k and y_1 :

$$\frac{1}{2} \frac{\partial I_m}{\partial y_1} = \int_{x_0-A}^{x_0+A} [y_{cp}(x) - (kx + y)] dx = 0,$$

$$\frac{1}{2} \frac{\partial I_m}{\partial k} = \int_{x_0-A}^{x_0+A} [y_{cp}(x) - (kx + y)] x dx = 0, \tag{27}$$

or

$$S_0 y_1 + S_1 k = \int_{x_0-A}^{x_0+A} y_{cp}(x) dx,$$

$$S_1 y_1 + S_2 k = \int_{x_0-A}^{x_0+A} y_{cp}(x) x dx, \tag{28}$$

where: $S_0 = 2A, S_1 = 2x_0 A, S_2 = \frac{2A}{3}(3x_0^2 + A^2)$.

The same approximation can be made by minimizing the integral:

$$I_m = \int_{x_0-A}^{x_0+A} [y_{cp}(x) - (kx + y)]^2 x^2 dx, \tag{29}$$

which provides for the so-called "weighing" along the coordinate x , proposed by Ya.G. Panovko [17]. The need for such "weighing" was proven both theoretically and practically. From the minimum condition (29), we obtain a system of equations for k and y_1 :

$$\frac{1}{2} \frac{\partial I_m}{\partial y_1} = \int_{x_0-A}^{x_0+A} [y_{cp}(x) - (kx + y_1)] x^2 dx = 0,$$

$$\frac{1}{2} \frac{\partial I_m}{\partial k} = \int_{x_0-A}^{x_0+A} [y_{cp}(x) - (kx + y)] x^3 dx = 0, \tag{30}$$

or

$$Q_0 y_1 + Q_1 k = \int_{x_0-A}^{x_0+A} y_{cp}(x) x^2 dx,$$

$$Q_1 y_1 + Q_2 k = \int_{x_0-A}^{x_0+A} y_{cp}(x) x^3 dx, \tag{31}$$

where: $Q_0 = \frac{x^3}{3}, Q_1 = \frac{x^4}{4}, Q_2 = \frac{x^5}{5}$.

The coefficient γ is calculated as before by formula (20), and the coefficient k is taken as a solution to equations (28) or (31).

In the case of using a computer to calculate dependencies $k(A)$ and $\gamma(A)$ it is more convenient to proceed to the discrete form of equations (28) or (31), which can be obtained by minimizing the sums:

Approximation without "weighing" along the x coordinate:

$$I_m = \sum_{i=1}^n [y_{cp}(x_i) - (kx_i + y_1)]^2; \tag{32}$$

Approximation with "weighing" along the x coordinate:

$$I_m = \sum_{i=1}^n [y_{cp}(x_i) - (kx_i + y_1)]^2 x_i^2. \tag{33}$$

In the first case, we get:

$$ny_1 + (\sum_{i=1}^n x_i)k = \sum_{i=1}^n y_{cp}(x_i),$$

$$(\sum_{i=1}^n x_i) y_1 + (\sum_{i=1}^n x_i^2) k = \sum_{i=1}^n x_i y_{cp}(x_i). \tag{34}$$

In the second case, we get:

$$(\sum_{i=1}^n x_i^2) y_1 + (\sum_{i=1}^n x_i^3) k = \sum_{i=1}^n x_i^2 y_{cp}(x_i),$$

$$(\sum_{i=1}^n x_i^3) y_1 + (\sum_{i=1}^n x_i^4) k = \sum_{i=1}^n x_i^3 y_{cp}(x_i). \tag{35}$$

Points x_i are taken in the range from x_0-A to x_0+A with step

$\Delta x_i = \frac{2A}{\Pi}$, where n is the number of steps.

By setting different values of the amplitude A , it is possible to obtain the dependences $k(A)$ and $\gamma(A)$, corresponding to a given operating point.

Applications to describe hysteresis of second-order differential equations

For a more accurate description of the hysteresis characteristics of static systems actually used in practice, in a number of cases it is preferable to use differential equations of higher order, in particular, second-order equations. Firstly, more accurate analytical description of the branches of the hysteresis loops are achieved (remember that the general solution, for example, of a linear homogeneous second-order equation with constant coefficients can contain two exponentials); secondly, the use of higher-order equations allows one to display the loop closure observed in practice for a number of static systems (in particular, systems with magnetic elements, ferroelectric capacitors, and in some cases with sources of mechanical losses) after the first cycle, which, as we saw above, is not displayed using the first-order equations. In addition, the use of higher-order differential equations allows the simulation of cyclically unstable hysteresis, when the shape and slope of the hysteresis curves can change from cycle to a number of cycles. For some systems, this process ends after a certain number of cycles (the so-called transient process in the phenomenon of hysteresis is observed, in electrical engineering in relation to magnetic elements it is called accommodation). For other systems, this process of cyclic instability of hysteresis can be observed for any length of time (this is especially characteristic for a strain of a rigid body).

For a better understanding of what has been said, we present the basic information from the theory of second-order differential equations:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = F(x, y) \frac{dy}{dx}, \tag{36}$$

where: function F is defined in domain V of three-dimensional space $XOYY'$ and is continuous in it together with its partial derivatives in y and y' (the Cauchy conditions for the existence and uniqueness of the solution to equation (36)).

It is known that the general solution of such an equation contains two arbitrary constants c_1 and c_2 :

$$y = \phi(x, c_1, c_2) \tag{37}$$

A family of integral curves $y = \phi(x, c_1, c_2)$, corresponds to each specific value of C_{2i} ($i=1, 2, \dots$), and the shape and slope of the curves in the general case can change from family to family (Fig. 10).

When defining a specific integral curve passing through a given point $M_0(x_0, y_0)$, the initial angle of inclination

α_0 ($\tan \alpha_0 = \frac{dy}{dx} \Big|_{M_0}$) of the tangent to the curve at this point is also specified. It is clear that we can set this angle arbitrarily, as long as only the Cauchy problem has a unique solution. As can be seen, the general solution of the second-order differential equation reflects the fact that an infinite set of integral curves of the most diverse shapes and slopes can pass through a given point of the XOY plane. At the same time, as we saw above, in the case of a first-order differential equation, when the Cauchy conditions are satisfied, only one integral curve can pass through a given point of the plane.

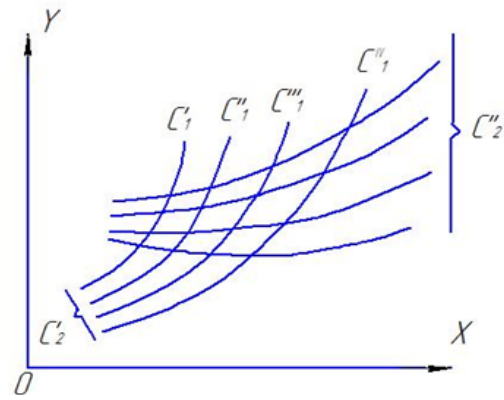


Figure 10. Family of integrated curves

Therefore, based on the general theory of the second-order differential equations, we describe the hysteresis characteristic with functional relations:

$$y = \begin{cases} \phi_1(x, c_1, c_2), \dot{x} > 0; \\ \phi_2(x, c_3, c_4), \dot{x} < 0, \end{cases} \tag{38}$$

which are solutions of differential equations:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \begin{cases} F_1\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right), \dot{x} > 0; \\ F_2\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right), \dot{x} < 0. \end{cases} \tag{39}$$

In the case of computer-aided calculation of hysteresis cycles according to functional relations (38), the calculation of arbitrary constants $c_i (i=1, \dots, 4)$ can be performed in two different ways.

According to the first method, at any point of turning A , the coordinates x_A, y_A of this point are recorded, and the tangent of the tilt angle to the corresponding curve of loading (unloading) is set. These coordinates and arbitrary values are substituted into the appropriate integral relations (the first or second expression of (38)) and its derivative, as a result of which specific values are obtained ($i = 1.2$ or 3.4), and, hence, a specific analytical expression of the corresponding hysteresis curve.

According to the second method, the coordinates of not only the source point of turning A are stored, but the coordinates of pre-source point B as well. The coordinates of both points are substituted at a particular integral relation (38), as a result of which we obtain two algebraic equations to determine the corresponding arbitrary constants c_i . It is easy to see that in this case there is a return to the pre-source point of turn B (the same situation is realized in the Rayleigh-Mazing principle).

Differential equations (39) are transformed to the following form:

$$\frac{dW}{dt} = \begin{cases} F_1(x, y, w) \frac{dx}{dt}, \dot{x} > 0; \\ F_2(x, y, w) \frac{dx}{dt}, \dot{x} < 0, \end{cases} \tag{40}$$

$$\frac{dy}{dt} = W \frac{dx}{dt},$$

where: $W \frac{dx}{dt}$ determines the tangent tilt in the hysteresis curves field.

According to equations (40), the simulation of hysteresis characteristics of mechanical and electrical elements was conducted.

According to the well-known Rayleigh-Masing principle, an arbitrary hysteresis cycle restores the same curve $y=f(x)$ at the turning points (Fig. 11) since the coordinates of the turning points are arbitrarily, and we can consider them as arbitrary constants. Let $c_1=x_A, c_2=y_A, c_3=x_B, c_4=y_B$ (see Fig. 11). In accordance with this, the equations of hysteresis characteristics are written as:

$$y = \begin{cases} -f(-x+c_1)+c_2, & x > 0; \\ f(x-c_3)+c_4, & x < 0. \end{cases} \quad (41)$$

Differentiating relations (41) twice and eliminating arbitrary constants from the expressions obtained for the derivatives using (41), we arrive at the differential equations:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \begin{cases} -\theta\left(\frac{dy}{dx}\right), & \dot{x} > 0; \\ +\theta\left(\frac{dy}{dx}\right), & \dot{x} < 0, \end{cases} \quad (42)$$

where:

$$\theta = f'' \left[f^{-1} \left(\frac{dy}{dx} \right) \right]$$

Equations (40) correspond to the integral operator:

$$y = \int_0^t \int_0^\tau R[x(S), y(S), w(S)] \dot{x}(S) dS \dot{x}(\tau) d\tau, \quad (43)$$

where:

$$R[x(S), y(S), w(S)] = \begin{cases} F_1[x(S), y(S), w(S)], & \dot{x}(S) > 0; \\ F_2[x(S), y(S), w(S)], & \dot{x}(S) < 0. \end{cases}$$

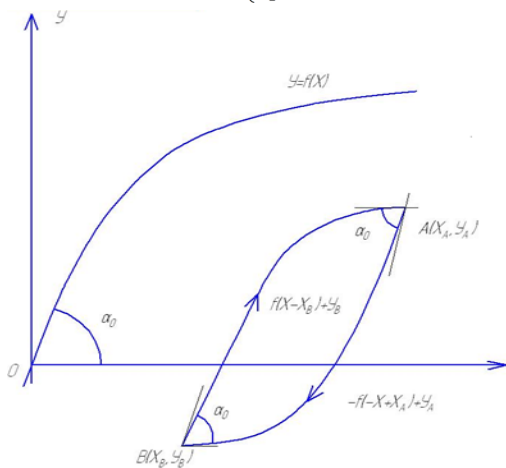


Figure 11. Hysteresis cycle

Calculations

Plotting an unstable hysteresis cycle

Let a monotonically increasing curve $y_0=f(x_0)$ (fragment 1) be constructed on the $X_0O_1Y_0$ plane (Fig. 12), defined on an interval (a,b) and having continuous first and second derivatives on this interval. The value of the first derivative at each of its points is positive and decreases monotonically with an increase in the abscissa from a to b . In particular, it can be defined either on the entire number axis $(-\infty, +\infty)$ or on the positive semi-axis $[0, +\infty)$. We introduce a new coordinate

system XOY (Fig. 12) with the origin at point $O(x_0^*, y_0^*)$ at which the equation of the curve has the following form:

$$y = -y_0^* + f(x + x_0^*) \quad (44)$$

We mark with a solid line the part of this curve located in the 1st quadrant of the XOY plane. The selected area, transferred parallel to itself (Fig. 12, fragment 2) to the

position with the origin at point $A_{k+1}(x_{k+1}, y_{k+1})$, is described by the following equation:

$$y = y_{k+1} - y_0^* + f(x + x_0^* - x_{k+1}) \quad (45)$$

The same selected part of the curve, rotated relative to point O , is described by the following equation:

$$y = y_0^* - f(-x + x_0^*) \quad (46)$$

and at parallel transfer to point $A_k(x_k, y_k)$:

$$y = y_k + y_0^* + f(-x + x_0^* + x_k) \quad (47)$$

Curves (45) and (47) are used to construct a hysteresis cycle corresponding to an arbitrary continuous law of variation of the input coordinate x as a function of time $t \geq 0$.

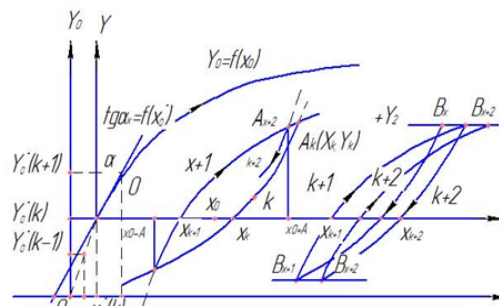


Figure 12. Monotonically increasing curve

We assume that at $x > 0$ the motion of the representing point on the plane is performed along the curve (45), and at $x < 0$ along the curve (47). At $x = 0$, the turning point is fixed on the XOY plane. In the general case of cyclically unstable

hysteresis, the values of x_0^* and $y_0^* = f(x_0^*)$ depend on the number of loading half-cycles k , i.e. are sequences of the

form $x_k^* = x_0^*(k), y_k^* = f(x_k^*)$.

As a result, the equations of the ascending and descending hysteresis curves have the following form (Fig. 12):

$$y = \begin{cases} y_{k+1} - y_{k+1}^* + f(x + x_{k+1}^* - x_{k+1}), & \dot{x} > 0; \\ y_k + y_k^* - f(-x + x_k^* - x_k), & \dot{x} < 0, \end{cases} \quad (48)$$

where: $A_k(x_k, y_k), A_{k+1}(x_{k+1}, y_{k+1})$ are the turning points at the beginning of the k -th (odd) and $(k + 1)$ -th half-cycles, respectively, $(k = 1, 2, 3)$. It is easy

to show by direct differentiation that $y'_k(x_k) = f'(x_k^*)$ at the k -th turning point.

Let x vary by some law of periodic function (which does not change the sign of the derivative in every quarter of the period) running through the values (in Fig. 12, fragment 2) within the limits $x_0 - A \leq x \leq x_0 + A$.

Then, equations (48) can be rewritten as:

$$y = \begin{cases} y_{k+1} - y_{k+1}^* + f(x + x_{k+1}^* + A - x_0), & \dot{x} > 0; \\ y_k + y_k^* - f(-x + x_k^* + A + x_0), & \dot{x} < 0. \end{cases} \quad (49)$$

At the points of intersection of these curves with the abscissa, we get:

for the down-sloping curve

$$\bar{x}_k = x_0 + A + x_k^* - f^{-1}(y_k^* + y_k) \quad (50)$$

At the points of intersection of these curves with the abscissa, we get:

for the down-sloping curve

$$\bar{x}_k = x_0 + A + x_k^* - f^{-1}(y_k^* + y_k) \quad (50)$$

for the upward-sloping curve

$$\bar{x}_{k+1} = x_0 + A + x_{k+1}^* - f^{-1}(y_{k+1}^* + y_{k+1})$$

As a result, the width of the loop formed at the k -th and $(k + 1)$ -th half-cycles is:

$$b_{k,k+1} = x_k^* + x_{k+1}^* + 2A - f^{-1}(y_k^* + y_k) - f^{-1}(y_{k+1}^* + y_{k+1}) \quad (51)$$

where: $y_{k+1} = y_k + y_k^* - f(x_k^* + 2A)$

The dependence b on the number of cycles can be determined from experimental records of the field of curves of cyclically unstable hysteresis. Therefore, considering the sequence b can be calculated by solving the nonlinear algebraic equation (51). In addition, having a close-up record of the hysteresis field, this sequence can be found directly by superimposing and shifting over each other until the branches of the loops in the 1st and k -th half-cycles completely coincide.

According to equations (49), it is easy to distinguish the ordinates at the points A_{k+2} and A_k, A_{k+1} and A_{k+3} (Fig. 12, III):

$$\begin{aligned} y_{k+2} - y_k &= -\Delta y_k^* + \Delta f_k, \\ y_{k+1} - y_{k+3} &= -\Delta y_{k+1}^* + \Delta f_{k+1}, \end{aligned} \quad (52)$$

where:

$$\begin{aligned} \Delta y_k^* &= y_{k+1}^* - y_k^*, \Delta y_{k+1}^* = y_{k+2}^* - y_{k+1}^*, \\ \Delta f_k &= f(x_{k+1}^* + 2A) - f(x_k^* + 2A), \\ \Delta f_{k+1} &= f(x_{k+2}^* + 2A) - f(x_{k+1}^* + 2A). \end{aligned}$$

Consider the behavior of the hysteresis characteristic in the following three cases:

1. The sequence $x_k^* = x_0^*(k)$ is sign-positive and monotonically increasing. By virtue of the conditions imposed on the function $y_0 = f(x_0)$ above, we obtain

$\Delta y_k^* > 0, \Delta y_{k+1}^* > 0, \Delta y_k^* < \Delta f_k, \Delta y_{k+1}^* < \Delta f_{k+1}$. This means that in the first case, with the growth, the loops will narrow vertically.

2. The sequence $x_k^* = x_0^*(k)$ is sign-negative and monotonically increasing in absolute value, and $|x_k^*| < 2A$ for any k . It leads to $\Delta y_k^* < 0, \Delta y_{k+1}^* < 0, \Delta f_k < 0,$

$\Delta f_{k+1} < 0, \Delta y_{k+1}^* < \Delta f_{k+1}, \Delta y_k^* < \Delta f_k$.

3. Thus, in this second case, on the contrary, with the growth of k , the loops will expand vertically.

4. The sequence $x_k^* = x_0^*(k)$ is sign-positive and non-increasing, and for each subsequent even number k , the

value of x_k^* is greater than the corresponding value for the previous odd number. Then, according to (3.52), we

obtain $y_k^* > 0, \Delta y_{k+1}^* < 0,$ и $\Delta f_k^* > 0, \Delta f_{k+1}^* < 0,$ and

accordingly $y_{k+2} < y_k, y_{k+1} > y_{k+3}$. Thus, in the third case, the phenomenon of cyclic relaxation will be observed, which manifests itself in the downward displacement of the loop. If

the difference between two adjacent values of x^k decreases with increasing k , the cyclic relaxation will decay.

Further, let during each half-cycle the value of the output coordinate y change monotonically within the limits (in Fig. 12). Then, based on (48), we arrive at the following equations for the hysteresis curves:

$$y = \begin{cases} -y_1 - y_{k+1}^* + f(x + x_{k+1}^* - x_{k+1}), \dot{x} > 0; \\ y_2 + y_k^* - f(-x - x_k^* + x_k), \dot{x} < 0. \end{cases} \quad (53)$$

at the points of intersection with the abscissa axis we have:

For outgoing curve

$$\bar{x}_k = x_k + x_k^* - f^{-1}(y_k^* + y_2) \quad (54)$$

for incoming curve

$$\bar{x}_{k+1} = x_{k+1} - x_{k+1}^* + f^{-1}(y_1 + y_{k+1}^*) \quad (55)$$

Accordingly, the width of the loop in the $k, (k + 1)$ -th half-cycles is:

$$b_{k,k+1} = x_k - x_{k+1} + x_k^* - x_{k+1}^* - f^{-1}(y_k^* + y_2) - f^{-1}(y_{k+1}^* + y_1) \quad (56)$$

where:

$$x_{k+1} = x_k + x_k^* - f^{-1}(y_k^* + y_2 + y_1)$$

This equation can also be used to find the sequence x_k^* .

Using equations (53), it is not difficult to determine the difference between the abscissas at the points B_{k+2} and B_k and B_{k+1}, B_{k+3} (Fig. 12).

$$x_{k+2} - x_k = -\Delta x_k^* + \Delta f_k^{-1},$$

$$x_{k+1} - x_{k+3} = -\Delta x_{k+1}^* + \Delta f_{k+1}^{-1} \quad (57)$$

where:

$$\Delta x_k^* = x_{k+1}^* - x_k^*, \Delta x_{k+1}^* = x_{k+2}^* - x_{k+1}^*,$$

$$\Delta x_k = (x_{k+1}^* - x_k), \Delta x_{k+1} = (x_{k+1}^* - x_{k+1}),$$

$$\Delta f_k^{-1} = f^{-1}(y_{k+2}^* + y_1 + y_2) - f^{-1}(y_k^* + y_1 + y_2),$$

$$\Delta f_{k+1}^{-1} = f^{-1}(y_{k+2}^* + y_1 + y_2) - f^{-1}(y_{k+1}^* + y_1 + y_2),$$

of which, in the same order as discussed above, it follows:

1. If the sequence $x_0^*(k)$ is sign-positive and monotonically increasing, then $\Delta x_k^* > 0, \Delta x_{k+1}^* > 0,$

$\Delta f_k^{-1} > \Delta x_k^*, \Delta f_{k+1}^{-1} > \Delta x_{k+1}^*,$ and accordingly, $x_{k+2} > x_k,$

$x_{k+3} > x_{k+1}$.

Hence, it follows that under this condition, the loop will expand horizontally with increasing k .

2. If the sequence $x_0^*(k)$ is sign-negative and monotonically increasing in absolute value, then $\Delta x_k^* < 0,$

$\Delta x_{k+1}^* < 0, \Delta f_k^{-1} < \Delta x_k^*, \Delta f_{k+1}^{-1} < \Delta x_{k+1}^*$ and accordingly,

$x_{k+2} < x_k, x_{k+3} < x_{k+1}$. In contrast to the previous case, this leads to a narrowing of the loop horizontally.

3. If the sequence $x_0^*(k)$ is sign-positive and non-increasing, and for each subsequent even number k ,

the value of x_k^* is greater than the corresponding value

for the previous odd number, then $\Delta x_k^* > 0$, $\Delta x_{k+1}^* > 0$,

$\Delta f_k^{-1} > \Delta x_k^*$, $\Delta f_{k+1}^{-1} < \Delta x_{k+1}^*$, $x_{k+2} > x_k$, $x_{k+3} > x_{k+1}$, and the loop moves along the OX axis to the right, thereby demonstrating cyclic creep.

The mathematical model of hysteresis in the form (48) is suitable for studying systems with hysteresis on a computer. When using computers, it is necessary to pass from functional relations (48) to second-order differential equations. This transition is realized as follows. Since in the first functional

relation (48) the coordinates x_{k+1} , y_{k+1} can take arbitrary values from some area (closed or non-closed) on the XOY plane, they can be taken as arbitrary constants c_1 and c_2 , respectively. Then the first relation from (48) can be rewritten as

$$y = f(x + x_{k+1}^* - c_1) + c_2. \tag{58}$$

Differentiating this relation twice:

$$\frac{dy}{dx} = f'(x + x_{k+1}^* - c_1) = \phi(x + x_{k+1}^* - c_1),$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = f''(x + x_{k+1}^* - c_1) = \psi(x + x_{k+1}^* - c_1),$$

and eliminating c_1 , we arrive at the following differential equation:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \theta\left(\frac{dy}{dx}\right), \tag{59}$$

where

$$\theta = \psi\left[\phi^{-1}\left(\frac{dy}{dx}\right)\right].$$

The initial conditions for this equation are: for

$$x = x_{k+1}, y = y_{k+1}, y^1 = f'(x_{k+1}^*),$$

Likewise, for the second relation from (48) we obtain an equation of the form:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\theta\left(\frac{dy}{dx}\right) \tag{60}$$

where

The initial conditions for it are for:

$$x = x_k, y = y_k, y^1 = f'(x_k^*).$$

Introducing notation $W = \frac{dy}{dx}$ and using relation

$$\frac{dw}{dx} = \frac{\frac{dw}{dt}}{\frac{dx}{dt}},$$

we can write the following system of equations:

$$\frac{dw}{dt} = \begin{cases} \theta(W)\frac{dx}{dt}, \dot{x} > 0; \\ -\theta(W)\frac{dx}{dt}, \dot{x} < 0, \end{cases} \tag{61}$$

$$\frac{dy}{dt} = W\frac{dx}{dt}$$

In order to simplify the setup scheme, we will transform the variable W by the following formula:

$$W_1 = W + f'_k(x_k^*) \tag{62}$$

as a result, equations (61) are rewritten as:

$$\frac{dw}{dt} = \begin{cases} \theta[W_1 - f'_k(x_k^*)]\frac{dx}{dt}, \dot{x} > 0; \\ -\theta[W_1 - f'_k(x_k^*)]\frac{dx}{dt}, \dot{x} < 0, \end{cases} \tag{63}$$

$$\frac{dy}{dt} = [W_1 - f'_k(x_k^*)]\frac{dx}{dt}$$

In order to simplify the setup scheme, we will transform the variable by the following formula:

$$w_1 = w + f'_k(x_k^*), \tag{64}$$

as a result, equations (61) are rewritten as:

$$\frac{dw}{dt} = \begin{cases} \theta[W_1 - f'_k(x_k^*)]\frac{dx}{dt}, \dot{x} > 0; \\ -\theta[W_1 - f'_k(x_k^*)]\frac{dx}{dt}, \dot{x} < 0, \end{cases}$$

$$\frac{dy}{dt} = [W_1 - f'_k(x_k^*)]\frac{dx}{dt}.$$

Calculation of quadrangular hysteresis

More generally, the ascending and descending branches of the hysteresis loops can consist of several continuously conjugated arcs. Then the hysteresis characteristic in the simplest version can be represented as a set of four families of integral curves fixed on the XOY plane and intersecting with each other (Fig. 13), each of them is a solution to a first-order differential equation. The transition at the same sign of from a curve of one family to a curve of another family is conducted when some parameter of the curve (arc length, projection onto the coordinate axis, radius of curvature, etc.) reaches a certain value. Families of curves can be described by the following functional relationships:

$$y = \begin{cases} \Phi_1(x, c_1), \beta < \beta_1, \dot{x} > 0, \\ \Phi_2(x, c_2), \beta \geq \beta_1, \\ \Phi_3(x, c_3), \beta < \beta_2, \dot{x} < 0, \\ \Phi_4(x, c_4), \beta \geq \beta_2, \end{cases} \tag{65}$$

which are solutions of first-order differential equations of the form:

$$\frac{dy}{dt} = \begin{cases} F_1(x, y)\frac{dx}{dt}, \beta < \beta_1, \dot{x} > 0, \\ F_2(x, y)\frac{dx}{dt}, \beta \geq \beta_1, \\ F_3(x, y)\frac{dx}{dt}, \beta < \beta_2, \dot{x} < 0, \\ F_4(x, y)\frac{dx}{dt}, \beta \geq \beta_2. \end{cases} \tag{66}$$

We further consider an option of a cyclically unstable hysteresis characteristic (Fig. 13.), in which the 1st and 3rd families of integral curves are families of straight lines fixed on the XOY plane. In Fig. 14, (fragment 1), two loops were constructed in K, (K+1)-th and, (K+2), (K+3)-th half-cycles under variation of x within . The projection of the linear section onto the OX axis is used here as a parameter depending on the number of half-cycles.

In the K, (K+1)-th half-cycles, the branches of the loops are described by the following relations:

$$y = \begin{cases} a(x - x_{k+1}), x_{k+1} \leq x \leq \bar{x}_{k+1}, \\ f(x - x_{k+1}), \bar{x}_{k+1} \leq x \leq \bar{x}_{k+2}, \dot{x} > 0; \\ a(x - x_k), \bar{x}_k \leq x \leq x_{k+1}, \dot{x} < 0; \\ -f(-x + x_k), x_{k+1} \leq x \leq \bar{x}_k, \end{cases} \tag{67}$$

where: $\bar{x}_k = x_k - x_k^*$, $\bar{x}_{k+1} = x_{k+1} - x_{k+1}^*$, $x_k = x_0 + A$, $x_{k+1} = x_0 + A$.

The loop width in K, (K + 1)-th half-cycles is calculated by the formula:

$$b_{k,k+1} = 2A - x_k^* - \frac{1}{a}f(x_k^* + 2A) \tag{68}$$

From Fig. 14, it can be seen that in the case of a

monotonically increasing sequence $x_k^* = x_0^*(k)$, the loops will expand vertically and narrow in width, while in the case of monotonic decreasing, vice versa. The phenomenon of

cyclic relaxation will be observed if in an even half-cycle, is x_{k+1}^* less than the corresponding value in an odd half-cycle.

Consider, in addition, a limited variation in y within $-y_1 \leq y \leq y_2$ (Fig. 14, fragment 2). The loop width is calculated by the following formula:

$$b_{k,k+1} = x_k^* + f^{-1}(y_1 + y_2 - ax_k^*) - \frac{y_1 + y_2}{a} \quad (69)$$

In this option, it is not difficult to formulate appropriate conclusions about the behavior of loops at an increase in the number of half-cycles.

Electronic simulation of cyclically unstable hysteresis with variable linear sections is performed according to the equations $y = y_H(x)$ ($\dot{x} > 0$) in the zero half-cycle:

$$\begin{cases} y = a(x - x_k), \bar{x}_k < x_k \leq \bar{x}_k, \dot{x} < 0, \\ \frac{d^2 y}{dx^2} = -\theta \left(\frac{dy}{dx} \right), x_{k+1}^- < x \leq \bar{x}_k, \\ y = a(x - x_{k+1}), x_{k+1}^- \leq x \leq \bar{x}_{k+1}, \\ \frac{d^2 y}{dx^2} = \theta \left(\frac{dy}{dx} \right), x_{k+1}^- < x \leq x_{k+2}, \end{cases} \quad (70)$$

$$\bar{x}_k = x_k - x_0^*(k), \bar{x}_{k+1} = x_{k+1} - x_0^*(k+1)$$

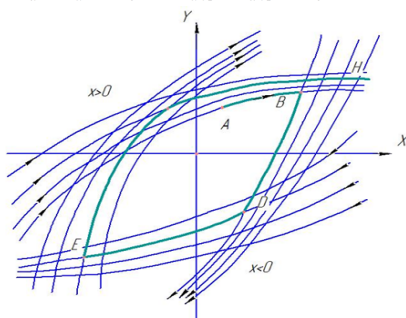


Figure 13. Family of integral curves

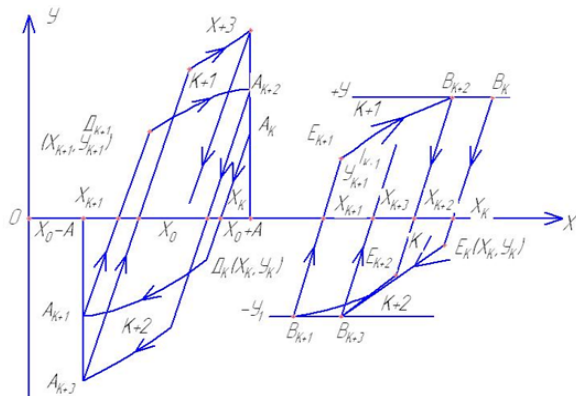


Figure 14. Cyclical unstable hysteresis

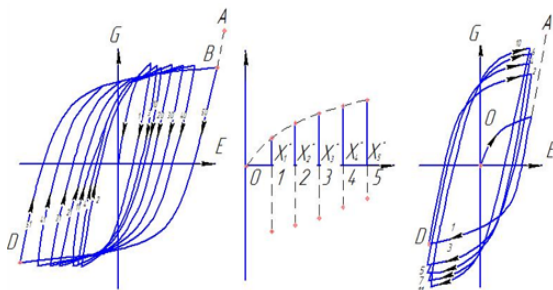


Figure 15. Hysteresis loops

Fig. 15 shows the experimental hysteresis characteristics of TS steel (fragment 1, soft loading) and brass 59 (fragment III, rigid loading). The superposition of the branches obtained in different half-cycles on top of each other shows that for TS steel, the BD curve can be taken as a generalized curve with a continuation up to point A (shown by a dotted line in fragment 1). If the ABD curve is sequentially superimposed on branches 41, 40, 31, 30, ... 2, 1, it can be seen how the AB section will gradually decrease. With a sufficient degree of accuracy, the AB curve can be represented as an exponential and, in accordance with (48), the hysteresis characteristic of TS steel will be described by functional relations (without considering zero half-cycle):

$$\sigma = \begin{cases} \sigma_{k+1} - \sigma_k^* + \sigma_T \{1 - xp[-b(\varepsilon + \varepsilon_{k+1}^* - \varepsilon_k^*)]\}, \dot{\varepsilon} > 0; \\ \sigma_k + \sigma_k^* + \sigma_T \{1 - xp[b(\varepsilon + \varepsilon_k^* - \varepsilon_k^*)]\}, \dot{\varepsilon} < 0, \end{cases} \quad (71)$$

where: σ, σ_T are the constant parameters determined by processing the hysteresis curves, for example, using the least squares method.

Since an increase in the number of half-cycles K shortens the AB curve, the sequence $\varepsilon_0^*(k)$, which acts as a projection of the AB segment onto the 0ε axis, is sign-positive and monotonically increasing (see fragment 2 in Fig. 15, solid segments). On the basis of (58), knowing that for TS

steel $f(\varepsilon) = \sigma_T [1 - \exp(-b\varepsilon)]$, it is not difficult to obtain a system of differential equations, the solutions of which are relations (71).

The branches of the hysteresis characteristic of brass 59 (in Fig. 16) consists of a linear section with a slope E and a non-linear section, which is also well described by an exponential. The figure clearly shows the increase in the length of linear segment l_0 or its projection on the 0ε axis, equal to ε_0^*

with the increase in K . The resulting sequence $\varepsilon_0^*(k)$ is sign-negative and monotonically decreasing in absolute value (see Fig. 16, dashed segments); the fastest decrease is observed in the first three half-cycles. Based on (67) and (70), it is easy to obtain functional relations and the corresponding differential equations describing the hysteresis of brass 59.

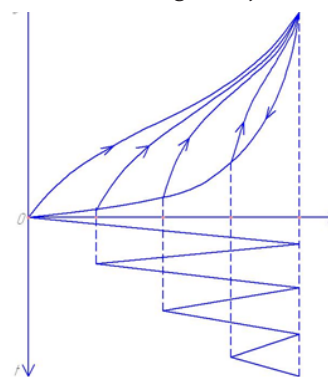


Figure 16. Hysteresis branches

Simulation of the hysteresis loops indicated in Fig. 15 shows good agreement between the calculated and experimental data [20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30].

Results and discussion

Experimental determination of hysteresis characteristics

Experimentally, families of curves of the hysteresis field of any static system can be obtained as follows. Let the

working field of the system on the XOY plane be bounded by some closed curve OMPK (Fig. 16). We will excite the system from the initial point 0 by the law indicated at the bottom of Fig. 16. In this case, we register only the curves at . To obtain a family of curves at , the system is excited by the law indicated below (Fig. 17). When testing static systems during every quarter cycle, the motion does not have to be linear. It is sufficient that the sign of the velocity does not change during this time (see, for example, in Fig. 17 another excitation law indicated by the dotted line).

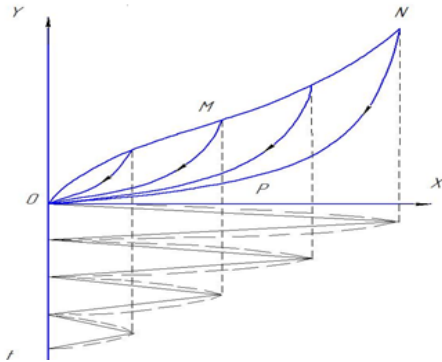


Figure 17. Hysteresis loops

The excitation laws shown in the figures can be obtained using special generators and tracking systems. Therefore, when testing samples of various materials, elastic damping devices and other mechanical elements of this type, the strain laws can be obtained using a servo drive, the structural diagram of which is shown in Fig. 18. Adjuster *I* provides an electrical signal $U_3(t)$, changing over time in proportion to the desired law of change in strain or force. Signal $U_3(t)$ is compared with the feedback signal $U_{oc}(t)$, coming through switch from dynamometer 6 and the internal strain $X_{o6}(t)$ sensor 8 of test specimen 5. The resulting difference is the loop error signal ΔU_p , which through amplifier 2 enters the control system 3 by actuator 4. The latter (of electromechanical, hydraulic or some other type) converts the loop error signal into the displacement of the machine active grip $X_3(t)$, which causes deformation of the sample, the reaction of which is perceived by the dynamometer and the loading device of the machine.

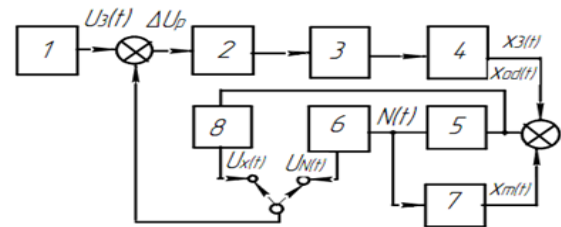


Figure 18. Block diagram

Under the influence of the sample, the loading device is strained, as a result of which the actual strain of the sample $X_{o6}(t)$ is less than the displacement $X_3(t)$ of the active grip by the amount of machine strain $X_M(t)$, i.e. $X_{o6} = X_3(t) - X_M(t)$.

Conclusions

Comparatively complete information about the hysteresis field of a particular static object can be obtained using simpler sinusoidal oscillators. Therefore, in mechanical tests, we can use any mechanism (of appropriate power) of reciprocating motion with an adjustable vibration amplitude, if equipped with force and strain sensors.

In the case of using sinusoidal oscillators in different areas of the object's hysteresis field, families of hysteresis loops are recorded at different amplitudes. Comparison of the curves of hysteresis during loading and unloading, and over the entire hysteresis field will help to restore a complete pattern of the hysteresis characteristics of the object under consideration.

Mathematical models of hysteresis characteristics of static systems were developed. For a more accurate description of the hysteresis characteristics of static systems that actually occur in practice, in a number of cases, differential equations of higher order were used, in particular, second-order equations. The use of differential equations of higher order makes it possible to simulate cyclically unstable hysteresis, when the shape and slope of the hysteresis curves can change from cycle to a number of cycles. For some systems, this process ends after a certain number of cycles, for other systems, this process of cyclic instability of hysteresis can be observed for any length of time.

References

1. Bakhvalov, N.S., 1975. Numerical methods (analysis, algebra, ordinary differential equations). Moscow: Nauka.
2. Neimark, Yu.I., Kogan, N.Ya., Savelyev, V.P. 1985. Dynamic models of control theory. Moscow: Nauka.
3. Bu, R. 1969. Mathematical model of hysteresis. Application to an oscillating circuit with a saturable trottle. Proceedings of the V International Conference on Nonlinear Oscillations. 4, 100.
4. Krasnoselsky, M.A., Pokrovsky, A.V., 1976. Modeling of converters with hysteresis by continuous relay systems. DAN USSR. 227 (3), Pp.547-550.
5. Lebedev, A.B. 1999. Amplitude-dependent elastic modulus defect in basic models of dislocation hysteresis. Solid State Physics, 41 (7), P.p 1214-1222.
6. Lukichev, A.A., Il'ina, V.V., 2011. A simple mathematical model of the hysteresis loop for nonlinear materials. Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 13 (4), P.p 39-44.
7. Grechukhin, V.N., 2005. Mathematical description of the hysteresis loop. "Bulletin of ISEU", 1.
8. Terleev, V.V., Nikonorov, A.O., Ginevsky, R.S., Lazarev, V.A., Togo, I., Topaj, A.G., Moiseev, K.G., Pavlova, V.A., Layshev, K.A., Arkhipov, M.V., Melnichuk, A.Yu., Dunaieva, I.A., Mirschel, W. 2018. Hysteresis of the soil water-retention capacity: estimating the scanning branches. Engineering and construction journal, 1. doi: 10.18720/MCE.77.13
9. An-Nan Zhou, 2013. A contact angle-dependent hysteresis model for soil-water retention behaviour, Computers and Geotechnics. 49, Pp.36-42.

10. Poria S. Saberi, Günther Meschke, 2021. A hysteresis model for the unfrozen liquid content in freezing porous media, *Computers and Geotechnics*. 134, 104048.
11. He Chen, Ke Chen, Minghui Yang, 2020. A new hysteresis model of the water retention curve based on pore expansion and contraction, *Computers and Geotechnics*. 121, 103482.
12. Ran Hu, Yi-Feng Chen, Hui-Hai Liu, Chuang-Bing Zhou, 2015. A coupled stress–strain and hydraulic hysteresis model for unsaturated soils: Thermodynamic analysis and model evaluation, *Computers and Geotechnics*. 63, Pp. 159-170.
13. Taborda, D.M.G., Potts, D.M., Zdravković, L. 2016. On the assessment of energy dissipated through hysteresis in finite element analysis, *Computers and Geotechnics*. 71, Pp.180-194.
14. Li, X.S., 2005. Modelling of hysteresis response for arbitrary wetting/drying paths, *Computers and Geotechnics*. 32(2), Pp. 133-137.
15. Moghaddasi, H., Shahbodagh, B., Khalili, N., 2021. A bounding surface plasticity model for unsaturated structured soils, *Computers and Geotechnics*. 138, 104313.
16. Guoqing Cai, Bowen Han, Annan Zhou, Jian Li, Chenggang Zhao, 2022. Fractional-order bounding surface model for unsaturated soils under cyclic loading, *Computers and Geotechnics*. 141, 104529.
17. Panovko, Ya.G., 1960. Internal friction at oscillations of elastic systems. Fizmatgiz, Moscow.
18. Goncharov, V.A. 2009. Optimization methods. Higher education, Moscow.
19. Bakhvalov, N.S., Zhidkov, N.P., Kobelkov, G.M. 1987. Numerical methods. Moscow. Nauka.
20. Shahbodagh-Khan, B., Khalili, N., 2015. Alipour Esgandani, G., 2015. A numerical model for nonlinear large deformation dynamic analysis of unsaturated porous media including hydraulic hysteresis. *Computers and Geotechnics*. 69, P.p 411-423.
21. Chao Yang, Daichao Sheng, John P. Carter, 2012. Effect of hydraulic hysteresis on seepage analysis for unsaturated soils. *Computers and Geotechnics*. 41, Pp. 36-56.
22. Arash Azizi, Cristina Jommi, Guido Musso, 2017. A water retention model accounting for the hysteresis induced by hydraulic and mechanical wetting-drying cycles. *Computers and Geotechnics*. 87, Pp.86-98.
23. Dorival M. Pedroso, David J. Williams, 2010. A novel approach for modelling soil–water characteristic curves with hysteresis. *Computers and Geotechnics*. 37(3), Pp. 374-380.
24. Ran Hu, Jia-Min Hong, Yi-Feng Chen, Chuang-Bing Zhou, 2018. Hydraulic hysteresis effects on the coupled flow–deformation processes in unsaturated soils: Numerical formulation and slope stability analysis. *Applied Mathematical Modelling*. 54, Pp. 221-245.
25. Michael Ruderman, 2016. State-space formulation of scalar Preisach hysteresis model for rapid computation in time domain. *Applied Mathematical Modelling*. 40(4), Pp. 3451-3458.
26. Jozef Vörös, 2015. Identification of nonlinear cascade systems with output hysteresis based on the key term separation principle. *Applied Mathematical Modelling*. 39(18), Pp. 5531-5539.
27. Alessia Berti, Claudio Giorgi, Elena Vuk, 2015. Hysteresis and temperature-induced transitions in ferromagnetic materials. *Applied Mathematical Modelling*. 39(2), Pp. 820-837.
28. Zijian Zhang and Yangyang Dong, 2019. Asymmetrically Dynamic Coupling Hysteresis in Piezoelectric Actuators: Modeling Identification and Experimental Assessments. *International Journal of Applied Mechanics*. 11(05), 1950051.
29. Longbiao Li, 2015. Micromechanical Modeling for Fatigue Hysteresis Loops of Fiber-Reinforced Ceramic–Matrix Composites Under Multiple Loading Stress Levels. *International Journal of Applied Mechanics*. 07(06), 1550087.
30. B.A.Khudayarov, F.Zh.Turaev Mathematical Simulation of Nonlinear Oscillations of Viscoelastic Pipelines Conveying Fluid, *Applied Mathematical Modelling* 66 (2019), Pp. 662-679.
31. B.A.Khudayarov, Kh.M.Komilova, Vibration and dynamic stability of composite pipelines conveying a two-phase fluid flows, *Engineering Failure Analysis* 104 (2019), Pp. 500-512.
32. B.A.Khudayarov, Kh.M.Komilova and F.Zh.Turaev, Numerical Simulation of Vibration of Composite Pipelines Conveying Pulsating Fluid, *International Journal of Applied Mechanics* 11(9), 2019, 1950090.
33. B.A.Khudayarov, F.Zh.Turaev Numerical simulation of nonlinear oscillations of a viscoelastic pipeline with fluid, *Vestnik of Tomsk State University. Mathematics and mechanics* 5(43) (2016) Pp. 90-98.
34. B.A.Khudayarov, Kh.M.Komilova, F.Zh.Turaev, The effect of two-parameter of Pasternak foundations on the oscillations of composite pipelines conveying gas-containing fluids, *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 176 (2019) 103946.

УЎТ: 631. 333.8:634.1

ПУШТА ОЛИШ ЖАРАЁНИДА ГЎНГ СОЛИШ ҚУРИЛМАСИ ИШЧИ ҚИСМИ ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ

Б.М.Худаяров – т.ф.д., профессор, У.Т.Кузиев – PhD, доцент,

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

У.И.Абдумаликов – таянч докторант, Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти

Аннотация

Мақолада пушта ҳосил қиладиган машина базасида ярим чириган гўнгни янгидан шаклантириладиган пушта тагига солишни амалга оширадиган қурилма конструкцияси, технологик иш жараёни тўғрисида маълумот берилиб, ишчи қисмининг параметрларини асослаш бўйича тадқиқотларнинг натижалари келтирилган. Гўнгни бункердан белгиланган меъёрга тушириб берадиган парракли шнекнинг, жумладан, парракнинг шакли ва ўлчамлари, парракни шнек валига ўрнатиш бурчаги, паррак қадами ва парракдан чиқаётган гўнг бўлагининг тезликлари аниқланган. Тадқиқот натижаларига кўра, паррак шакли доира сектори кўринишида бўлиб, унинг радиуси 0,15 м, юзаси 0,00595 м², паррак валга 45° бурчакда ўрнатилган, паррак қадами ва қамров кенлиги ўзаро тенг бўлиб, у 87 мм. га тенг бўлиши аниқланган. Ушбу параметрларда парракли шнекка қўйилган талаблар бажарилади.

Таянч сўзлар: гўнг, бункер, парракли шнек, тўсгич, туйнук, йўналтирувчи новлар.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕНИЯ НАВОЗА ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ГРЕБНЕЙ

Б.М.Худаяров – д.т.н., профессор, У.Т.Кузиев – PhD, доцент,

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

У.И.Абдумаликов – базовый докторант, Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологий

Аннотация

В статье приведены результаты исследований по обоснованию параметров рабочего органа, даны сведения о конструкции устройства и технологического процесса локального внесения полуперепревшего навоза на вновь формируемые гребни на базе машины для образования гребней. Определены параметры лопастного шнека, подающего навоз в назначенной норме из бункера, в том числе скорость вылета частиц навоза с лопаток и его шаг, угол установки лопаток к валу, форма и размеры лопаток

По результатам исследований определены форма лопасти, которая имеет вид сектора окружности с радиусом 0,15 м, площадь 0,00595 м², угол установки лопасти к валу 45°, ширина захвата лопасти равна шагу 87 мм. При этих параметрах выполняется все требования поставленные к лопастному шнеку.

Ключевые слова: навоз, бункер, лопастной шнек, ограждение, отверстие, направляющие желоба.

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE WORKING BODY OF THE DEVICE FOR LOCAL APPLICATION OF MANURE DURING THE FORMATION OF RIDGES

Б.М.Худаяров – D.S.C., professor, U.T.Kuziev – PhD associate professor, National research university “Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers”,

U.I.Abdumalikov – doctoral student Andijan institute of agricultural and agrotechnology

Abstract

The article presents the results of research on the substantiation of the parameters of the working body, provides information on the design of the device and its technological process of local application of semi-ripened manure of the newly formed comb on the basis of the machine for the formation of ridges.

The parameters of the blade auger feeding manure in the prescribed norm from the hopper are determined, including the rate of departure of manure particles from the blades and its pitch, the angle of installation of the blades to the shaft, the shape and dimensions of the blades.

According to the results of the research, the shape of the blade was determined, which has the form of a circle sector with a radius of 0.15 m, its area is 0.00595 m², the angle of the blade to the shaft is 45 degrees, the width of the blade is equal to its pitch and is equal to 87 mm. With these parameters, all the requirements set for the blade auger are met.

Key words: manure, bunker, paddle auger, fence, hole, guide troughs.

Кириш. Республикамизда қишлоқ хўжалигини ривожлантириш ва экинлардан юқори ҳамда сифатли ҳосил олиш учун кўпгина чора тадбирлар ишлаб чиқилиб амалиётга кенг жорий қилинмоқда. Узоқ муддат давомида суғориладиган деҳқончиликда, минерал ўғитларни қўллаш юқори даражада бўлиб, органик ўғитларни қўллаш ҳамда тупроқ унумдорлигини оширишга қаратилган беда экишга аҳамият берилмай келинди.

Натижада республикамиз тупроқларида гумус ва бирқатор озика элементлари, жумладан, фосфор, калий, олтингургурт, кальцийнинг ўсимликлар ўзлаштира оладиган шакллари камайиб кетди. Тупроқ унумдорлиги, ундаги бир қатор озика элементларини ва тупроқ структурасини яхшилашда органик ўғит, яъни қорамол гўнги юқори аҳамият касб этади.

Олиб борилган тадқиқотда тупроқ ҳолатини яхшилаш, етиштирилаётган экин ҳосилдорлигини ошириш учун, гўнгни ҳосил қилинадиган пушта тагига тасма кенгилигида солишнинг аҳамияти очиб берилган.

Кўриб чиқиладиган масаланинг ҳозирги ҳолати таҳлили. Ҳозирги кунгача, агротехник талабларга кўра, далага гўнгни кузги шудгордан олдин гектарига ўртача 25–30 тоннадан ёппа усулда РОУ-6 машинасида сочиш тавсия қилинган [1].

Ушбу йўналишларда А.Хаджиев, А.Абдурахмоновлар томонидан таклиф этилган қурилма пушта ҳосил қиладиган ва бир вақтнинг ўзиде уни минерал ўғитлар билан ўғитлаш учун мўлжалланган. Ушбу қурилмадан фойдаланишнинг асосий мақсади ўғитлардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш ҳисобланади. Қурилма қуйидаги технология асосида иш бажаради; дастлаб шудгорланиб сўнгра юзаси текисланган далада пушта ҳосил қилинади ва унга икки қатламда ўғит солинади [2, 3, 4].

Гўнгни тупроққа солиш бўйича, конструкциясидан сепадиган қисми олинган РОУ-6 машинасига мослама ишлаб чиқилган. Мослама қуйидагича ишлайди: сепилаётган гўнг оқими уч қаторга ажаратилади. Гўнг оқими ўрта қаторга-тўғридан-тўғри новларга тушиб, дала юзасида тасма кўринишида бўлади. Икки четки қаторлар учун гўнг оқимлари транспортёрлар орқали новларга етказиб берилди ва дала юзасига тушади [3, 5].

Тадқиқотчи П.Утениязов томонидан полиз экинлари учун дастлаб ариқ ва пушта ҳосил қилиш, сўнгра пуштаннинг уруғ экиладиган жойига локал усулда гўнг солиш қурилмаси ишлаб чиқилган [4, 6, 7].

Боғ ва узумзорларга органик ва минерал ўғитларнинг аралашмасини локал солиш учун мўлжалланган РТН-2-25 русумли машиналар ишлаб чиқилган. У тупроқнинг 45 см. гача қатламини чуқур юмшатиб, бир вақтнинг ўзиде минерал ва органик ўғитлар аралашмасини икки қаторга солиб кетишни таъминлаган [5, 8].

Гўнгни тупроққа солиш бўйича олиб борилган илмий-тадқиқотлар таҳлили амалдаги пушта олиш машинаси базасида гўнгни тасма кўринишида тупроққа солиш қурилмасини мавжуд эмаслиги ва уни ишлаб чиқиш заруратини кўрсатмоқда

Юқорида номлари келтирилган олимлар томонидан гўнгни далага сочма усулда сепишдан кўра, уни ўсимлик илдизи ривожланадиган зонага берилганда, тупроқнинг физик-механик хоссалари яхшиланиб, ўғитлаш меъёри ҳам 4–5 марта қамайганлиги исботланган.

Юқорида келтирилган илмий-тадқиқот ишлари, гўнгни эрта баҳорда чигит экиладиган пуштаннинг остига солиш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмаганлигини кўрсатди.

Масаланинг қўйилиши. Олиб борилган илмий-излашлар ва тадқиқотлар натижасида, пушта оладиган ГХ-4 машинаси базасида гўнгни чигит экиладиган пушта остига соладиган қурилмани ишлаб чиқиш ва параметрларини асослаш бўйича тадқиқотлар олиб бориш вазифаси белгиланди.

Ечиш усули. Юқорида келтирилган илмий маълумотларни ўрганиш ва таҳлил қилиш натижасида масаланинг қўйилиши шакллантирилиб, қурилманинг конструктив схемаси ишлаб чиқилди. Назарий тадқиқотлар асосида қурилма параметрлари асосланиб, экспериментда синаб кўрилди ва уларнинг мақбул параметрлари аниқланди.

Натижалар таҳлили ва мисоллар. Пушта остига гўнг соладиган қурилманинг конструкцияси ва схемаси ишлаб чиқилганидан кейин, унинг параметрларини назарий асосланди [9, 10].

Қурилма бункер (1), тўсгич (2), парракли шнек (3), рама (4), таянч ғилдирак (5), бўлгич (6), қия новлар (7), юлдузча (8), пушта олгичлар (9), тўсиқ (10), маркёр (11), шнек парраги (12), занжирли узатма (13), карданли узатма (14), телескопик узатма (15), червякли редуктор (16), осма қурилма (17)лардан ташкил топган (1-расм).

Айланма ҳаракат тракторнинг орқа қувват олиш валдан карданли (14) ва телескопик (15) валлар орқали червякли редуктор (16)га ундан эса занжирли узатма (13) ёрдамида юлдузча (8)га узатилади.

1-расмда гўнгни пушта остига соладиган қурилманинг технологик иш жараёни схемаси кўрсатилган. Бункер ичига жойлаштирилган тўсгич (2) бункер (1)га солинган гўнгни туйнук устини тўсиб, парракли шнекларга бермасдан уларни икки томонига ажратиб туширишдан иборат. Бункер (1) остида жойлашган икки дона парракли шнек (3)лар бункер ва тўсгич орасидан тушган гўнгни майдалаб ва аралаштириб, туйнук томон ҳаракатлантиради. Туйнукка келган гўнг бўлгич (6) ёрдамида иккига ажаратилиб, ўнг ва чап нов (7)ларга, яъни ўғит йўналтиригичларга тушади. Новлар гўнгни қатор бўйича дала юзасига қуйишни таъминлайди. Пушта олгич (9)лар дала юзасидаги гўнгни кўмиб, пушта ҳосил қилади. Пушта баландлиги пушта олгичларнинг ишлов бериш чуқурлигини ростлаш орқали амалга оширилади.

Гўнгни пушта остига жойлаштиришни сифатли бажариш учун, қурилманинг қуйидаги параметрлари аниқланиши лозимлиги белгиланди:

паррак шакли ва ўлчамлари; парракни валга ўрнатилиш бурчаги; паррак қадами; гўнгни парракли шнекдан чиқиш тезлиги.

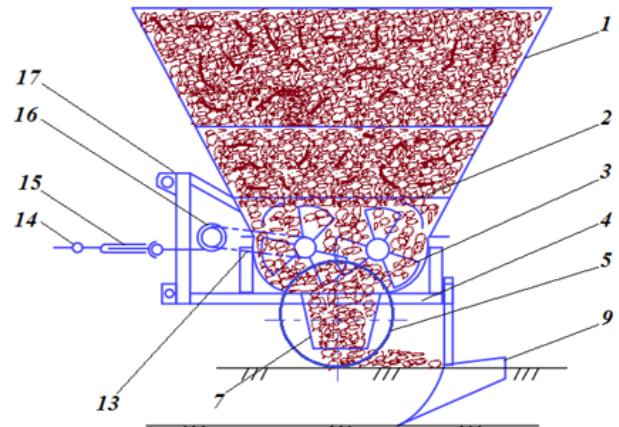
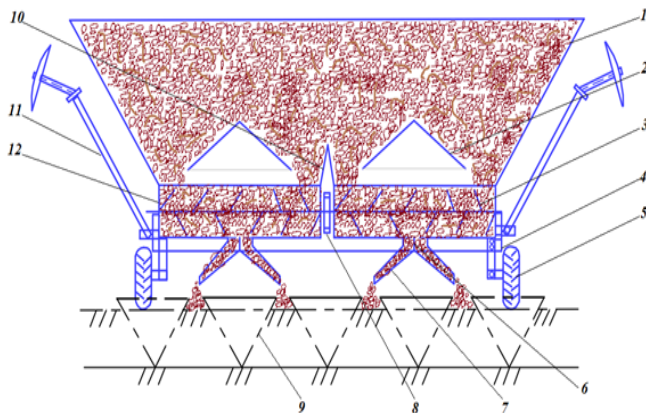
Адабиётлар таҳлили ва дастлабки тажрибалар натижалари ҳамда қурилма конструктив ўлчамлари асосида парракли шнек диаметрини 300 мм деб қабул қилиш мақсадга мувофиқ деб ҳисобланди. Паррак шакли ва ўлчамларини асослашга оид схема 3-расмда келтирилган.

2-расмдаги доира ўзаро тенг 8 бўлакка ажратилди. Ҳар бир бўлак шнек учун битта паррак ҳисобланади. Ана шу парракнинг юзаси, узатиладиган гўнгни миқдорига бевосита таъсир кўрсатади.

2-расмдаги S_1 битта паррак юзаси бўлиб, у қуйидаги ифода бўйича аниқланади:

$$S_1 = S_d - S_0 = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 - \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi \left(\frac{D^2 - d^2}{4}\right) \quad (1)$$

бунда: S_d – доира юзаси, м²; S_0 – валнинг кўндаланг кесим юзаси, м²;



а - орқа томондан кўриниши; б - ён томондан кўриниши

1-расм. Гўнг қўйиш машинасининг технологик иш жараёни схемаси

(1) ифода $D=300$ мм, $d=56$ мм қийматлар бўйича ҳисобланганда, шнек паррагининг юзаси $S_1=0,0085$ м² га тенглиги аниқланди.

Парракни валга ўрнатиш α бурчаги шнекнинг иш унини белгилайди (4-расм).

Ушбу ҳолатда парракнинг юзаси қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$S_n = S_1 \cdot \sin 45^\circ \quad (2)$$

(2) ифода бўйича, $\alpha=45^\circ$ бўлганда, паррак ишчи юзасининг қиймати $S_n=0,00595$ м² ни ташкил этди. Шунингдек $\alpha=45^\circ$ бурчақда парракнинг қамраш b_n кенглиги унинг қадами t га тенг бўлади, яъни $b_n=t$ (3-расм).

Марказий бурчақ $\alpha=45^\circ$ ва $D/2=R=0,15$ м га тенглигини эътиборга олиб, паррак қамраш кенглиги ёки қадами $t=0,0875$ м. га тенглиги аниқланди [11, 12, 13].

Парракли шнек гўнг билан тўлдирилганда, битта паррак бир марта тўлиқ айланганда суриладиган, яъни туйнукка олиб чиқиладиган гўнг миқдори қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$Q_n = S_n t \gamma \eta n \quad (3)$$

бунда: η – парракларнинг гўнг билан кўмилганлиги коэффиценти; γ – гўнгнинг зичлиги, кг/м³; n – парракли шнекнинг айланишлар сони, айл/минут.

(3) ифодани $S_n=0,00595$ м², $t=0,087$ м, $\gamma=500$ кг/м³, $\eta=1$ ва $n=1$ қийматлар бўйича ҳисобланганда $Q_n=0,260$ кг/айл. га тенглигини аниқланди.

Демак, паррак бир марта айланганида $Q_n=0,260$ кг гўнгни ғилофдан олиб чиқса белгиланган ўғитлаш миқдорини агрегат тезлиги V_a га боғлиқ ҳолда, таъминлай олиши қуйидаги ифода орқали аниқланди:

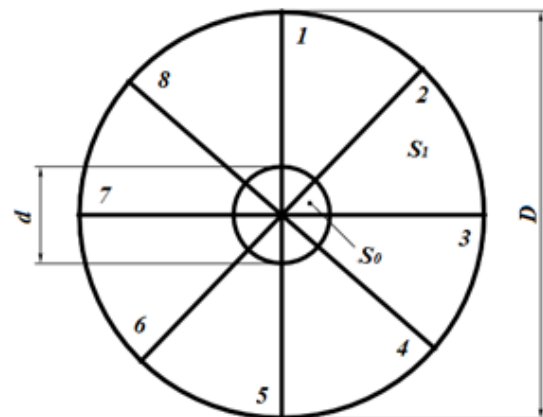
$$Q_n = \frac{V_a \cdot B \cdot N}{36 \cdot z} \quad (4)$$

бунда: B – агрегат қамров кенглиги, м; Z – парракли шнеклар сони, м; N – ўғитлаш меъёри, кг/га.

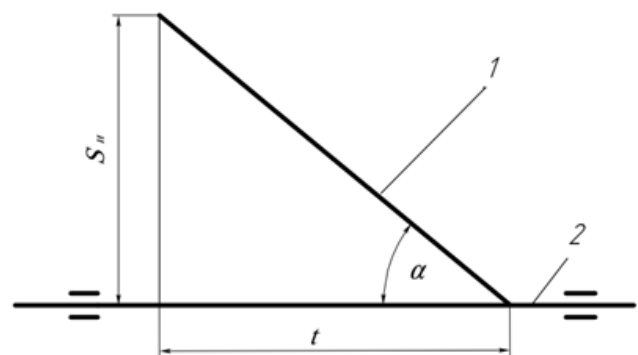
(4) ифодани $V_a=6,5$ км/соат, $B=2,4$ м ва $N=4500$ кг/га ҳамда $Z=8$ та бўлган қийматлари бўйича ҳисобланганда $Q_n=243$ г/с. га тенглиги аниқланди.

Юқоридаги ҳисоб натижалари шуни кўрсатадики, парракли шнек бир секундда бир марта айланиб 243 г гўнгни ғилофдан чиқариб берса, белгиланган ўғитлаш меъёри тўлиқ бажарилади. Холбуки, ўлчамларини асослаган паррак 260 г гўнгни чиқариб беради. Демак, ўғитлаш меъёрини ортиғи билан таъминлашнинг имкони мавжуд.

Шундай қилиб, парракли шнекни 1 с давомида бир марта, яъни унинг айланишлар сони $n=60$ айл/мин. бўлиши таъминланса, ўғитлаш меъёри тўлиқ солинади.



2-расм. Паррак шакли ва ўлчамларини асослашга оид схема



3-расм. Парракни валга ўрнатилишини асослашга оид схема

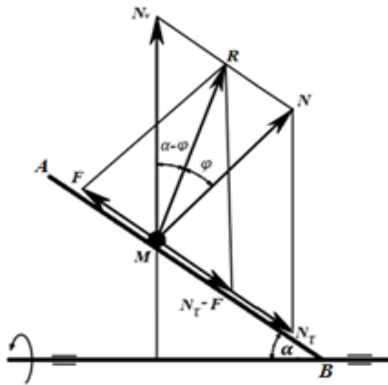
Гўнгни парракли шнекдан чиқиш тезлиги. Гўнгни парракли шнекдан чиқиш тезлигини аниқлаш – уни кейинги босқичда ҳаракатланадиган жойи, яъни туйнук ўлчамларини асослаш учун бажарилади.

Гўнгни парракли шнекдан чиқиш тезлигини аниқлаш учун, унинг валга нисбатан α бурчақ остида ўрнатилган АВ паррак ишчи сиртидаги М бўлагига таъсир кўрсатаётган кучлар кўрсатилган (4-расм).

Гўнг бўлагига нормаль N куч таъсир қилади. Шнек парраги айланма ҳаракатланаётганлиги ва у валга α бурчақ остида ўрнатилганлигини эътиборга олиб, нормаль N кучни N_v ва N_t ташкил этувчиларга ажаратилади. Шунингдек, гўнг бўлагининг ҳаракатланишига қаршилик кўрса-

тувчи F ишқаланиш кучи қўйилади. N_r ва F кучлар ўзаро тескари йўналган бўлади.

Маълумки, F ва N кучлар йиғинди R кучини юзага келтиради ва у N га нисбатан ишқаланиш φ бурчагига тенг бурчақда оғиб йўналган бўлади (4-расм) [14, 15]



4-расм. Паррак ишчи сиртида ҳаракатланаётган гўнг бўлагига таъсир қиладиган кучлар схемаси

4-расмда тасвирланган схемага асосан:

$$F = N \tan \varphi$$

Технологик жараён бажарилиш шарти бўйича гўнг паррак ишчи сирти бўйича сирпаниши лозим. Сирпаниш куйидаги шарт таъминланганда бажарилади:

$$N \tau \geq F \quad (5)$$

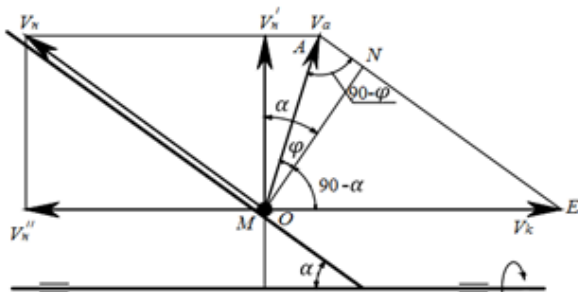
бундан

$$N \tan \alpha \geq N \tan \varphi \quad \alpha \geq \varphi; \quad (6)$$

Ишчи сиртда ҳаракатланаётган гўнг M бўлагининг абсолют V_a тезлиги, унинг нисбий ва кўчирма тезликларини йиғиндисига тенг бўлиб, у куйидагича ифодаланади:

$$V_a = V_k + V_n \quad (7)$$

бунда: V_k – кўчирма тезлик, м/с; V_n – нисбий тезлик, м/с.



5-расм. Паррак ишчи сиртидаги гўнг бўлаги тезликларининг схемаси

Маълумки, кўчирма тезлик радиусга перпендикуляр ва айланиш томонга йўналишда бўлганлиги учун унинг математик ифодаси куйидагича ифодаланади [16, 17]:

$$V_k = \omega r$$

бунда: ω – паракли шнек бурчак тезлиги, 1/с; r – айланиш валидан гўнгнинг қаралаётган бўлагигача бўлган масофа, м.

5-расмдаги OAE учбурчақдан ва синуслар теоремасига биноан гўнг бўлагининг нисбий тезлиги куйидагича бўлади [18, 19, 20]:

$$V_n = V_k \frac{\cos(\alpha - \varphi)}{\cos \varphi} \quad (8)$$

(8) ифоданинг таҳлили, ишчи сирт бўйича сирпанаётган гўнг бўлагининг нисбий тезлиги, парракнинг кўчирма (айланма) тезлиги ва уни ўрнатилиш α бурчагига боғлиқлигини кўрсатмоқда.

Нисбий V_n тезликни паррак ўрнатиш валга перпендикуляр ташкил V_n' этувчиси орасида куйидаги боғлиқлик мавжуд:

$$V_n' = V_n \cdot \sin \alpha \quad (9)$$

(9) ифодадан V_n тезлик қийматини (8) га қўйиб ва математик амаллар бажариб, куйидаги ифода ҳосил қилинади:

$$V_n' = V_k \frac{\sin \alpha \cdot \cos(\alpha - \varphi)}{\cos \varphi} \quad (10)$$

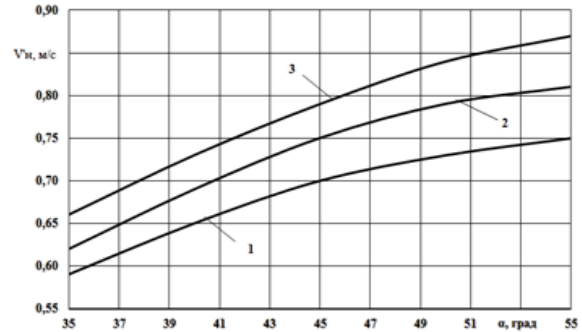
(10) ифоданинг таҳлили, парракни валга ўрнатиш бурчагини ўзгариши ундан чиқаётган тезликка таъсири борлигини кўрсатмоқда.

Кўчирма V_k тезликни парракли шнекнинг айланишлар сонига боғлаб, куйидаги якуний ифода олинади [8, 9, 10]:

$$V_n' = \frac{\pi n}{30} \cdot R \cdot \frac{\sin \alpha \cdot \cos(\alpha - \varphi)}{\cos \varphi} \quad (11)$$

(11) ифода $\pi=3,14$, $n=40-80$ айл/мин, $R=0,15$ м, $\alpha=35-55^\circ$, $\varphi=27-35^\circ$ қийматлар бўйича ҳисобланди ва уларга мос графиклар қурилди.

Парракдан чиқаётган гўнг бўлаги тезлигини уни ўрнатилиш бурчагига боғлиқлик графиги 6-расмда келтирилган.

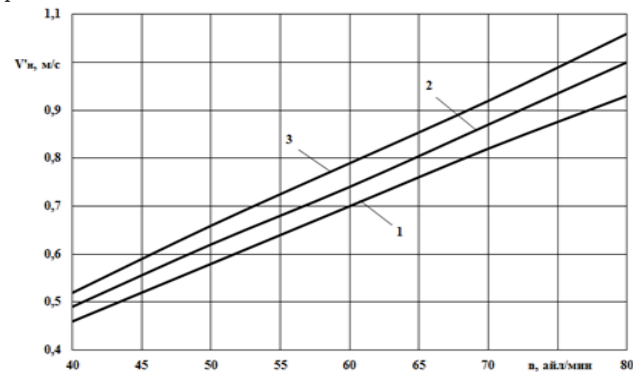


1 – $\varphi=27^\circ$; 2 – $\varphi=31^\circ$; 3 – $\varphi=35^\circ$

6-расм. Парракдан чиқаётган гўнг бўлаги тезлигини уни ўрнатилиш бурчагига боғлиқлик графиглари

6-расмда кўрсатилган график таҳлили, парракни валга нисбатан ўрнатилиш бурчагини катталашиб бориши билан гўнг бўлагининг тезлиги ҳам ортиб бораётганлигини ва улар эгри чизик қонуниятига бўйича боғланганлигини кўрсатмоқда. Бироқ, парракни ўрнатилиш бурчаги 45° дан катта бўлса ва давом этса, унинг гўнгни сурадиган ишчи юзаси камайиб боради ва охир оқибат технологик жараён бажарилмаслигига олиб боради.

Парракдан чиқаётган гўнг бўлаги тезлигини унинг айланишлар сонига боғлиқлик графиги 7-расмда келтирилган.



1 – $\varphi=27^\circ$; 2 – $\varphi=31^\circ$; 3 – $\varphi=35^\circ$

7-расм. Гўнг бўлаги тезлигини парракли шнек айланишлар сонига боғлиқлик графиглари

8-расмда кўрсатилган график таҳлили, парракнинг айланишлар сонини ошириш билан гўнг бўлагининг тезлиги ҳам ортиб бораётганлигини ва улар тўғри чизик қонуниятига бўйича боғланганлигини кўрсатмоқда. Бироқ, парракни айланишлар сонини янада ошириш гўнг бўлакларини белгиланган туйнукка туширмасдан рўпарадаги парракли шнек зонасига ўтиб кетишига сабаб бўлади. Бу биринчидан технологик жараёни бузилишига ва қувват сарфининг ортишига олиб келади.

Хулоса.

- шакллантирилаётган пушта остига гўнгни тасма кўринишида солиш, ўсимлик илдизи жадал ривожланиши учун керакли шароитни яратиш имконини беради;
- пушта ҳосил қилиш билан бир вақтда, унинг остига

гўнгни солишни амалга оширадиган қурилмани ишлаб чиқиш, етиштириладиган маҳсулот таннархини камай-тиришга замин яратади;

- паррак шакли доира сектори кўринишида бўлиб, унинг радиуси 0,15 м, юзаси 0,00595 м² га тенг бўлиши парракли шнектан фойдаланиш кўламини оширади;
- паррак валга 45° бурчакда ўрнатилганда, ўғитлаш меъёрини тўлиқ таъминлаш имкони яратилади;
- паррак қадами ва қамров кенлиги ўзаро тенг бўлиб, у 87 мм. га тенг бўлиши, парракли шнек иш унумини таъминлайди;
- гўнгни парракдан чиқиш тезлиги уни валга ўрнатиш бурчаги ва валнинг айланишлар сонига боғлиқ бўлиб, 0,7–0,8 м/с бўлиши қўйилган шартларни бажаради.

№	Адабиётлар	References
1	Назирова Д., Қарахаджаева Г. Органик қишлоқ хўжалик соғлом ҳаёт гарови // "AGRO ILM" журналі. – Тошкент, 2019. – №4. – 4-6.	Nazirova D., Qaraxadjayeva G. <i>Organik qishloq xo'jalik sog'lom hayot garovi</i> [Organic agriculture is the pledge of a healthy life] "AGRO ILM" Journal. - Tashkent, 2019. №4. - 4 p. (in Uzbek)
2	Комилов Н.М. Пушта олгич-ўғитлагич ишчи қисмларини такомиллаштириш ва параметрларини асослаш – Дисс... phd. – Тошкент, 2018. – Б. 71-74.	Komilov N.M. <i>Pushta olgich-o'g'itlagich ishchi qismlarini takomillashtirish va parametrlarini asoslash</i> [Improvement of the working parts of the rice harvester-fertilizer and justification of its parameters] - Diss... phd. Tashkent, 2018. pp. 71-74 (in Uzbek)
3	Худойбердиев Т.С., Худойоров А.Н., Болтабоев Б.Р., Абдуманнопов А. Мева дарахлари қаторларида суғориш жўяқларининг шакллантириш-ни тадқиқ этиш // «Irrigatsiya va melioratsiya» журналі. – Ташкент, 2019. – №3 (17). – Б. 43-50.	Xudoyberdiyev T.S., Xudoyorov A.N., Boltaboyev B.R., Abdumannopov A. <i>Meva daraxtlari qatorlarida sug'orish jo'yaklarining shakllantirishni tadqiq etish</i> [Research on the formation of irrigation furrows in rows of fruit trees] Journal "Irrigation and reclamation", Tashkent, 2019, No. 3 (17). p 46. (in Uzbek)
4	Утениязов П. Органик ўғитларни полиз экинлари экиладиган майдонларга локал соладиган қурилманинг параметрларини асослаш: Дисс... Phd. – Гулбаҳор, 2020. – Б. 46-47.	Uteniyazov P. <i>Organik o'g'itlarni poliz ekinlari ekiladigan maydonlarga lokal soladigan qurilmaning parametrlarini asoslash</i> [In organic solvents, polysaccharides are localized in liquids with increased oxidation parameters]. Gulbakhor-2020 PhD disser.. pp. 46-47 (in Uzbek)
5	Худойоров А., Махмудов Р., Йўлдашева М., Назиржонов И. Камбинациялашган агрегат ўғитлагични ўрганиш бўйича олиб борилган экспериментал тадқиқотлар // "AGRO ILM" журналі. – Тошкент, 2019. – №4 – 86-б.	Xudoyorov A., Maxmudov R., Yo'ldasheva M., Nazirjonov I. <i>Kambinatsiyalashgan agregat o'g'itlagichni o'rganish bo'yicha olib borilgan eksperimental tadqiqotlar</i> [Experimental studies on the study of combined aggregate fertilizer] // AGRO ILM. - Tashkent, 2019. №4 - p. 86 (in Uzbek)
6	Абдирахмонов А., Утениязов П. Органик ўғитларни локал соладиган ўғитлагичнинг дастлабки дала синовлари // "AGRO ILM" журналі. – Тошкент, 2019. – №4. – 109-б.	Abdiraxmonov A, Uteniyazov P. <i>Organik o'g'itlarni lokal soladigan o'g'itlagichning dastlabki dala sinovlari</i> [Preliminary field tests of a fertilizer that applies local organic fertilizers] // AGRO ILM. - Tashkent, 2019. №4 - h. 109 (in Uzbek)
7	Хаджиев А. Пушта олиш ҳамда ўсимликлар қатор ораларини ўғитлаш машиналарининг агротехник кўрсаткичларини ошириш // Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. – Гулбаҳор, 2017. – Б. 199-202.	Jadjiyev A <i>Pushta olish xamda o'simliklar qator oralarini o'g'itlash mashinalarining agrotexnik ko'rsatkichlarini oshirish</i> [Improvement of agrotechnical performance of machines for harvesting and fertilizing between rows of plants] Gulbakhor - 2017.p 199-202. (in Uzbek)
8	Тўхтақўзиев А., Ибрагимов А. Камбинациялашган агрегат экиш эгатини очувчи ишчи органининг параметрларини назарий асослаш // Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. – Гулбаҳор – 2017. – Б. 211-214.	To'xtaq'uziyev A., Ibragimov A. <i>Kambinatsiyalashgan agregat ekish egatini ochuvchi ishchi organining parametrlarini nazariy asoslash</i> . [Theoretical substantiation of the parameters of the working organ opening the combined aggregate seeding machine] // Scientific-practical conferences of the Republic. Gulbakhor - 2017.pp. 211-214 (in Uzbek)
9	Темиров Ў.Ш. Қорамол гўнги ва фосфогипс асосида оргоно минерал ўғитлар // Journal of Advances in Engineering Technology. Vol. 1(1)2020.	Temirov O'.Sh <i>Qoramol go'ngi va fosfogips asosida orgono mineral o'g'itlar</i> [Orgono mineral fertilizers based on cattle manure and phosphogypsum] Journal of Advances in Engineering Technology. Vol. 1(1)2020 (in Uzbek)

10	Худаяров Б.М., Кузиев У.Т. Боғларга суюлтирилган локал бериш агрегати ва таклиф этилаётган ишчи қисмининг конструктив схемаси ҳамда асосий параметрлари // «Irrigatsiya va melioratsiya» журна-ли. – Тошкент, 2019. – №3 (17). – Б. 38-42.	Xudayarov B.M., Kuziyev U.T. <i>Bog`larga suyultirilgan lokal berish agregati va taklif etilayotgan ishchi qismning konstruktiv sxemasi hamda asosiy parametrlari</i> [The aggregate of diluted local supply to gardens and the structural scheme of the proposed working part and its main parameters] // Journal "Irrigation and melioration", Tashkent, 2019, №3 (17) Pp. 38-42 (in Uzbek)
11	Худаяров Б.М., Кузиев У.Т. Тупроқни улоқтириш масоқасини ишчи орган ўлчамларига боғлиқлиги // "AGRO ILM" журна-ли. – Тошкент, 2018. – Махсус сон. – 56-б	Xudayarov B.M., Kuziyev U.T. <i>Tuproqni uloqtirish masoqasini ishchi organ o`lchamlariga bog`liqligi</i> [Dependence of the size of the soil thrower on the dimensions of the working body] // "AGRO ILM" Journal. - Tashkent, 2018. Special issue.-56 p(in Uzbek)
12	Имомқулов Қ, Мўйдинов У. Органик ўғит соладиган машина миқдорлаш аппаратининг ўғит тушиш тирқиши юзасини аниқлаш // "Механика ва техноло-гия" журна-ли. – Тошкент, 2022. – № 4 (9). Б. 90.	Imomqulov Q, Mo`ydinov U. <i>Organik o`g`it soladigan mashina miqdorlash apparatining o`g`it tushish tirqishi yuzasini aniqlash</i> [Determining the surface of the fertilizer drop slot of the measuring device of the organic fertilizer application] // Scientific Journal of Mechanics and Technology. Tashkent, 2022, No. 4 (9) p 90.(in Uzbek)
13	Муйдинов У. Органик ўғитларни анор илди-лари ривожланадиган ҳудудга соладиган машина // "Ресурстежамкор ва фермербоп киш-лоқ хўжалик машиналарини самарадорлигини ошириш" мав-зуидаги Республика илмий-амалий кон-ференция материаллари тўплами. – Гулбаҳор, 2020. – Б. 189 – 192.	Muydinov U. <i>Organik o`g`itlarni anor ildizlari rivojlanadigan hududga soladigan mashina</i> [A machine that applies organic fertilizers to the area where pomegranate roots develop] // Improving the efficiency of resource-efficient and farmer-friendly agricultural machines: Republican scientific-practical conference. - Gulbahor, 2020. - p. 189-192(in Uzbek)
14	Коробской С.А.Совершенствование технологического процесса внесения минеральных удобрений спирально-шнековым аппаратом: дис...канд. техн. наук. – Москва, 2005. – С. 45-46.	Korobskoy S.A. <i>Sovershenstvovaniye texnologicheskogo protsessa vneseniya mineralnix udobreniy spiralno-shnekovim apparatom:</i> [Improving the technological process of applying mineral fertilizers with a spiral screw apparatus]: dis...cand. tech. Sciences. Moscow 2005. Pp. 45-46 (in Moscow)
15	Капустин В.П, Брусенков А.В. Органический удо-брения и урожайность сельскохозяйственных культур //Техника технология и животноводстве журнал. №2(38)-2020.Б 86.	Kapustin V.P, Brusenkov A.V. <i>Organicheskiy udobreniya i urajaynost selskoxozyaystvennix kultur</i> [Organic fertilizers and yield of agricultural crops] // Technique technology and animal husbandry journal. No. 2 (38) -2020.p 86 (in Moscow)
16	Қорахонов А., Абдурахмонов А., Утениязов П. Полиэкинлари остига органик оғитларни локал соладиган ўғитлагич қурилма // AGRO ILM. – Тошкент, 2019. – №3 (59). – Б. 99.	Qoraxonov A., Abduraxmonov A., Uteniyazov P. <i>Poliz ekinlari ostiga organik og`itlarni lokal soladigan o`g`itlagich qurilma</i> [Fertilizer device for local application of organic fertilizers under field crops] // AGRO ILM. - Tashkent, 2019. - No. 3 (59). - p. 99. (in Uzbek)
17	Балабанов В.И, Ли.А.С.Теоретические исследования приспособления к навозоразбрасывателю для локального внесения навоза под бахчевые культуры// Vestnik fgou vpo «Moscow state agroengineering university named after v.p. goryachkin», 2020, no 1 (95.Б 11	Balabanov V.I, Li.A.S. <i>Teoreticheskiye issledovaniya prisposobleniya k navozorazbrasivatelyu dlya lokalnogo vneseniya navoza pod baxcheviye kulturi</i> [Theoretical studies of adaptation to a manure spreader for local application of manure for gourds] Vestnik fgou vpo «moscow state agroengineering university named after v.p. goryachkin», 2020, no 1 (95.p 11 (in Moscow)
18	Ли А.С., Чуянов Д.Ш. и др. О локальном внесении органических удобрений (навоза) под овощебахчевые культуры // Ж.: "Проблемы механики". – Ташкент, 2009. – № 4. – С. 32-34.	Li A.S., Chuyanov D.Sh. i dr. <i>O lokalnom vnesenii organicheskix udobreniy (navoza) pod ovoshyebaxcheviye kulturi</i> [On the local application of organic fertilizers (manure) for vegetable and gourd crops] Problems of mechanics. - Tashkent2009. No. 4. S. 32-34 (in Uzbek)
19	Талабнома. Устройство для внесения органических удобрение в почву № FAP 2022 0284	Xudayarov B.M, Kuziyev U.T, Ubdumalikov U.I Talabnoma. <i>Ustroystvo dlya vneseniya organicheskix udobreniye v pochvu</i> [Application. Plant for the importation of organic matter and soil] No. FAP 2022 0284 (in Uzbek)
20	Худаяров Б.М., Абумаликов У.И. Органик ўғитларни экишдан олдин пушта остига соладиган тажриба қуриласининг технологик иш жараёни // Халқаро илмий-техникавий онференция материаллари тўплами. – Гулбаҳор, 2022. – Б. 263-264.	Xudayarov B.M., Abumalikov U.I. <i>Organik o`g`itlarni ekishdan oldin pushta ostiga soladigan tajriba qurilasining texnologik ish jarayoni</i> [Organizational and organizational institutions ekishdan oldin pushta ostiga soladigan experience kurilacining technologist ish jaraeni] / nation science-technical conference. Gulbahor 2022. 263-264 p (in Uzbek)

УЎТ: 621.26:372.3

ЎЗГАРУВЧАН ЭЛЕКТР ТОКИ БИЛАН ИШЛОВ БЕРИШНИ УЗУМ НОВДА ҚАЛАМЧАЛАРИ ТУТУВЧАНЛИГИГА ТАЪСИРИНИ НАЗАРИЙ АСОСЛАШ

Н.М.Маркаев – PhD, катта ўқитувчи,

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизацияши муҳандислари институти” МТУ

Аннотация

Мақолада узум новда қаламчасига электр ишлов беришда энергияни қаламчага киритишнинг энергетик хусусиятлари икки муҳит (сув ва қаламча) ли тизимни ҳолатини ҳисобга олган ҳолда ўрганилган. Бунда узум қаламчалари томонидан ютиладиган энергия узум қаламчасининг электр ўтказувчанлиги (γ_1), узум қаламчаларининг ҳажмий концентрацияси (X_1), электр ўтказувчи суюқликнинг ўтказувчанлиги (γ_2) ва электр ўтказувчи суюқликнинг ҳажмий концентрацияси (X_2)га боғлиқ эканлиги аниқланган ҳамда илмий асосланган. Натижада икки муҳитли тизим, яъни узум новда қаламчаларининг ҳажмий концентрацияси (X_1) ва электр ўтказувчи суюқликнинг ҳажмий концентрацияси (X_2) орасидаги муносабат ($X_1+X_2=1$) бирга тенглиги, қаламчалар диаметри 1,2–1,5 см оралиғида, кўндаланг кесим юзаси (S) қиймати 113,04–176,625 мм² оралиғида ўзгариши, қаламчанинг солиштирма электр қаршилиги электр авжлантириш даврида 106,73–164,85 Ом-м оралиқда ўзгариши ҳамда ишчи камера ичига жойлаштириладиган электродлар орасидаги масофа (l), ишлов бериш кучланиши (U), электр токининг таъсир вақти (τ) ни ҳисобга олиш керак эканлиги аниқланди.

Таянч сўзлар: электродлар, узум новда қаламчаси, электр авжлантириш, электромагнит майдони, ўтказувчанлик, солиштирма электр қаршилиги, ҳажмий концентрацияси.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ ПЕРЕМЕННЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ НА ЖИЗНЕСПО- СОБНОСТЬ ЧЕРЕНКОВ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

Н.М.Маркаев – PhD, старший преподаватель,

НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Аннотация

В статье изучены энергетические свойства ввода энергии в черенки при электрообработке стебля винограда с учетом состояния системы в двух средах (вода и черенки). Установлено что энергия, поглощаемая стеблями винограда, зависит от электропроводности черенков (γ_1), объемной концентрации черенков (X_1), проводимости электропроводящей жидкости (γ_2) и объемной концентрации электропроводящей жидкости (X_2). В результате определены что, двухсредовая система, т. е. соотношение между объемной концентрацией черенков винограда (X_1) и объемной концентрацией электропроводящей жидкости (X_2) равно ($X_1+X_2=1$), диаметр черенков находится в пределах 1,2–1,5 см, величина поверхности поперечного сечения (S) изменяется в пределах 113,04–76,625 мм², удельное электрическое сопротивление черенка изменяется в пределах 106,73–164,85 Ом-м, также при времени воздействия (τ) электрического тока необходимо учитывать расстояние между электродами, размещенной в рабочей камере (l), напряжение обработки (U).

Ключевые слова: электроды, виноградные черенки, электрический ток, электромагнитное поле, проводимость, удельное электрическое сопротивление, объемная концентрация.

THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE EFFECT OF TREATMENT WITH ALTERNATING ELECTRIC CURRENT ON THE VIABILITY OF GRAPEVINE CUTTINGS

N.M.Markaev – PhD, Senior Lecturer,

NRU “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”

Abstract

The article studies the energy properties of energy input into cuttings during electrical processing of a grape stem, taking into account the state of the system in two media (water and cuttings). It has been established that the energy absorbed by grape stems depends on the electrical conductivity of the cuttings (γ_1), the volume concentration of the cuttings (X_1), the conductivity of the electrically conductive liquid (γ_2) and the volumetric concentration of the electrically conductive liquid (X_2). As a result, it was determined that the two-environment system, i.e. the ratio between the volume concentration of grape cuttings (X_1) and the volume concentration of the electrically conductive liquid (X_2) is ($X_1 + X_2 = 1$), the diameter of the cuttings is in the range of 1.2-1.5 cm, the value of the cross-sectional surface (S) varies within 113.04-76.625 mm², the electrical resistivity of the handle varies within 106.73-164.85 Ohm-m, also with the exposure time (τ) of the electric current, it is necessary to take into account the distance between electrodes placed in the working chamber (l), processing voltage (U).

Key words: electrodes, grape cuttings, electric current, electromagnetic field, conductivity, electrical resistivity, volumetric concentration.

Кириш. Электромагнит майдоннинг иссиқлик таъсиридан ташқари, унинг механик, кимёвий таъсирлари ҳам мавжуд ва биологик системаларга нисбатан маълум бир таъсирга эга. Биологик объектга электр таъсир кўрсатишда электр энергиясини ўзгартириб ёки бевоқифа “ноиссиқлик” таъсирларидан фойдаланиш мумкин. Маълумки, бирон бир муҳитга киритилган энергияни бир қисми ишлов берилмаётган жисм томонидан ютилади, бир қисми ўтиб кетади ва бир қисми қайтади (1-расм).

Электр ишлов беришда бажариладиган иш ютилган энергия ҳисобига бўлади. Шунинг учун ҳам технологик жараёнларга энергияни киритишда турли самарали усулларни қўллаш ва уларни тўғри танлаш муҳим босқичлардан бири ҳисобланади.



1-расм. Энергияни муҳитга таъсири

Бугунги кунга келиб жаҳонда узум кўчатларини вегетатив усул билан етиштиришда узум қаламчаларининг тутувчанлигини ошириш, кўчатлар ривожланишини яхшилаш учун қаламчаларга экишдан олдин турли ишлов бериш усуллари янги илмий-техникавий ечимларини яратишга йўналтирилган илмий тадқиқот ишларини олиб бориш бугунги кунда долзарб ҳисобланади. Узумчиликка ихтисослашган кластерлар, деҳқон ва фермер хўжаликларининг олдида турган асосий вазифалардан бири, узум асориментини кўпайтириш, кўчат етиштириш ҳажми ва сифатини ошириш, етиштирилган кўчатларнинг таннархини пасайтириш, кўчатларни соғлом, тана, новда ва илдизларда ҳеч қандай зарарланишларсиз бўлиши ва кўчат етиштириш рентабеллигини ошириб боришдир [1].

Кўриб чиқиладиган муаммонинг ҳозирги ҳолати.

Бу эса кўчатнинг соғлом тана, навда ва илдизларида ҳеч қандай зарарланишларсиз етиштирилган узум кўчатларини ишлаб чиқаришни кескин кўпайтиришни талаб қилади. Бунда қаламчаларни илдиз ҳосил бўлиш даражаси ва тутувчанлигини оширишда қаламчаларга экишдан олдин турли усуллар билан (механик, физиологик, кимёвий, анъанавий, электрофизик ва ҳ.к.) дастлабки ишлов берилди [2].

Бунда самарали усуллардан бири бу электрофизик (электр майдон, магнит майдон, электр токи, импульсли электромагнит майдон ва ҳ.к.) усуллар ҳисобланади [3, 4, 5, 6]. Узум новда қаламчаларига экишдан олдин электр ишлов беришда қаламча ва ишлов бериш жараёнидаги муҳитни ҳисобга олиш муҳим ҳисобланади [7].

Ўсимликлар дунёсига мансуб қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ва ёғочлашган дарахт новда қаламчаларига электрофизик таъсирларни ўрганиш ва кўчатларини етиштириш технологиясини такомиллаштириш бўйича,

П.П.Радчевский, А.Г.Кудряков, В.А.Петрухин ва бошқа бир қанча олимлар илмий тадқиқотлар олиб борган бўлиб, ижобий натижаларга эришилган [8, 9].

Узум қаламчаларини экишдан олдин электр таъсир кўрсатишда уларнинг алоҳида қисмларини электр занжирининг элементлари сифатида тасвирлаш мумкин [10]. Узум қаламчаси ва ўсимликлар дунёсига мансуб қишлоқ хўжалиги маҳсулотларининг, яъни ўсимлик элементларнинг тавсифи ишлов берилмайдиган қаламчани электр манбаига улаш усуллари ва унинг тузилиши билан белгиланади. А.Г.Кудряков аниқлашчи, узум қаламчаларига экишдан олдин электр токи билан дастлабки ишлов беришда энг тўғри усул суюқ электр ўтказувчи эритма орқали узум қаламчасининг кесилган жойларига электр энергиясини этказиб беришдир [5].

Бу борада, жумладан, узум кўчати тайёрланадиган қаламчаларга инфрақизил, электромагнит нурлар ва электр токи билан ишлов бериб уларнинг ривожланишини авжлантириш, вегетатив ривожланишини бирхиллаштириш ва сифатини ошириш ҳамда энергия ва ресурсларни тежаш имконини яратадиган усул ва воситаларни ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда [11, 12].

Узум қаламчаларининг намлиги ГОСТ 28181-89 га асосан 46 фоиздан кам бўлмаслиги шартлиги кўрсатилган. ГОСТ 28181-89 талабига кўра узум қаламчаларининг намлиги экиш даврида қанча юқори бўлса унинг тутувчанлиги шунча юқори бўлади.

Бугунги кунда узум қаламчаларига экишдан олдин электр ишлов бериш усуллари орқали ишлов бериш даврида унинг намлиги камайиб кетади. Шу жиҳатдан олиб қаралганда, узум қаламчаларига электр ишлов бериш орқали улардаги биофизик жараёнларни тезлаштиришни таъминлайдигин ҳамда узум новда қаламчасининг намлигини 46 фоиздан камайтирмаган ҳолда электр авжлантириш усулини илмий асослаш ва жараённи технологик параметрларини асослаш долзарб масалалардан биридир.

Масаланинг қўйилиши. Маълумки, бугунги кунда етиштирилаётган сифатли узум кўчатларининг қарийб 90 фоизи асосан вегетатив усуллар билан етиштирилмоқда. Бунда узум новда қаламчалари тутувчанлиги ўртача ҳисобда 65–80 фоизни ташкил қилиб, экилган қаламчаларнинг 20–25 фоизи кўкармасдан қолиб кетади [13].

Узум новда қаламчаларига экишдан олдин электр ишлов бериш орқали қаламчаларни электр авжлантириш орқали тутувчанлик даражасини ошириш мумкин эканлигини бугунги кунда илм-фан исботламоқда. Бунда узум новда қаламчаларига энергияни киритиш усуллари ишлаб топиш ва уни муҳитга самарали киритиш йўллари аниқлаш ҳамда таъсир қилувчи параметрларни илмий асослаш муҳим масалалардан бири бўлиб қолмоқда. [14, 15].

Узум новда қаламчаларига экишдан олдин электр ишлов бериш муҳитга киритиладиган энергия миқдори ва тасир қилиш вақди катта аҳамиятга эга бўлиб, уни аниқ қийматларини аниқлаш тадқиқот самарадорлигини тавсифлайди [16, 17, 18, 19].

Юқоридаги маълумотлардан келиб чиқиб, узум қаламчаларига экишдан олдин электр ишлов бериш орқали қаламчаларни электр авжлантиришда тасир қилувчи омил сифатида ишлов бериш кучланиш (U), ишлов бериш вақти (t), электродлар орасидаги масофа (l), қаламча кундаланг кесм юзаси (S) ва қаламча солиштирма электр қаршилиги (p)ни ўрганиш ҳамда қийматларини аниқлаш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ечиш усули (усулблари). Тадқиқотларда адабиётлар шарҳи бўйича статистик маълумотлар, тажриба натижалари ва назарий тадқиқотларга ишлов бериш усулларидан фойдаланилган. Бунда олиб борилган тажрибалар натижалари асосида назарий тадқиқотлар орқали илгари сурилган илмий гипотезани исботлаш ва хулосаларни қабул қилиш ҳамда таъсир қилувчи омилларни аниқлаш имконияти яратилади.

Натижалар таҳлили ва мисоллар. Узум новда қаламчаларини электр авжлантиришда қаламчаларга киритиладиган фойдали энергияни етказиб беришда энг самарали усуллардан бири электр ўтказувчи суюқлик орқали амалга оширишдир. Бу технологик жараёнда, яъни узум новда қаламчаларини экишдан олдин ўзгарувчан электр токи билан ишлов беришда иккита компонентли восита қайта ишланади: электр ўтказувчи суюқлик (сув) ва узум новда қаламчалари [20].

Биз таклиф қилаётган усул бу узум қаламчаларини электр ўтказувчи суюқликга солинганда вақт ўтиши билан унинг намлиги ошади ва шунга асосан ундан ўтаётган электр токи вақт давомида ўзгариб боради. [21]. Бу технологик жараёнда қаламчалар томонидан ютиладиган энергия фойдали иш бажаради. Суюқлик томонидан ютилган энергия сувни қиздиришга сарфланади ва исроф бўлади. Қаламчаларда илдиз ҳосил бўлиш даражасини электр авжлантиришда юқори самарадорликка эришиш учун сув ва қаламчаларни ҳажмли мақбул нисбатларини аниқлашни талаб қилади.

А.Г.Кудряков қаламчаларда илдиз ҳосил бўлиш даражасини электр авжлантиришда икки компонентли (сув ва қаламча) тизимнинг электр ўтказувчанлиги орасидаги ўзаро боғлиқликни аниқлашда қуйидаги формуладан топилганини таклиф қилган:

$$\gamma = \gamma_1 \cdot X_1 + \gamma_2 \cdot X_2 \quad (1)$$

Бунда: γ – узум қаламчасининг электр ўтказувчанлиги;

X_1 – узум қаламчаларининг ҳажмий концентрацияси;

γ_2 – электр ўтказувчи суюқликнинг ўтказувчанлиги;

X_2 – электр ўтказувчи суюқликнинг ҳажмий концентрацияси;

Икки компонентли тизим узум қаламчаларининг ҳажмий концентрацияси ва электр ўтказувчи суюқликнинг ҳажмий концентрациясида қуйидаги гипотезани илгари суриш мумкин:

$$X_1 + X_2 = 1$$

Бу назарда тутати

$$\sum_{i=1}^2 (\gamma_i - \gamma_{m3}) \cdot X_i \approx 0 \quad (2)$$

Бунда: γ – тизимнинг i компонентининг электр ўтказувчанлиги;

γ – тизимнинг электр ўтказувчанлиги;

X_i – тизимни i компонентининг ҳажмийли концентрацияси;

Технологик жараёнда (2) формуладаги X_i тизимни i компонентининг ҳажмийли концентрациясини X_i^{uu} тизимни i компонентининг самарали ҳажм концентрациясидан кичик ёки тенг деб қараш мумкин:

$$X_i^{uu} \leq X_i \quad (3)$$

бунда: X_i^{uu} – тизимни i компонентининг самарали ҳажм концентрацияси.

Демак, бу ҳолат учун (3) формула қуйидаги кўринишга келади:

$$\sum_{i=1}^2 (\gamma_i - \gamma_{m3}) \cdot X_i^{uu} = 0 \quad (4)$$

бунда: X_i^{uu} – тизимни i компонентининг самарали ҳажм концентрациясини нимага тенглиги аниқланади:

$$X_i^{uu} = \frac{X_i}{f\left(\frac{\gamma_i}{\gamma_{m3}}\right)} \quad (5)$$

бунда: $f(y) \geq 1$ ва $\lim_{y \rightarrow \infty} f(y) = 1$

$f(y)$ функцияни қатор сифатида ифодаланади:

$$\sum_{i=1}^2 (\gamma_i - \gamma_{m3}) \frac{X_i}{1 + d_i \frac{\gamma_i}{\gamma_{m3}}} = 0 \quad (6)$$

Бу ҳолат учун тенгламанинг ечими ($i=2$) кўринишга эга бўлади:

$$\gamma_{m3} = A(X_1, \gamma_1, d_1) + \sqrt{A^2(X_1, \gamma_1, d_1) + \gamma_1 \cdot \gamma_2 (d_1 \cdot X_2 + d_1 \cdot X_1)} \quad (7)$$

$$A = (X_1, \gamma_1, d_1) = \frac{\gamma_1(X_1 - d_1 \cdot X_2) + \gamma_2(X_2 - d_1 \cdot X_1)}{2} \quad (8)$$

бунда: $d_i = \frac{1}{2}$ деб қабул қилинди

Шунда тизимнинг тўла электр ўтказувчанлигини қуйидагича ёзиш мумкин бўлади:

$$\gamma_{m3} = \frac{(3X_1 - 1) \cdot \gamma_1 + (3X_2 - 1) \cdot \gamma_2}{4} + \sqrt{\frac{[(3X_1 - 1) \cdot \gamma_1 + (3X_2 - 1) \cdot \gamma_2]^2}{16} + \frac{\gamma_1 \cdot \gamma_2}{2}} \quad (9)$$

ёки бошқа шаклда:

$$\gamma_{m3} = \frac{(3X_1 - 1) \cdot \gamma_1 + (2 - 3X_1) \cdot \gamma_2}{4} + \sqrt{\frac{[(3X_1 - 1) \cdot \gamma_1 + (2 - 3X_1) \cdot \gamma_2]^2}{16} + \frac{\gamma_1 \cdot \gamma_2}{2}} \quad (10)$$

Узум новда қаламчасини экишдан олдин ўзгарувчан электр токи билан ишлов бериш технологиясида қаламчаларга киритиладиган фойдали энергияни етказиб беришда иккинчи компонент, яъни сувдан фойдаланилади. Бунда жараёнда фойдаланиладиган умумий энергиянинг бир қисми юқори сув концентрациясида ютилади ва уни қизитишга сарфланади. Узум кўчат етиштиришнинг самарадор электротехнологияси (узум новда қаламчаларига экишдан олдин ўзгарувчан электр токи ёрдамида дастлабки ишлов бериш)ни тавсифлаш учун икки компонентли тизимда ютилаётган энергияларни аниқлаш ва жараённи мақбуллаштириш керак.

Турчанин О.С., Коваленко Й.А., Титаревский А.Л., Шибетеев В.А ва Сбитнева Н.И. тадқиқотларида икки компонентли (сув ва қаламча) тизимда ютилаётган умумий W_{ym} энергия сарфини ҳисоблашда Джоул-Ленц формуласидан фойдаланиб энергия тавсифлаган:

$$W_{ym} = \gamma_{m3} \cdot U^2 \quad (11)$$

Демак энергиянинг сақланиш қонунига асосан иккинчи компонентли тизимга асосланган технологияда узум новда қаламчалари томонидан ютиладиган W_1 фойдали энергияни қуйидагича ифодалаш мумкин бўлади:

$$W_1 = W_0 - W_2 \quad (12)$$

бунда: W_1 – узум новда қаламчалари томонидан ютиладиган фойдали энергия;

W_2 – сувни электр иситиш учун сарфланадиган энергия.

В.А.Петрухин тадқиқотларида мевали дарахтлар қаламчаларига электр ишлов беришда (13) ифодани аниқлаган, яъни мевали дарахт қаламчаларига электр ишлов беришда тутувчанлик даражасини (S_{mym}) қуйидагича тавсифлаган.

$$S_{\text{мыт}} = 1 - \left(S_0 - \frac{\gamma}{\alpha} \right) \cdot e^{-\alpha (W - W_0)} - \frac{\gamma}{\alpha} \quad (13)$$

бунда: S_0 – бошланғич тутувчанлик, %

$\gamma = \beta / R_n$ – белгилаш киритилган

β – пропорционлик коэффициент, Ω / J .

R_T – жорий қаршилик, Ω

R_n – бошланғич қаршилик, Ω

α – пропорционлик коэффициент, $1/J$.

Буз узум новда қаламчаларини электр авжлантириш- сарфланаётган қувватни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$P_1 = I \cdot U \cdot \cos \varphi = U \cdot I \cdot \frac{g}{y} = U \cdot I \cdot Z \cdot g = g \cdot U^2 = \frac{1}{R_k} \cdot U^2 \quad (14)$$

бунда: g_a – актив ўтказувчанлик, S;

y – тўла ўтказувчанлик, S;

Z – тўла қаршилик, Ω ;

Узум новда қаламчаларини электр авжлантиришда қаламча томонидан ютиладиган фойдали энергия ($W_{\text{кал. фой}}$) ни қуйидагича ифодаланади:

$$W_1 = P_1 \cdot \tau = \frac{\tau}{R} \cdot U^2 = U^2 \frac{\tau}{R} = U^2 \frac{\tau}{\rho_k \frac{l}{S}} \quad (15)$$

бунда: τ – узум новда қаламчасига электр ишлов бериш вақти, соат

l – узум новда қаламчасининг узунлиги, см

S – қаламчанинг кўндаланг кесим юзаси, мм²

ρ_q – узум новда қаламчасининг солиштирма қарши- лиги, Ом-м.

Сувни электр иситиш учун сарфланадиган энергияни текис параллель электрод системаси учун Джоул-Ленц формуласидан фойдаланилади:

$$W_2 = P_2 \cdot \tau = U^2 \frac{\tau}{R_q} = U^2 \frac{\tau}{\frac{\rho_q l}{S}} = U^2 \frac{\tau}{\frac{\rho_q l}{(v \cdot h)}} \quad (16)$$

бунда: ρ_q – сувнинг солиштирма қаршилиги, Ом-м;

l – текис параллель электрод системаси орасидаги ма- софа, м.

v , h – электрод системасининг геометрик ўлчамлари, см.

(11) ва (16) ифодани (13) ифодага қўйиб, қуйидагича эга бўлдик:

$$S_{\text{мыт}} = 1 - \left(S_0 - \frac{\gamma}{\alpha} \right) \cdot e^{-\alpha \left(\gamma_{\text{мыт}} \cdot U^2 - U^2 \frac{\tau}{\left(\frac{\rho_q l}{v \cdot h} \right)} \right)} - \frac{\gamma}{\alpha} \quad (17)$$

Тасвирланган (17) ифодани соддалаштирадиган бўл- сак (18) назарий ифода эга бўламиз:

$$S_{\text{мыт}} = 1 - \left(S_0 - \frac{\gamma}{\alpha} \right) \cdot e^{-\alpha \left(U^2 \frac{\tau}{\rho_q \frac{l}{S}} \right)} - \frac{\gamma}{\alpha} \quad (18)$$

Узум новда қаламчаларини геометрик ўлчамлари- ни ўрганиш шуни кўрсатдики, ГОСТ 1191-2009 (O'zDSt 1191:2009) ва ГОСТ 28181-89 бўйича қаламчалар диаме- три 1,2–1,5 см бўлиши белгиланган. Бунда қаламчанинг кўндаланг кесим юзаси (S) қиймати 113,04–176,62 мм² ораликда, солиштирма қаршили (ρ) ги эса 106,73–164,85 Ом-м ораликда ўзгариши аниқланди. Ушбу ифодадан кўринадики, узум новда қаламчаларининг тутувчанлик

даражаси ишлов бериш кучланиши (U), ишлов бериш вақти (τ), электродлар орасидаги масофа (l)га боғлиқли- гини кўрсатади. Тадқиқотлар натижалари асосида шакл- лантирилган (18) назарий ифода узум новда қаламчала- рига экишдан олдин ўзгарувчан электр токи билан ишлов беришнинг самарадорлигини тавсифлайди.

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида “Кишмиш черный” нави узум новда қаламчаларини экишдан ол- дин ўзгарувчан электр токи билан дастлабки ишлов беришда таъсир қилувчи факторлар сифатида ишлов бериш кучланиши (U), ишлов бериш вақти (τ) ва электродлар орасидаги масофа (l)ни олиш ҳамда шу омилларни ўз- гартирган ҳолда тадқиқотлар олиб борилса, қаламчалар тутувчанлигини оширишга имкон яратади.

Хулоса. “Кишмиш черный” нави узум қаламчалари- га энергияни киритиш усуллари ва унга таъсир қилувчи омилларни аниқлашда қуйидаги хулосаларга келинди:

- Узум қаламчаларига экишдан олдин электр ишлов бериш орқали уни электр авжлантириш мумкин. Нати- жада узум новда қаламчаларга электр ишлов беришда қаламча намлигини ҳисобга олиш ва ГОСТ 28181-89 га асосан 46 фоиздан кам бўлмаслиги шарт эканлиги аниқланди.

- Узум қаламчаларига экишдан олдин электр ишлов беришда геометрик ўлчамларини ҳисобга олиш муҳим параметрлардан бири ҳисобланади. Натижада ГОСТ 1191-2009 (O'zDSt 1191:2009) ва ГОСТ 28181-89 бўйича ҳамда тажрибалар натижалари асосида қаламчалар диаметри 1,2–1,5 см ораликда, кўндаланг кесим юзаси (S) қиймати 113,04–176,62 мм² ораликда бўлиши аниқланди.

- Узум новда қаламчаларда илдиз ҳосил бўлиш да- ражасини электр авжлантиришда икки муҳитли (сув ва қаламча) тизимнинг электр ўтказувчанлиги орасидаги ўзаро боғлиқлиги ўрганилди. Натижада узум қаламчала- ри томонидан ютиладиган энергия узум қаламчасининг электр ўтказувчанлиги (γ_1), узум қаламчаларининг ҳа- жмий концентрацияси (X_1), электр ўтказувчи суюқлик- нинг ўтказувчанлиги (γ_2) ва электр ўтказувчи суюқлик- нинг ҳажмий концентрацияси (X_2)га боғлиқ эканлиги аниқлаш имкони яратилди.

- Икки муҳитли (сув ва қаламча) тизимнинг ҳажмий концентратсиялари ва уларнинг ҳолати мавжуд адабиёт- лар таҳлили, тажриба натижалари ва назарий жиҳатдан таҳлил қилинди. Натижада икки муҳитли тизим яъни узум новда қаламчаларининг ҳажмий концентрацияси (X_1) ва электр ўтказувчи суюқликнинг ҳажмий концен- трацияси (X_2) орасидаги муносабат ($X_1 + X_2 = 1$) 1 га тенг- лиги аниқланди.

- Узум қаламчаларига экишдан олдин дастлабки ишлов беришда қаламчани солиштирма электр қарши- лиги электр ишлов беришни натижадорлигини харак- тирлайдиган параметр сифатида қаралди. Натижада узум новда қаламчасининг солиштирма электр қаршили электр авжлантириш даврида 106,73–164,85 Ом-м ора- ликда ўзгариши аниқланди.

- Узум новда қаламчаларига экишдан олдин электр ишлов бериш қаламчалар тутувчанлик даражасини оши- ради. Бунда ишлов бериладиган муҳитга киритилади- ган энергия турли факторларга боғлиқ бўлиши ва унинг қийматлари амалий ҳамда назарий жиҳатдан ўрганил- ди. Натижада узум новда қаламчаларига экишдан олдин дастлабки электр ишлов беришда ишчи камера ичига жойлаштирилладиган электродлар орасидаги масофа (l), ишлов бериш кучланиши (U), электр токининг таъсир вақти (τ) ни ҳисобга олиш керак эканлиги аниқланди.

№	Адабиётлар	References
1	“Узумчиликни ривожлантиришда кластер тизими-ни жорий этиш, соҳага илғор технологияларни жалб қилишни давлат томонидан қўллаб-қувватлашнинг қўшимча чора-тадбирлари тўғрисида” ПҚ-5200-сонли Президент қарори. - Тошкент, 2021.	<i>Uzumchilikni rivozhlantirishda klaster tizimini zhorij jetish, soxaga ilgor tehnologijalarni zhalb qilishni davlat tomonidan qullab-quvvatlashning qushimcha chora-tadbirlari tugrisida</i> [On additional measures for the introduction of the cluster system in the development of viticulture, state support for attraction of advanced technologies in this sphere] Tashkent, July 8, 2021. (in Uzbek)
2	Султонов К.С. Узумнинг юқори сифатли сертифи-кاتланган кўчатларини ишлаб чиқариш тизими-нинг илмий асослари. Автореферат. Диссертация қишлоқ хўжалиги фанлари доктори. - Тошкент, 2018. - 222 б.	Sultonov K.S. <i>Uzumning yukori sifatli sertifikatlangan kuchatlarini ishlab chikarish tizimining ilmiy asoslari</i> [Scientific basis of the system of production of high quality certified grape seedlings] Authorship. Dissertation Doctor of Agricultural Sciences. - Tashkent, 2018. Page 222. (in Uzbek)
3	Лыков А. С., Шебетеев В. А., Скворцов В. А. Энергетические показатели установки электрости-муляции черенков винограда. Technical science “Colloquium-journal” 3(27). 2019 год, 37-40 с.	Lykov A.S., Schebeteev V.A., Skvortsov V.A. <i>Energeticheskiye pokazateli ustanovki elektrostimulyatsii cherenkov vinograda</i> [Energy indicators of the installation of electrical stimulation of grape cuttings] Technical science “Colloquium-journal” No3 (27). 2019, 37-40 p. (in Russian)
4	Малтабар Л.М. Еще раз о системе и суперинтен-сивной технологии производства сертифициро-ванного посадочного материала. Питомниковод-ство винограда. Краснодар, 2004. - С.8-16.	Maltabar L.M. <i>Yeshche raz o sisteme i superintensivnoy tekhnologii proizvodstva sertifikirovannogo posadochnogo materiala</i> [Once again about the system and superintensive technology for the production of certified planting material] Nursery grapes. Krasnodar, 2004. Pp.8-16. (in Russian)
5	Кудряков А.Г. Стимуляция корнеобразования черенков винограда электрическим полем: Автореферат. Диссертация канд.техн.наук. - Краснодар, 1999. - 23 с.	Kudryakov A.G. <i>Stimulyasiya korneobrazovaniya cherenkov vinograda zhelektricheskim polem</i> [Stimulation of root formation of grape cuttings by an electric field]: Authorized fats. Dissertation for Candidate of Technical Sciences, Krasnodar, 1999, 23 p. (in Russian)
6	Кудряков А.Г., Перекомий Г.П., Радчевский П.П., Лыков А.С., Безлер С.Ю. Повышение способно-сти корнеобра-зования виноградных черенков с помощью электриче-ского тока. - Краснодар, 1999. - 23 с.	Kudryakov A.G., Perekomy G.P., Radchevsky P.P., Lykov A.S., Bezler S.Yu. <i>Povyshenie sposobnosti korneobrazovaniya vinogradnykh cherenkov s pomoshch'yu elektricheskogo toka</i> [Increasing the rooting ability of grape cuttings using electric current.] Krasnodar, 1999, 23 p. (in Russian)
7	Н.М.Маркаев, Ў.Ҳолиқназаров, Ш.Юсупов. Электро-магнит майдон энергиясидан электротехнологик мақ-садларда фойдаланиш имкониятлари // “Ўзбекистон қишлоқ ва сув хўжалиги” журнали. - Тошкент, 2019. - Махсус сон. - Б. 50-51.	N.M.Markaev, O.Kholiknazarov, Sh.Yusupov. <i>Elektromagnit maydon energiyasidan elektrotekhnologik maksadlarda foydalanish imkoniyatlari</i> [Opportunities for the use of electromagnetic field energy for electrotechnological purposes] Journal of Agriculture and Water Resources of Uzbekistan Special issue. Tashkent, 2019. Pp. 50-51. (in Uzbek)
8	Погосян К.С., Бабахянян М.А. Выращивание са-женцев винограда на гидропонике. Виноделие и виноградар-ство. - Москва, 2001. - №2.- 29 с.	Pogosyan K.S., Babakhanyan M.A. <i>Vyrashchivaniye sazhentsev vinograda na gidroponike</i> [Growing grape seedlings hydroponically] Winemaking and viticulture. Moscow, 2001. No2.29 p. (in Russian)
9	Лучинкин А.А. О стимулирующем действии элек-трического тока на виноградные прививки / Науч. Тр. УСХА. - Киев, 1980. - Вып. 247. - 124 с.	A.A. Luchinkin <i>O stimulirujushhej dejstvii jelektricheskogo toka na vinogradnye privivki</i> [On the stimulating effect of electric current on grape vaccinations] Scientific. Tr. MUSHROOM. Kiev, 1980. Issue. 247. p 124. (in Russian)
10	Перекотий Г. П., Кудряков А. Г., Винников А. В. Стиму-лирующее действие электрического тока на корнеобра-зование посадочного материала винограда // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 1996. - № 346. - 153 с.	Perekotiy G. P., Kudryakov A. G., Vinnikov A. V. <i>Stimulirujushhee dejstvie jelektricheskogo toka na korneobrazovanie posadochnogo materiala vinograda</i> . [Stimulating effect of electric current on the root formation of grape planting material] Proceedings of the Kuban State Agrarian University, No. 346, 1996. - p. 153. (in Russian)
11	Радчевский П.П., Черкунов В.С., Трошин Л.П. При-менение биологически активного вещества «Ра-дикс» при выращи-вании виноградного посадочного материала //Политематический сетевой электрон-ный научный журнал Кубанского государственного аграрного уни-верситета (Научный журнал КубГАУ). - Краснодар: Куб-ГАУ, 2010. - №60(06). - С. 358-378.	Radchevsky P.P., Cherkunov V.S., Troshin L.P. <i>Primenenie biologicheski aktivnogo veshchestva «Radiks» pri vyrashchivanii vinogradnogo posadochnogo materiala</i> [The use of the biologically active substance "Radix" in the cultivation of grape planting material] Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (Scientific journal KubSAU) Krasnodar: KubSAU, 2010. No. 60 (06). Pp. 358 - 378. (in Russian)

12	Радчевский П.П., Трошин Л.П. Регенерационные свойства виноградных черенков под влиянием обработки их гетероауксином в зависимости от сортовых особенностей /Научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №03(077).С.1194–1223.	P.P.Radchevsky, L.P.Troshin <i>Regeneratsionnye svoystva vinogradnykh cherenkov pod vliyaniyem obrabotki ikh geteroauksinom v zavisimosti ot sortovykh osobennostey</i> [Regenerative properties of grape cuttings under the influence of their treatment with heteroauxin depending on varietal characteristics] Scientific journal KubSAU. Krasnodar: KubGAU, 2012. No03 (077). Pp. 1194-1223. (in Russian)
13	Абдураманова С.Х. Ток қаламчаларини тайёрлаш ва кўчатини кўпайтириш усуллари // “Ўзбекистонда озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашда мева-сабзавот ҳамда узумчилик соҳасининг роли ва аҳамияти” мавзусида Халқаро илмий-амалий анжуман конференцияси тўплами.-Тошкент, 2017 йил. –б. 123-125.	Abduramanova S.X. <i>Tok kalamchalarini tajjorlash va kychatini kypajtirish usullari</i> [Methods of preparing vine cuttings and growing seedlings] // Proceedings of the international scientific and practical conference on the topic "The role and importance of fruit and vegetable and viticulture in ensuring food security in Uzbekistan". – Tashkent, 2017. - p. 123-125. (in Uzbek)
14	Бердишев А.С., Матчонов О.Г., Маркаев Н.М. Использование электрофизических методов для ускорения роста корней винограда // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. ISSN: 2350-0328 Vol. 8, Issue.– Индия, 2021. – С. 18510-18514.	Berdishev A.S., Matchonov O.G., Markayev N.M. <i>Ispol'zovanie jelektrofizicheskikh metodov dlja uskorenija rosta kornej vinograda</i> [Use of Electrophysical Methods to Accelerate Root Growth in Grapes] // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. ISSN: 2350-0328 Vol. 8, Issue.– India, 2021. – C. 18510-18514. (in India)
15	Маркаев Н.М. Электрофизик усулларнинг узум қаламчаларида илдиз ҳосил бўлиш жараёнларга таъсири // “Irrigatsiya va melioratsiya” журнали. – Тошкент, 2021. – №4(26). – Б. 51-56.	Markayev.N.M. <i>Jelektrofizik usullarning uzum qalamchalarida ildiz hosil bylish zharajonlarga tasiri</i> [Influence of electrophysical methods on the processes of root formation of grapes] // №4(26).2021 Journal of "Irrigation and melioration". Tashkent, 2021. – P. 51-56. (in Uzbek)
16	Н.М.Маркаев, Ш.Юсупов, Б.Хушбоқов Ш.Раҳмонов. Узум кўчатларини илдиз отиш жараёнини авжлантиришда электротехнологик усуллардан фойдаланиш // "Агро илм" журнали. Тошкент, 2020. – Махсус сон. – Б. 41-42.	N.M.Markaev, Sh.Yusupov, B.Khushboqov. <i>Rakhmonov Uzum kuchatlarini ildiz otish zharayonini avzhlantirishda elektroteh-nologik usullardan foydalanish</i> [Use of electrotechnological methods in accelerating the process of rooting of grape seedlings] Agro Ilm Journal Special Issue [70], 2020. Pp. 41-42. (in Uzbek)
17	Т.Байзаков, Н.Маркаев, Ш.Юсупов. Изучение воздействия энергии электромагнитного поля на соответствующие виды растительного мира и обоснование возможности применения их в технологических целях // "Ўзбекгидроэнергетика" журналы. – Тошкент, 2020. – III (7).	T. Baizakov, N. Markaev, Sh. Yusupov <i>Izucheniye vozdeystviya energii elektromagnitnogo polya na sootvetstvuyushchiye vidy rastitel'nogo mira i obosnovaniye vozmozhnosti primeneniya ikh v tekhnologicheskikh tselyakh</i> // "Ўзбекгидроэнергетика" журналы. – Tashkent, 2020. III (7). Pp. 25-28. (in Russian)
18	Berdishev A S., Markaev NM., Hasanov J. Effects of electrophysical processing on the development of vine root roots. E3S Web of Conferences 264, 04090 (2021). CONMECHYDRO 2021	Berdishev A S., Markaev NM., Hasanov J. Effects of electrophysical processing on the development of vine root roots. E3S Web of Conferences 264, 04090 (2021). CONMECHYDRO 2021
19	Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почво-обрабатывающих машин. – Москва: Машиностроение, 1977. – 328 с.	Sineokov G.N., Panov I.M. <i>Teoriya i raschet pochvoobrabata-tivayuschikh mashin</i> [Theory and calculation of tillage machines.]. Moscow. Mashinostroenie, 1977. 328 p. (in Russian)
20	Турчанин О. С., Коваленко Ю. А., Титаревский А. Л., Щербетеев В. А., Сбитнева Н. И. Расчет соотношения между объемами токоподводящей жидкости и виноградных черенков при электростимуляции. «Colloquium-journal» #7(31),2019 / TECHNICAL SCIENCE. 2019. – С. 25-27.	Turchanin O. S., Kovalenko Yu. A., Titarevsky A. L., Shchebeteev V. A., Sbitneva N. I. <i>Raschet sootnosheniya mezhdru obyemami tokopodvodjashhej zhidkosti i vinogradnyh cherenkov pri jelektrostimuljacji.</i> [Calculation of the ratio between the volumes of current-carrying liquid and grape cuttings during electrical stimulation]. «Colloquium-journal» #7(31),2019 / TECHNICAL SCIENCE. 2019. - Pp. 25-27. (in Russian)

УЎТ: 621.323

ЕМ МАЙДАЛАШ ҚУРИЛМАСИНИНГ АСИНХРОН МОТОРИНИ СТАТИК ВА ДИНАМИК РЕЖИМЛАРИНИ МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАШТИРИШ ОРҚАЛИ БАРҚАРОР ИШ РЕЖИМДА ИШЛАШНИ ТАЪМИНЛАБ ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИГИНИ АНИҚЛАШ

*Н.Б.Пирматов – т.ф.д., профессор, И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети,
А.Т.Паноев – PhD, доцент “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институ-
ти” миллий тадқиқот университети Бухоро табиий ресурсларни бошқариш институти*

Аннотация

Мақолада ем майдалаш қурилмаларининг асинхрон электр моторининг тезлигини частотали усулда бошқариб энергия тежамкорлигига эришиши келтирилган. Частота ўзгартгичлар ёрдамида бевосита, электр мотор частотасини ўзгартириб айланишлар сонини назорат қилиш мумкин. Бу усулнинг қулайликларидан бири шундаки, ток ва айланувчи момент ўртасида мустақкам боғлиқлик бўлгани боис, частота ўзгартгич моторни ишга тушириш вақтида ишга тушириш токини пасайтириш имконини беради. Моторни ишга тушириш вақтида мотор силлиқ ишга тушади ва ишга тушириш вақтида электр энергияси тежалади. Электр юритма – универсал ем майдалаш қурилмасини кучайтириш коэффициенти-ни $K_y=100$ да Гурвиц критерияси ёрдамида математик моделлаштириш орқали ҳисоблаб таҳлил қилинди. Бунда электр юритма – универсал ем майдалаш қурилмаси тизимида кучайтириш коэффициенти - $3,95 < K_y < 895$ оралиқда барқарор режимда ишлаши таъминланади. Универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон мотори статик ва динамик режимларда оптимал бошқарилишига эришилади. Частотавий бошқариш орқали электр энергия истеъмоли 20 фоизгача ҳамда бир йилда 25920 кВт*с электр энергиясини тежалишига эришилади.

Таянч сўзлар: энергия тежамкорлик, электр юритма, частота ўзгарткич, мақбул бошқарув, ишчи механизмлар, энергия самарадорлик, фойдали иш коэффициенти.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ПУТЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМОВ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ УСТРОЙСТВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРМОВ

*Н.Б.Пирматов – д.т.н., профессор, ТГТУ имени И.Каримова,
А.Т.Паноев – PhD., доцент Бухарского института управления природными ресурсами национальный исследова-
тельский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»*

Аннотация

В статье представлена энергоэффективность устройства измельчения кормов путём управления частотой вращения асинхронного электродвигателя. С помощью частотных преобразователей можно напрямую регулировать число оборотов, изменяя частоту электродвигателя. Одним из преимуществ этого метода является то, что, поскольку между током и крутящим моментом существует тесная связь, преобразователь частоты позволяет уменьшить пусковой ток при запуске двигателя. При запуске двигатель запускается плавно и экономит электроэнергию. Коэффициент мощности универсального измельчителя кормов рассчитан и проанализирован путем математического моделирования с использованием критерия Гурвица при 100. При этом в системе электропривод – универсальное подающее измельчающее устройство коэффициент усиления - $3,95 < K_y < 895$ обеспечивается для работы в устойчивом режиме. Асинхронный двигатель универсального измельчителя кормов оптимально управляется в статическом и динамическом режимах. Благодаря частотному регулированию потребление электроэнергии может быть снижено до 20%, а за год можно сэкономить 25 920 кВт*ч электроэнергии.

Ключевые слова: энергосбережение, электропривод, преобразователь частоты, оптимальное управление, рабочие механизмы, энергоэффективность, коэффициент полезной работы.

DETERMINATION OF ENERGY SAVING WHILE PROVIDING A STABLE OPERATION MODE BY MATHEMATICAL MODELING OF STATIC AND DYNAMIC MODES OF ASYNCHRONOUS MOTOR OF EQUIPMENT FOR GRINDING FORAGE

N.B.Pirmatov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Tashkent State Technical University named after I. Karimov, A.T.Panoev – PhD., Associate Professor of the Bukhara Institute of Natural Resource Management national research university "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"

Abstract

The article presents energy efficiency by controlling the rotational speed of the asynchronous electric motor of feed grinding devices. With the help of frequency converters, you can directly control the speed by changing the frequency of the electric motor. One of the advantages of this method is that since there is a close relationship between current and torque, the frequency converter can reduce the starting current when starting the motor. When starting the engine, the engine starts smoothly and saves electricity during starting. The power factor of the universal feed grinder was calculated and analyzed by mathematical modeling using the Hurwitz criterion at 100. At the same time, in the electric drive system - the universal feeding grinder, the gain factor $-3.95 < K_p < 895$ is provided for operation in a stable mode. The asynchronous motor of the universal feed chopper is optimally controlled in static and dynamic modes. Thanks to frequency control, electricity consumption can be reduced by up to 20%, and 25,920 kWt* h of electricity can be saved per year.

Key words: energy saving, electric drive, frequency converter, optimal control, operating mechanisms, energy efficiency, efficiency.

Қириш. Ҳозирги вақтда республикаимизда қишлоқ хўжалиги соҳаси борган сари такомиллашиб, ривожланиб бормоқда. Қишлоқ хўжалигида қўлланилаётган ем майдалаш қурилмаларидан фойдаланиш ҳамда унга бўлган эҳтиёжлар йил сайин ошиб бормоқда. Шунинг учун ҳам ем майдалаш қурилмаларини эксплуатация қилиш жараёнида энергия тежамкор усуллар орқали эксплуатация қилиш ҳозирги куннинг долзарб муаммоларидан бири ҳисобланилади. Пахта селекцияси, уруғчилиги, етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институти Бухоро илмий-тажриба станциясида қўлланилиб келинаётган Украина давлатида ишлаб чиқарилган ҚДУ-2;0-1 типдаги универсал ем майдалаш қурилмасини оладиган бўлсак, бунда бу ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторини бир неча усуллар ёрдамида юргизиш мумкин. Бу универсал ем майдалаш қурилмаси билан маккажўхори уруғи, беда пояси, буғдой сомони, буғдой, тарик, арпа, маккажўхори пояси, ғўзапоя, маккажўхори сўтасини майдалаш ва бошқа барча қишлоқ хўжалигида етиштирилаётган уруғларни ҳам майдалаш имкониятига эга. Бу универсал ем майдалаш қурилмасидан фойдаланганда, майдалаш қурилмасининг асинхрон моторида жуда катта ток сакрашлари ҳосил бўлади, уни ишга тушириш токи ёки тормозланган ротордаги ток деб номланади. Бундан ташқари емларни ёки пояларни бирданга кўп кетиб қолган вақтда, майдалагичнинг асинхрон моторининг айланиш тезлиги пасайиб, юкламаси ошиб кетиши натижасида моторнинг ишлаш муддати қисқаради. Универсал ем майдалагичнинг асинхрон мотори чулғамлари қизиши натижасида куйиш ҳолатлари ва реактив қувват истеъмол қилишига, электр энергиясининг жуда кўп исроф қилинишига олиб келади. Универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторини ишга тушириш жараёнида, ишга тушириш токи номинал токдан 5–10 баробар юқори бўлади. Қисқа муддат таъсир қилади, тезлашиб олганидан сўнг эса, асинхрон мотордаги ток минимал қийматга тушиб кетади. Маълумки, универсал ем майдалаш қурилмаларининг асинхрон моторини тўғридан-тўғри ишга тушириш вақтида катта электр магнит моментлари ва тоқлар юзага келади. Электр магнит моментларнинг катта амплитудали силтанишлари асинхрон мотор статор чулғамида хавфли динамик

юкланишларни ҳосил қилиши мумкин ва шунингдек, электр юритманинг кинематик занжирларида механик зўриқишларни юзага келтириши ҳам мумкин. Шунинг учун бу универсал ем майдалаш қурилмасини эксплуатация қилиш жараёнида, қурилманинг асинхрон моторини ишга тушириш тоқини камайтириш, айланиш тезлигини юклагага мос равишда барқарор иш режимида ишлашини таъминлаш, реактив қувватини қоплаш, таъминот кучланишини стабиллаштириш учун ҳамда электр энергиясини тежаш мақсадида ишга туширишнинг усуллари-дан фойдаланилади.

Кўриб чиқилаётган масаланинг ҳозирги ҳолати таҳлили. Частотавий бошқариш тежамлидир, чунки у асинхрон моторнинг тезлигини ростлаш ҳисобига фойдали иш коэффициентини ошириш ва қувват исрофини камайтиришни таъминлайди. Ем майдалаш қурилмаларини ишга тушириш ва бошқаришда частота ўзгартгич ёрдамида амалга оширилиши кўрсатилган бўлиб, у автомат ва мотор орасида ўрнатилади ва моторнинг айланиш частотасини бошқаради. Электр моторининг тезлигини ўзгарттириш учун илгари тишли узатма (шестерёнка) редукторлардан фойдаланилар эди. Бу эса ўз навбатида турли қийинчиликлар келтириб чиқарган. Ишлаб чиқариш технологияларни ўзига хос томонларидан келиб чиққан ҳолда электр моторининг айланиш сонини камайтириш ёки кўпайтиришга тўғри келса, электр юритмада қўшимча механизмлардан фойдаланиш, ўз навбатида электр моторнинг қувватини ошишига олиб келган [1–20].

Масаланинг қўйилиши. Универсал ем майдалаш қурилмасини ишга тушириш ва бошқаришда частота ўзгартгич ёрдамида амалга оширилади, у автомат ва мотор орасида ўрнатилади ва моторнинг айланиш частотасини бошқаради. Электр моторининг тезлигини ўзгарттириш учун илгари тишли узатма (шестерёнка) редукторлардан фойдаланилар эди. Бу эса ўз навбатида турли қийинчиликлар келтириб чиқарган. Ишлаб чиқариш технологияларни ўзига хос томонларидан келиб чиққан ҳолда электр моторининг айланиш сонини камайтириш ёки кўпайтиришга тўғри келса, электр юритмада қўшимча механизмлардан фойдаланиш, ўз навбатида электр моторнинг қувватини ошишига олиб келган.

Универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон

моторини тезлигини частота ўзгартгич ёрдамида бошқариш усули ҳисобланилади [1]. Бу универсал ем майдалаш қурилмасини ишга тушириш ва бошқаришда частота ўзгартгич ёрдамида амалга оширилади, у автомат ва асинхрон мотор орасида ўрнатилади ва асинхрон моторнинг айланиш частотаси, тезлиги частота ўзгартгич орқали бошқарилади, қўшимча тарзда электр энергия тежалишига олиб келиши қуйидаги 1-расмда кўрсатилган.

Универсал ем майдалаш қурилмаларининг асинхрон моторларини эксплуатация қилиш жараёнида асинхрон моторининг айланиш тезлигини частотани ўзгартириб ростланадиган асинхрон моторларни ишга туширишда частотани маълум қонуният бўйича бошқариб ишга тушириш, статор токининг ўта ошиб кетишидан сақлайди ва шунда ем майдалаш қурилмаларининг асинхрон мотори иссиқлик режими бўйича нормал ишга туширилади. Шу боис ҳам универсал ем майдалаш қурилмаларининг асинхрон моторини ишга тушириш ва тўхтатишларнинг

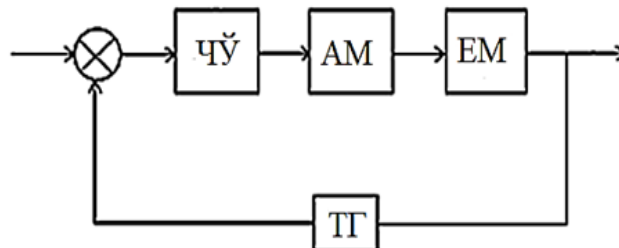


1-расм. Универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторини частота ўзгартгич орқали бошқаришнинг умумий кўриниши

силлиқ кечишини таъминлашда, яъни катта динамик зўриқишларни пайдо бўлишига йўл қўйилмаслик асинхрон моторининг ишлаш муддатини узайтиради. Бундан мақсад универсал ем майдалаш қурилмаларининг асинхрон моторини ишга тушириш ва бошқариш частота ўзгартгич ёрдамида амалга оширилади. Қуйидаги 2-расмда универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторини частота ўзгартгич орқали бошқаришнинг ёпиқ функционал схемаси кўрсатилган.

2-расмда кўрсатилган функционал схема ночизикли объект ҳисобланади ва ночизикли дифференциал тенгламалар билан ифодаланади. Бунда универсал ем майдалаш қурилмаларининг асинхрон моторини ишга тушириш ва бошқаришда частота ўзгартгич ёрдамида амалга оширилади. Тезлиги частотани ўзгартириб ростланадиган асинхрон электр юритмаларни статик режимларида электр энергияни тежаш билан бир қаторда динамик режимларида ҳам электр энергиядан самарали фойдаланиш мумкин. Шунинг учун ҳам универсал ем майдалаш қурилмаларининг асинхрон моторларини эксплуатация қилиш жараёнида асинхрон моторининг айланиш тезлигини частотани ўзгартириб ростланадиган асинхрон моторларни қўллаб ишга туширишда частотани маълум қонуният бўйича бошқариб ишга тушириш, статор токининг ўта ошиб кетишидан сақлашини ва шунда универсал ем майдалаш қурилмаларининг асинхрон мотори барқарор режимида ишлашини таъминлашни математик моделлаштиришдаги ҳисоблашларимиз натижасида амалга оширилади [4].

Натижалар таҳлили ва мисоллар. Маълумки, кичик фарқ қилувчи динамик тизимларни маълум бир барқарор ҳолатида тенгламалар системасини чизикли ҳолга келтириш мумкин, сўнгра узатиш функциясини олиш мумкин. 3-расмда кўрсатилган функционал схемаси учун электр юритманинг ҳаракат тенгламаси қуйидагича бўлади:



2-расм. Ем майдалаш қурилмаларининг асинхрон моторини частотали бошқаришнинг ёпиқ функционал схемаси: ЧЎ – частота ўзгартгич, АМ – асинхрон мотор, ТГ – тахогенератор, ЕМ – ем майдалаш қурилмаси

$$M_{эм} - M_c = J \cdot \frac{\partial}{\partial t} \omega \quad (1)$$

бу ерда: J – инерция моменти; ω – номинал бурчак тезлиги.

(1) тенгламада танланган кичик фарқли ишчи нуқталарда ем майдалаш қурилмаларида энг кўп ишлатиладиган электр моторларидан бири асинхрон моторлари ҳисобланади.

$M_c = const$ шарт учун тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$$\Delta M = J \cdot \frac{\partial}{\partial t} \Delta \omega \quad (2)$$

(2) формулани оператор кўринишида қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\Delta \omega (p) = \Delta M (p) / Jp \quad (3)$$

У ҳолда динамик звонининг узатиш функциясини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$W_d (p) = \Delta \omega (p) / \Delta M (p) = 1 / Jp \quad (4)$$

Ем майдалаш қурилмаларининг асинхрон электр юритма электромагнит моментининг кичик чегараларидаги ўзгариши қуйидаги кўринишида бўлади:

$$\Delta M = (E_B - 6 \cdot x_p \cdot I_{B0} / \pi) \cdot \Delta I_B / \omega \quad (5)$$

ёки оператор кўринишида қуйидагича ёзиши мумкин:

$$\Delta M (p) = (E_B - 6 \cdot x_p \cdot I_{B0} / \pi) \cdot \Delta I (p) / \omega \quad (6)$$

(6)дан динамик звонининг узатиш функциясини қуйидагича ифодалаш мумкин:

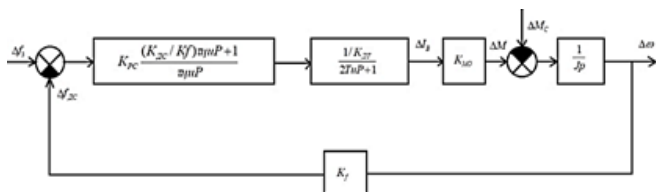
$$\Delta W_{эм}(p) = \Delta M(p) / \Delta I_B(p) = K_{M0} = (E_B - 6 \cdot x_p \cdot I_{B0} / \pi) / \omega \quad (7)$$

Ростлаш контурини тезлик регулятори (3-расм) орқали оптималлаш, симметрик оптимум шarti асосида амалга оширилади.

Очиқ контурнинг узатиш функциясини қуйидаги кўринишда ёзиши мумкин:

$$\Delta W_0(p) = \Delta K'_{PC} \cdot \frac{p \cdot T_{из} + 1}{p \cdot T_{из}} \cdot \frac{1 / K_{ДИ}}{2 \cdot p \cdot T_{и} + 1} \cdot \frac{K_{M0}}{J \cdot p} \quad (8)$$

Ёпиқ ростлаш контурининг узатиш функциясини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:



3-расм. Тезликни ростлаш контурининг структуравий схемаси

$$\Delta W_s(p) = \frac{W_0(p) \cdot K_{PC} \cdot K_{MO} \cdot (p \cdot T_{M2} + 1) / K_{DT}}{1 + W_0(p) \cdot K_f \cdot p^2 \cdot T_{M2} \cdot J \cdot (2 \cdot p \cdot T_M + 1) + K_f \cdot K_{PC} \cdot K_{MO} \cdot (p \cdot T_{M2} + 1) / K_{DT}} \quad (9)$$

ёки

$$\Delta W_s(p) = \frac{(p \cdot T_{M2} + 1) / K_f}{[J \cdot T_{M2} \cdot K_{DT} / (K'_{PC} \cdot K_{MO} \cdot K_f)] \cdot p^2 \cdot (2 \cdot T_M \cdot p + 1) + p \cdot T_{M2} + 1} \quad (10)$$

Куйидаги ўзгартиришлар киритилади:

$$B' = J \cdot T_{M2} \cdot K_{DT} / (K'_{PC} \cdot K_{MO} \cdot K_f); \quad T = 2 \cdot T_M \quad (11)$$

У ҳолда симметрик оптимум шартига кўра $B' = T^2$, $T = 4 \cdot T$ тезлик ростлагич параметрларининг боғлиқлик тенгнамалари куйидагича ифодаланади:

$$T_{M2} = 8 \cdot T_M; \quad K'_{PC} = J \cdot K_{DT} / (4 \cdot T_M \cdot K_{MO} \cdot K_f) \quad (12)$$

(12) тенгламани (9)га қўйиб, тезликни ростлаш ёпиқ контурининг узатиш функцияси формуласи куйидагича ифодаланади:

$$\Delta W_s(p) = \frac{(1 + 8 \cdot T_M \cdot p) / K_f}{64 \cdot T_M^3 \cdot p^3 + 32 \cdot T_M^2 \cdot p^2 + 8 \cdot T_M \cdot p + 1} \quad (13)$$

Тезлик регуляторининг узатиш функцияси (12)га асосан куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\Delta W_{PC}(p) = \frac{J \cdot K_{DT} \cdot (1 + 8 \cdot T_M \cdot p)}{32 \cdot K_{MO} \cdot K_f \cdot T_M^2 \cdot p} \quad (14)$$

Бунда тезлик регуляторининг параметрлари K_{PC} ва $\tau_{ЦП}$ куйидагича аниқланади:

$$K_{PC} = J \cdot K_{DT} / (4 \cdot T_M \cdot K_{MO} \cdot K_{ДС}); \quad (15)$$

$$\tau_{ЦП} = 8 \cdot K_f \cdot T_M / K_{ДС}. \quad (16)$$

2-расмдаги структуравий схема учун дифференциал тенгнамалари куйидагича ифодаланади:

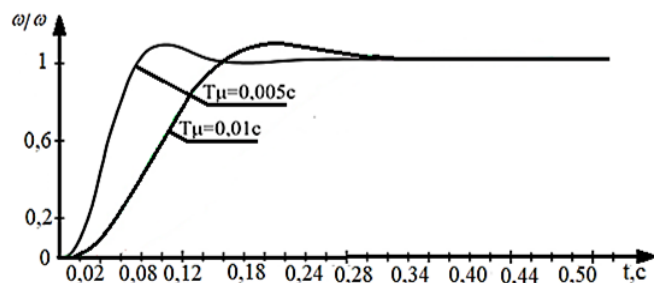
$$\frac{\partial \omega}{\partial t} = (K_{MO} \cdot I_B) / J; \quad (17)$$

$$\frac{\partial I_B}{\partial t} = (U_y / K_{DT} - I_B) / (2 \cdot T_M); \quad (18)$$

$$\frac{\partial U_y}{\partial t} = K'_{PC} \cdot [(f_3 - K_f \cdot \omega) / 8 \cdot T_M] - K_f \cdot (\partial / \partial t \cdot \omega); \quad (19)$$

Бу дифференциал тенгнамалар системасини Рунге-Кутта услуби ёрдамида ечиб, универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон электр юритмаси бурчак тезлигининг ўзгариш графигини олиш мумкин (4-расм). 4-расмда вақт доимийси учун турли қийматлари учун универсал ем майдалаш қурилмаси асинхрон моторининг бурчак тезлигининг ўзгариш графиги кўрсатилган. Графикдан кўринадикки, вақт доимийсининг ошиши билан системанинг тезлиги камаяди. Шу билан бирга ўта ростлаш ҳам камаяди.

Электр юритма – универсал ем майдалаш қурилмаси тизимининг барқарорлиги, узлуксиз бир-бирига боғлиқ



4-расм. Универсал ем майдалаш қурилмасидаги асинхрон электр юритмасининг бурчак тезлигининг ўзгариш графиги

тизимнинг барқарорлигини тадқиқ этиш, чизикли боғлиқ бўлмаган тизим барқарорлигидан фарқ қилмайди. Шунинг учун кўрилайтган тизимнинг барқарорлигини тадқиқ этишни барқарорликнинг маълум бўлган критериялари асосида амалга оширилади. Электр юритма – универсал ем майдалаш қурилмаси тизимининг барқарорлигини таҳлил этишни кучайтириш коэффиенти бўйича Д бўлақларига бўлиш чегараларидаги эгри чизикларини қуришдан бошланади. Системанинг характеристик тенгламасини содда кўринишда (20) ёзилади ва уни кучайтириш коэффиентига нисбаттан ечиб ҳамда оператор p ни $j\omega$ га алмаштирилади:

$$a_0 p^6 + a_1 p^5 + a_2 p^4 + a_3 p^3 + a_4 p^2 + a_5 p + a_6 = 0, \quad (20)$$

$$\text{бу ерда } a_0 = b_0 c_0; \quad b_0 = J_1 J_2 (R_{1\sigma} R_{2\sigma} T_{\sigma 1} T_{\sigma 2} - R_{\sigma 0} T_{\sigma 0}^2); \quad (21)$$

$$c_0 = (K_{T1} T_{T1} + K_{M1} T_{M1}) (K_{T3} T_{T3} + K_{N2} T_{N2}) - K_{T2}^2 T_{T2}^2;$$

$$a_1 = b_0 c_1 + b_1 c_0; \quad b_1 = J_1 J_2 [R_{1\sigma} R_{2\sigma} (T_{\sigma 1} + T_{\sigma 2}) - 2R_{\sigma 0}^2 T_{\sigma 0}^2] \quad (22)$$

$$c_1 = (K_{T3} + K_{N2}) (K_{T1} T_{T1} + K_{M1} T_{M1}) + (K_{T1} + K_{M1}) * (K_{T3} T_{T3} + K_{N2} T_{N2}) - 2R_{T2}^2 T_{T2}^2;$$

$$a_2 = b_2 c_0 + b_1 c_1 + b_0 c_2;$$

$$b_2 = J_1 J_2 (R_{1\sigma} R_{2\sigma} - R_{\sigma 0}^2) + R_{1\sigma} K_{E2} K_{M2} J_1 T_{\sigma 1} + R_{2\sigma} K_{E1} K_{M1} J_2 T_{\sigma 2}$$

$$c_2 = (K_{T1} + K_{M1}) (K_{T3} + K_{N2}) - K_{T2}^2; \quad (23)$$

$$a_3 = b_1 c_2 + b_2 c_1 + b_3 c_0 + K_y K_U K_\delta (c_3 d_1 + c_4 d_2);$$

$$b_3 = R_{1\sigma} K_{E2} K_{M2} J_1 + R_{2\sigma} K_{E1} K_{M1} J_2; \quad (24)$$

$$c_3 = K_{T1} T_{M1} + K_{T1} T_{T1} - K_{T2} T_{T2};$$

$$c_4 = K_{N2} T_{N2} + K_{T3} T_{T3} - K_{T2} T_{T2};$$

$$d_1 = K_{M2} K_{\omega 2} J_1 (R_{1\sigma} T_{\sigma 1} - R_{\sigma 0} T_{\sigma 0});$$

$$d_2 = K_{M1} K_{\omega 1} J_2 (R_{2\sigma} T_{\sigma 2} - R_{\sigma 0} T_{\sigma 0});$$

$$a_4 = b_2 c_2 + b_3 c_1 + b_4 c_0 + K_y K_U K_\delta (c_3 d_3 + c_4 d_4 + c_5 d_1 + c_6 d_2)$$

$$b_4 = K_{E1} K_{E2} K_{M1} K_{M2};$$

$$c_5 = (K_{M1} + K_{T1} - K_{T2}); \quad c_6 = (K_{N2} + K_{T3} - K_{T2})$$

$$d_3 = K_{M2} K_{\omega 2} J_1 (R_{1\sigma} - R_{\sigma 0});$$

$$d_4 = K_{M1} K_{\omega 1} J_2 (R_{2\sigma} - R_{\sigma 0});$$

$$a_5 = b_3 c_2 + b_4 c_1 + K_y K_U K_\delta (c_3 b_5 + c_4 b_6 + c_5 d_3 + c_6 d_4)$$

$$b_5 = K_{E1} K_{M1} K_{M2} K_{\omega 2}; \quad (25)$$

$$b_6 = K_{E2} K_{M2} K_{M1} K_{\omega 1};$$

$$a_6 = K' \left(\frac{K}{K'} + K_y \right); \quad K' = K_H K_\delta (b_3 c_5 + b_6 c_6) = K_U K_\delta K_{M1} K_{M2} [K_{E1} K_{\omega 2} (K_{M1} + K_{T1} - K_{T2}) + K_{E2} K_{\omega 1} (K_{N2} + K_{T3} - K_{T2})];$$

$$K = K_{E1} K_{E2} K_{M1} K_{M2} [(K_{M1} + K_{T1}) (K_{N2} + K_{T3}) - K_{T2}^2]. \quad (26)$$

$$\frac{K}{K_y} = - \frac{C(j\omega)}{G(j\omega)} \quad (27)$$

$$C(j\omega) = a_0(j\omega)^6 + a_1(j\omega)^5 + a_2(j\omega)^4 + (b_2c_2 + b_2c_1 + b_3c_0)(j\omega)^3 + b_2c_2 + b_3c_1 + b_4c_0(j\omega)^2 + (b_3c_2 + b_4c_1)j\omega + b_4c_2;$$

$$G(j\omega) = K_y K_0 [(d_1c_3 + d_2c_4)(j\omega)^3 + (d_1c_5 + d_2c_6 + d_3c_3 + d_4c_4)(j\omega)^2 + d_3c_5 + d_4c_6 + b_5c_3 + b_6c_4] j\omega + b_5c_5 + b_6c_6; \text{ ёки}$$

$$\overline{K}_y = \frac{a_0\omega^6 - a_2\omega^4 + (b_2c_2 + b_3c_1 + b_4c_0)\omega^2 - b_4c_4 + K_V K_0 \{ [(b_5c_5 + b_6c_6) - (d_1c_5 + d_2c_6 + d_3c_3 + d_4c_4)\omega^2] + j[(b_2c_2 + b_2c_1 + b_3c_0)\omega^3 - a_1\omega^5 - (b_3c_2 + b_4c_1)\omega] + j[(d_3c_5 + d_4c_6 + b_5c_3 + b_6c_4)\omega - (d_1c_3 + d_2c_4)\omega^3] \}}{28\text{-тенглама ҳақиқий ва хаёлий қисмларга бўлинади:}}$$

28-тенглама ҳақиқий ва хаёлий қисмларга бўлинади:

$$\overline{K}_y = A(\omega) + j B(\omega) \quad (29)$$

$$A(\omega) = \frac{[a_0\omega^6 - a_2\omega^4 + (b_2c_2 + b_3c_1 + b_4c_0)\omega^2 - b_4c_4] * K_V K_0 \{ [(b_5c_5 + b_6c_6) - (d_1c_5 + d_2c_6 + d_3c_3 + d_4c_4)\omega^2]^2 + * [(b_3c_2 + b_4c_1)\omega - (d_1c_3 + d_2c_4)\omega^3]^2 + [(d_3c_5 + d_4c_6 + b_5c_3 + b_6c_4)\omega - (d_1c_3 + d_2c_4)\omega^3]^2 \}}{[h_2c_2 + b_2c_1 + b_3c_0]\omega^3 - a_1\omega^5 - (b_3c_2 + b_4c_1)\omega - (d_1c_3 + d_2c_4)\omega^3 + [(d_3c_5 + d_4c_6 + b_5c_3 + b_6c_4)\omega - (d_1c_3 + d_2c_4)\omega^3]^2}$$

$$B(\omega) = \frac{[(b_3c_2 + b_4c_1)\omega - (d_1c_3 + d_2c_4)\omega^3] * K_V K_0 \{ [(b_5c_5 + b_6c_6) - (d_1c_5 + d_2c_6 + d_3c_3 + d_4c_4)\omega^2]^2 + * [(b_2c_2 + b_2c_1 + b_3c_0)\omega^3 - a_1\omega^5 - (b_3c_2 + b_4c_1)\omega] - + [(d_3c_5 + d_4c_6 + b_5c_3 + b_6c_4)\omega - (d_1c_3 + d_2c_4)\omega^3]^2 \}}{[h_2c_2 + b_2c_1 + b_3c_0]\omega^3 - a_1\omega^5 - (b_3c_2 + b_4c_1)\omega - (d_1c_3 + d_2c_4)\omega^3 + [(d_3c_5 + d_4c_6 + b_5c_3 + b_6c_4)\omega - (d_1c_3 + d_2c_4)\omega^3]^2} \quad (30)$$

Универсал ем майдалаш қурилмасидаги 4A90L6У3 типли асинхрон моторнинг маълумотномалардан олинган қуйидаги параметрлари ва коэффициентлари берилган:

$$R_{1\Omega} = R_{2\Omega} = 0,15 \text{ Ом} \quad K_{\omega 1} = K_{\omega 2} = 0,45 \text{ м с};$$

$$K_{E1} = K_{E2} = 4,6 \text{ В с}; \quad K_{N1} = K_{N2} = 7 \text{ с/м}^2;$$

$$K_{M1} = K_{M2} = 5,01 \text{ В с}; \quad K_{T1} = K_{T3} = 28 \text{ с/м}^2;$$

$$J_1 = J_2 = 45 \text{ кгм с}^2; \quad T_{\Omega 1} = T_{\Omega 2} = 0,01 \text{ с};$$

$$R_{\Omega 0} = 0,11 \text{ Ом}; \quad K_{T2} = 26 \text{ с/м}^2;$$

$$K_V = 110 \text{ В}; \quad T_{T1} = T_{T3} = 1,5 \text{ с};$$

$$K_\phi = 0,46 \text{ В с/ м}^3; \quad T_{T2} = 1,59 \text{ с};$$

$$T_{\Omega 0} = 0,002 \text{ с}; \quad T_{N1} = T_{N2} = 0,011 \text{ с};$$

1-жадвалда универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторнинг Д бўлақларга бўлиш эгри чизик координаталарда ҳисобланган қийматлар кўрсатилган.

Ихтиёрий «m» нуқта учун кучайтириш коэффициентини $K_y=100$ га Гурвиц критерияси ёрдамида барқарорлик аниқланади. Олтинчи тартибли барқарорлик шартига асосан коэффициентларнинг нисбат қийматлари қуйидагича аниқланилади:

$$\Delta_3 = a_3\Delta_2 - a_1(a_1a_4 - a_0a_5) = a_3(a_1a_2 - a_0a_3) - a_1(a_1a_4 - a_0a_5) > 0$$

$$\Delta_5 = a_5\Delta_4 + a_6[(a_1a_2 - a_0a_3)(2a_1a_5 - a_2^2) + a_1a_3(a_1a_4 - a_0a_5) - a_1^2a_6 = a_5[(a_1a_2 - a_0a_3)(a_3a_4 - a_2a_5) - (a_1a_4 - a_0a_3)^2] + a_6[(a_1a_2 - a_0a_3) * (2a_1a_5 - a_2^2) + a_1a_3(a_1a_4 - a_0a_5) - a_1^2a_6] > 0$$

Текшириш натижасида қуйидагилар аниқланди: $\Delta_3 = 52,12 * 10^{12} > 0$; $\Delta_5 = 198,27 * 10^{25} > 0$.

Шундай қилиб, электр юритма – универсал ем майдалаш қурилмаси тизими - $3,95 < K_y < 895$ оралиқда барқарор ишлайди.

Бу усулнинг қулайликларидан бири шундаки, асинхрон мотор, ток ва айланувчи момент ўртасида мустақкам боғлиқлик бўлгани боис, частота ўзгартгич ишга тушириш тоқини пасайтириш имконини беради. Универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторини силлиқ ишга тушириш қурилмаларининг ишлаш принципи барча силлиқ ишга тушириш қурилмалари бу таъсир этувчи кучланиш қийматининг тиристорли ростлагичлари бўлиб, ростлаш схемаси, универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторига тушаётган юкламага боғлиқ равишда ўзгартириш алгоритмлари, сервис функциялари билан бир-бирдан фарқланиши мумкин.

Универсал ем майдалаш қурилмасидаги асинхрон моторини тезлигини силлиқ ишга туширишда энг яхши натижаларга эришишни таъминловчи, функционал жиҳатдан ҳам, техник жиҳатдан мукамал ечим бўлиб, айланиб ўтувчи контакторга уланмасдан, бошқарув занжирларида доимий қоладиган, контактларни учқунланиши мутлақ бўлмади.

Техник жиҳатдан қўлланилиш соҳаси универсал бўлиб, универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторини динамик тормозлаш ва асинхрон моторини тескари айлантиришда қўллаш имкони мавжуд. Уч фазали бошқариш белгиланган алгоритмларни қўлланилганда универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторининг ишлашини оптималлаштириши орқали асинхрон мотор энергетик характеристикаларини яхшилаш мумкин.

Шундай қилиб, универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторини силлиқ юргизиб юбориш, асинхрон моторни самарали ишга тушириш ва универсал ем майдалаш қурилмасини ишга яроқсиз бўлиб қолишдан ҳимоялайди.

Универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторини силлиқ юргизиб юбориш универсал ем майдалаш қурилмасини самарали қўлланилиши белгиланган номинални аниқ танлов шартигагина мақсадга мувофиқ бўлади. Бундай танловнинг мезони бўлиб одатда асинхрон мотор юкласи тури, ишга тушириш параметрлари ва паспорт маълумотлари ҳисобланади.

Шунинг учун универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторини силлиқ юргизиб юбориш қурилмасини танлашда унинг келажакдаги қўлланилиш соҳасини ҳисобини олиш муҳимдир. Бу мақсадга эришиш учун универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторининг айланиш частотасини бошқариш йўли билан юкламага мос равишда бошқариш имконини беради ва натижада электр энергияни тежалишига олиб келади.

Кучланиш тармоғига (U=380 В) автомат уланади, автомат ва асинхрон мотор орасида частота ўзгартгич ўрнатилган бўлиб, у универсал ем майдалаш қурилмасининг

1-жадвал

Универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторининг Д бўлақларга бўлиш эгри чизик координаталарда ҳисобланган қийматлари

ω	0	0,5	1	2	5	10	12	15	18	20	25
A(ω)	-3,95	-3,12	-1,2	-5,61	58,1	250	320,1	492	772,4	1025	1460
B(ω)	0	-3,45	-7,23	-13,8	-30,6	-48,9	-47,12	-32,3	-7,9	21,4	120

асинхрон моторининг айланиши частотасини бошқаради. Универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторини ёқиш вақтида оҳиста ишлайди. Бундан ташқари ишга тушириш ва эксплуатация жараёнида сарфланадиган электр энергиясининг 20 фоизгача тежалишига олиб келади.

Хулоса. Пахта селекцияси, уруғчилиги, етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институтининг Бухоро илмий-тажриба станциясида қўлланилиб келинаётган Украина давлатида ишлаб чиқарилган ҚДУ-2;0-1 типдаги универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон моторини эксплуатация қилиш жараёнида, электр юритма – универсал ем майдалаш қурилмаси тизимининг барқарорлигини таҳлил этишда кучайтириш коэф-

фициенти бўйича Д бўлақларга бўлиш чегараларидаги эгри чизиклари қурилди. Электр юритма – универсал ем майдалаш қурилмасини кучайтириш коэффициентини $K_y = 100$ да Гурвиц критерияси ёрдамида математик моделлаштириш орқали ҳисоблаб таҳлил қилинди. Бунда электр юритма – универсал ем майдалаш қурилмаси тизимида кучайтириш коэффициентини $3,95 < K_y < 895$ ораликда барқарор режимда ишлаши аниқланди. Шунда универсал ем майдалаш қурилмасининг асинхрон мотори статик ва динамик режимларда оптимал бошқарилишига эришилди. Частотавий бошқариш орқали электр энергия истеъмоли 20 фоизгача ҳамда бир йилда 25920 кВт*с электр энергиясини тежалишига эришилди.

№	Адабиётлар	References
1	Baratov R., Pirmatov N., Panoev A., Chulliyev Ya., Ruziyev S. and Mustafuqulov A. Achievement of electric energy savings through controlling frequency convertor in the operation process of asynchronous motors in textile enterprises IPICSE 2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012161 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012161	Baratov R., Pirmatov N., Panoev A., Chulliyev Ya., Ruziyev S. and Mustafuqulov A. Achievement of electric energy savings through controlling frequency convertor in the operation process of asynchronous motors in textile enterprises IPICSE 2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012161 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012161
2	Pirmatov N., Bekishev A., Shernazarov S., Kurbanov N., Norkulov U. Regulation of mains voltage and reactive power with the help of a synchronous compensator by two-axis excitation E3S Web of Conferences, 2021, 264, 04028	Pirmatov N., Bekishev A., Shernazarov S., Kurbanov N., Norkulov U. Regulation of mains voltage and reactive power with the help of a synchronous compensator by two-axis excitation E3S Web of Conferences, 2021, 264, 04028
3	Toirov O., Alimkhodjaev K., Pirmatov N., Kholbutaeva A. Mathematical model to take into account the influence of saturation of the magnetic circuit on the starting characteristics of a synchronous motor. E3S Web of Conferences, 2020, 216, 01119	Toirov O., Alimkhodjaev K., Pirmatov N., Kholbutaeva A. Mathematical model to take into account the influence of saturation of the magnetic circuit on the starting characteristics of a synchronous motor. E3S Web of Conferences, 2020, 216, 01119
4	E Usmanov, R Karimov, M Bobojanov, A Rasulov, Controlled switching circuits based on non-linear resistive elements, (E3S Web of Conferences, 139, 01039, 2019),	E Usmanov, R Karimov, M Bobojanov, A Rasulov, Controlled switching circuits based on non-linear resistive elements, (E3S Web of Conferences, 139, 01039, 2019),
5	Pirmatov N., Panoev A. Frequency control of asynchronous motors of looms of textile enterprises E3S Web of Conferences, 2020, 216, 01120 .	Pirmatov N., Panoev A. Frequency control of asynchronous motors of looms of textile enterprises E3S Web of Conferences, 2020, 216, 01120 .
6	R.Karimov, M.Bobojanov and others. Non-contact controlled voltage stabilizer for power supply of household consumers, (IOP Conf. Series: Materials Science and Eng.: 883(1), 012120, 2020).	R.Karimov, M.Bobojanov and others. Non-contact controlled voltage stabilizer for power supply of household consumers, (IOP Conf. Series: Materials Science and Eng.: 883(1), 012120, 2020).
7	R.Karimov, A.Kuchkarov and others. Analysis and study of energy efficiency by the operation of a voltage stabilizer (Journal of Physics: Conference Series 2094, 052050, 2021).	R.Karimov, A.Kuchkarov and others. Analysis and study of energy efficiency by the operation of a voltage stabilizer (Journal of Physics: Conference Series 2094, 052050, 2021).
8	Sh.Rakhmanov, N.Azizova, D.Abdullaeva, A.Abduganiev, A.Akbaraliev, E.Kamolov. Automatic control system for the technological process of chlorella cultivation. Scopus, CONMECHYDRO – 2020.	Sh.Rakhmanov, N.Azizova, D.Abdullaeva, A.Abduganiev, A.Akbaraliev, E.Kamolov. Automatic control system for the technological process of chlorella cultivation. Scopus, CONMECHYDRO – 2020.
9	A.Раджабов, А.Бокиев. Ўзбекистон Республикаси агросаноат мажмуида электр энергияси истеъмоли меъёрларини такомиллаштириш (Монография). – Тошкент, ТИҚХММИ, 2019. – 96 б.	A.Radjabov, A.Bokiev. <i>Uzbekiston Respublikasi agrosanoat majmuida elektr energiyasi iste'moli meyorlarini takomillashtirish</i> (Monograph) TIQKMMI 2019, T-2019, 96b.

10	З.Джумабаева., А.Бердышев., М.Ибрагимов., А.Джумабаев. "Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари" мавзuidaги конференция мақолалари тўплами. – Тошкент, 2020. – Б. 68-74.	Z.Djumabayeva, A.Berdishev, M.Ibragimov, A.Djumabayev. "Qishloq va suv xo'jaligining zamonaviy muammolari" mavzuidagi konferensiya maqolalari to'plami. Tashkent, 2020, B. 68-74.
11	А.А.Турдибаев, Н.А.Айтбаев. Ичимлик сувни тозалашда электрфизик таъсирлардан фойдаланиш // Журнал Scientific-methodical journal. – Тошкент, 2021. – Б. 40-46. ISSN (E) – 2181 – 1334.	A.A. Turdibaev, N.A. Aytbaev <i>Ichimlik suvni tozalashda jelektorfizik ta'sirlardan fojhdalanish</i> [Using electrophysical effects in drinking water purification] Uzacademia scientific-methodical journal. Tashkent, 2021. Pp 40-46. ISSN (E) – 2181 – 1334 (in Uzbek)
12	Pirmatov N., Bekishev A., Shernazarov S., Kurbanov N., E3S Web of Conferences, 2021, 264, 04028, Regulation of mains voltage and reactive power with the help of a synchronous compensator by two-axis excitation, https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404028	Pirmatov N., Bekishev A., Shernazarov S., Kurbanov N., E3S Web of Conferences, 2021, 264, 04028, Regulation of mains voltage and reactive power with the help of a synchronous compensator by two-axis excitation, https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404028
13	Ражабов А., Мусабеков А. Автономный комплекс обеззараживания воды в сельской местности Узбекистана // ГЕЛИ-ОТЕХНИКА Международный журнал. 2019. – Том 55. – №1. – С 45-56.	Rajabov A., Musabekov A. <i>Avtonomnyy kompleks obezzarazhivaniya vody v sel'skoy mestnosti Uzbekistana</i> //GELIOTEKHNIKA Mezhdunarodnyy zhurnal. 2019, Tom 55, №1 str.45-56.
14	А.Раджабов, А.Бокиев. Ўзбекистон Республикаси агросаноат мажмуида электр энергияси истеъмоли меъёрларини такомиллаштириш (монография). – Тошкент, ТИҚХММИ, 2019. – 96 б.	Radjabov A., A. Bokiev <i>Uzbekiston Respublikasi agrosanoat majmuida elektr energiyasi iste'moli meyorlarini takomillashtirish</i> // monograph ТИҚХММИ 2019, Т-2019, 96б.
15	Юнусов Р.Ф. Автоматизированный линейный асин-хронный электропривод платформенного кормораздатчика. В кн.: Рациональное использование электроэнергии в сельском и водном хозяйстве. Сб.науч.тр. / ТИИИМСХ. – Ташкент, 1998. – С. 111-118.	Yunusov R.F. Automated linear asynchronous electric drive of a platform feeder. - In the book: Rational use of electricity in agriculture and water management. Collection of scientific works / ТИИИМСХ, Tashkent, 1998, pp. 111-118.
16	Конярев О.С. Обеспечение эксплуатационной надежности асинхронных двигателей малой и средней мощности. Автореф. дис. на соиск. уч. степени к.т.н. – Томск: ТПУ, 2000. – 19 с.	Konarev O.S. Ensuring the operational reliability of asynchronous motors of small and medium power.- Abstract of the thesis. dis. for the competition uch. Ph.D. degree. Tomsk: TPU, 2000. 19 p.
17	А.А.Турдибаев, Н.А.Айтбаев Коллектор-дренаж сувларини электр кимёвий активлаштиришда энергия самардор электротехнологияни қўллаш // "Электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш ҳамда ундан оқилона фойдаланишнинг долзарб муаммолари" мавзuidaги конференция мақолалари тўплами – Тошкент, 2020. – Б. 163-164.	A.A. Turdibaev, N.A. Aytbaev <i>Kollektor-drenazh suvlarini elektr kimjoviy aktivlashtirishda energiya samarador elektrotehnologiyani kullash</i> [Application of energy-efficient electrotechnology in electrochemical activation of collector-drainage waters] "generation, transmission and distribution of electrical energy as well as problems of reasonable USE" Tashkent 2020. Pp 163-164. (in Uzbek)
18	А.С.Бердышев, А.А.Турдибаев, Н.А.Айтбаев. Обеззараживание жидкости методом электрогидравлического удара // "Ўзбекистонда фанлараро инновациялар ва илмий тадқиқотлар" журналы. – Тошкент, 2021. – Б. 176-186.	A.S. Berdishev, A.A. Turdibaev, N.A. Aitbaev <i>Obezzarazhivanie zhidkosti metodom elektrogidravlicheskogo udara</i> [Liquid disinfection by the method of electrohydraulic impact] journal of interdisciplinary innovations and scientific research in uzbekistan. Tashkent 2021. Pp 176-186. (in Russian)
19	Бердышев А.С. Исследование воздействий электромагнитных полей на процесс обеззараживания воды // Журнал «Вестник науки» Акмолский сельскохозяйственный институт. – Акмола, 2006. – №4. – С. 311-313.	Berdyshev A.S. <i>Issledovanie vozdeystviy elektromagnitnyh poley na process obezzarajivaniya vody</i> [Study of the effects of electromagnetic fields on the process of water disinfection] journal "Herald of Science", Akmoli Agricultural Institute - Akmola, 2006. №. 4, Pp. 311-313. (in Russian)
20	Топорков В.Н., Королев В.А. Энергоэффективные электроимпульсные технологии в агротехнологических системах // Вестник ВИЭСХ. – 2018. – N2(31). – С. 85-89.	Toporkov V.N., Korolev V.A. <i>Jenergojefektivnye jelektroimpul'snye tehnologii v agrotehnologicheskix sistemah</i> // Vestnik VIJeSH. 2018. N2(31). S. 85-89. [Toporkov V.N., Korolev V.A. Energy-efficient electropulse technologies in agrotechnological systems. Vestnik VIESKh. 2018. N2(31). pp. 85-89]. (in Russian)

UO'T: 371.035.3:371.3

BIM TEXNOLOGIYASIDAN FOYDALANGAN HOLDA GIDROTEKNIK INSHOOTLAR 3D MODELINI QURISH

*J.A.Qosimov – mustaqil izlanuvchi, D.Qalandarova–magistrant,
“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti
Annotatsiya*

Maqolada grafik darsturlar orqali ta'lim tizimida, xususan, texnika oliy ta'lim muassalarida muhandislik fanlarida grafik dasturlar roli, ular orqali bugungi kun talabi bo'lgan Build Art texnologiyalar bilan bog'liq masalalar o'z yechimini oson va qulay erishilganligini ko'rishimiz mumkin. Predmetlarning fazoviy xossalari va vazifalarini tahlil qilish ko'nikma, malakalari talabalarni grafik tayyorgarligining muhim tarkibiy qismidir. Grafik ta'lim sohasida talabalarning fazoviy tasavvurini rivojlantirish, fazoviy obrazlarni hayolan tahlil qilish, talabalarning aqliy va bilish faoliyatini faollashtirish, fazoviy tafakkurini, tasavvurini rivojlantirish, fazoviy hodisalarni, shakllarni hayolan kuzatish, qabul qilish hamda barcha grafik bilim va malakalarni o'zlashtirish, xotirada saqlab qolish kabi ijodiy fazilatlarini tarkib topdirishga salmoqli ulush qo'shib kelmoqda.

Kalit so'zlar: BIM (Building Information Modeling), grafik dasturlar, ta'lim, tahlil va natijalar, gidroteknik inshootlar, 3D model, muhandislik kompyuter grafikasi.

ПОСТРОЕНИЕ 3D МОДЕЛИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ BIM

*Дж.А.Касымов – независимый исследователь, Д. Каландарова–магистрант,
Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт ирригации и механизации сельского хозяйства»
Аннотация*

В статье рассматривается роль графических программ по инженерным наукам в системе образования, особенно в технических вузах, через них мы видим, что вопросы, связанные с востребованными сегодня технологиями Build Art, могут быть легко решены. и удобно решается. Умение анализировать пространственные свойства и задачи предметов является важной составляющей графической подготовки учащихся. В области графического образования развитие пространственного воображения учащихся, образный анализ пространственных образов, активизация мыслительной и познавательной деятельности учащихся, развитие пространственного мышления и воображения, образное наблюдение и восприятие пространственных явлений, форм, усвоение всего графические знания и навыки, сохраняя в памяти творческие качества, такие как стойкость, вносят существенный вклад в создание контента.

Ключевые слова: BIM (Информационное моделирование зданий), Графические программы, обучение, анализ и результаты, гидротехнические сооружения, 3D-модель, инженерная компьютерная графика

BUILDING A 3D MODEL OF HYDRAULIC STRUCTURES USING BIM TECHNOLOGY

*J.A.Kasimov is an independent researcher, D. Kalandarova–masret student,
National Research University “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”
Abstract*

In the article, the role of graphic programs in the engineering sciences in the educational system, especially in technical higher education institutions, through them, we can see that the issues related to Build Art technologies, which are the demand of today, can be easily and conveniently solved. The ability to analyze the spatial properties and tasks of subjects is an important component of the graphic preparation of students. In the field of graphic education, development of students' spatial imagination, imaginative analysis of spatial images, activation of mental and cognitive activities of students, development of spatial thinking and imagination, imaginative observation and acceptance of spatial phenomena, shapes, and acquisition of all graphic knowledge and skills, keeping in memory creative qualities such as staying have been adding a significant share to the creation of content.

Key words: BIM (Building Information Modeling), Graphical programs, education, analysis and results, hydrotechnical structures, 3D model, engineering computer graphics

Kirish. Hozirgi kunga kelib 3D modellashtirish marketing, arxitektura va dizayn, kinematografiya va boshqa sohalarda keng qo'llanib kelmoqda. 3D modellashtirish kelajak binolarini pratatipini yaratish yoki biron bir kompaniya ishlab chiqargan mahsulotning prezintasiyasini o'tkazish jarayonida muhim rol o'ynaydi. 3D pechatning yaratilishi tufayli 3D modellashtirish yana bir pog'ona oldinga siljidi va hozirgi jamiyatda yanada talab qilinadigan sohaga aylandi. Endilikda har bir inson o'zi chizgan rasimi yoki Intrnetdan ko'chirib olgan rasm obyekti bo'ladimi, dizaynerski model

yoki sevimli multqahramonimizning persanaji bo'ladimi 3D printerda pechat qilish imkoniyatiga ega. Albatta, 3D dasturida ishlashni va modellashtirishni hamma ham tushunavermaydi. Shu sababli 3D modellashtirish sohasida kasbga talab kuchaydi va 10 yil davomida o'sib bordi [1, 2].

Ko'rib chiqilayotgan muammoning hozirgi holati. 3D-modellashtirish o'zida maxsuslashtirilgan dasturiy ta'minotdan foydalanib, 3D-modelni (yoki uch o'lchovli obyekt ko'rinishidagi karkas model) ishlab chiqish tartibini ifodalaydi. Uch o'lchovli model chiziqlar va egri sirtlar bilan

o'zaro bog'langan ko'pgina nuqtalar yordamida yaratiladi. Uch o'lchovli modellashtirish qo'llaniladigan sohalar doimo kengayib bormoqda. U quyidagi: o'yinlar, ya'ni realistik personajlarning modellashtirilishi amalga oshirilishi; tibbiyot – inson tanasi organlarining alohida modellarining yaratilishi; muhandislik – transport vositalari, yangi qurilma va inshootlar modeli ishlab chiqilishi; kinematografiya – turlicha maxsus effektlar va xayoliy personajlar yaratilishi kabi sohalarini qamrab olmoqda. Shuningdek, reklama sohasida ham 3D-modellashtirishdan yetarlicha foydalanib kelinmoqda.

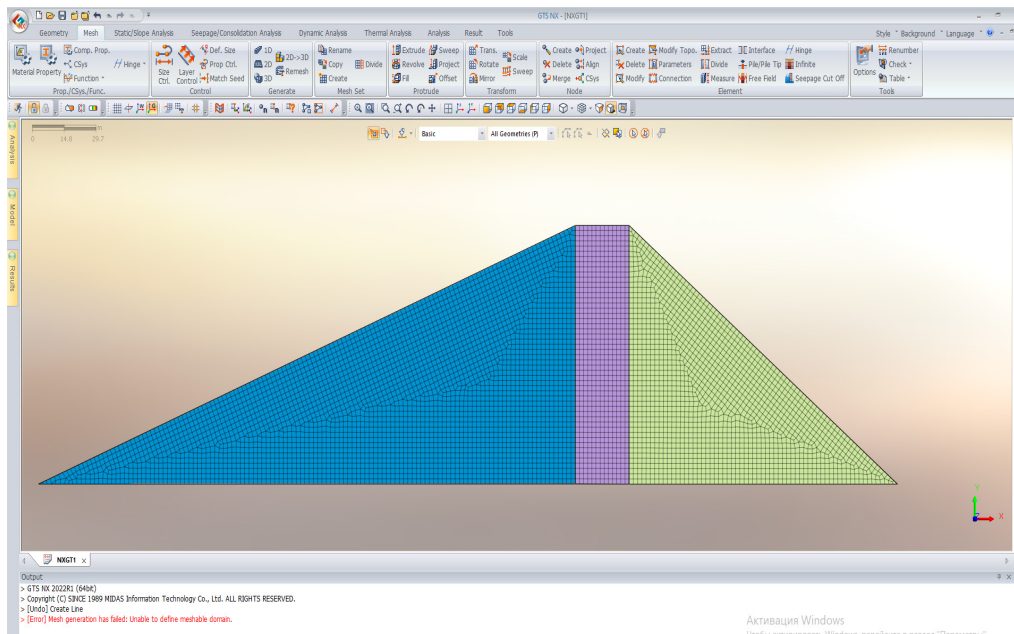
Masalaning quyilishi. Uch o'lchovli modellashtirishning yangi imkoniyatlari multfilm qahramonlarini yaratishga ketadigan vaqtni sezilarli darajada kamaytirdi. Dasturiy

vosita obyektga harakatni oson berish va bunga minimum vaqt sarf etish imkonini beradi. Tajribali foydalanuvchi o'zining loyhasini yaratish uchun ko'p hollarda bir qancha uch o'lchovli modellashtirish dasturlaridan foydalanadi [6].

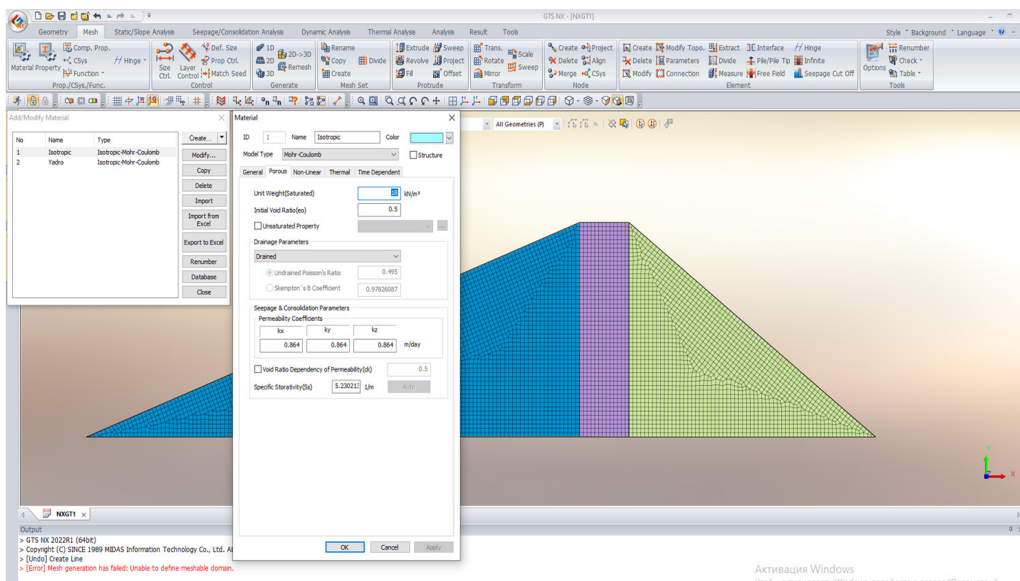
Yuqorida nomlari keltirilgan dasturlardan birgalikda foydalanish realistik o'yinli sahnalar yaratish va mahsulotni mukammal ko'rinishga olib kelish imkonini beradi [4, 5].

Natija va tahlillar. Amalda barcha 3D-dasturiy vositalari nisbatan bir-biriga o'xshash interfeys va modellashtirish uchun uskunalariga ega, ammo dasturlar o'ziga xos xususiyatlari bilan, shuningdek, yoritishdagi hisoblash algoritmlari, animasiyalarni yaratish va tasvirni vizuallashtirish bo'yicha ham farqlanadi.

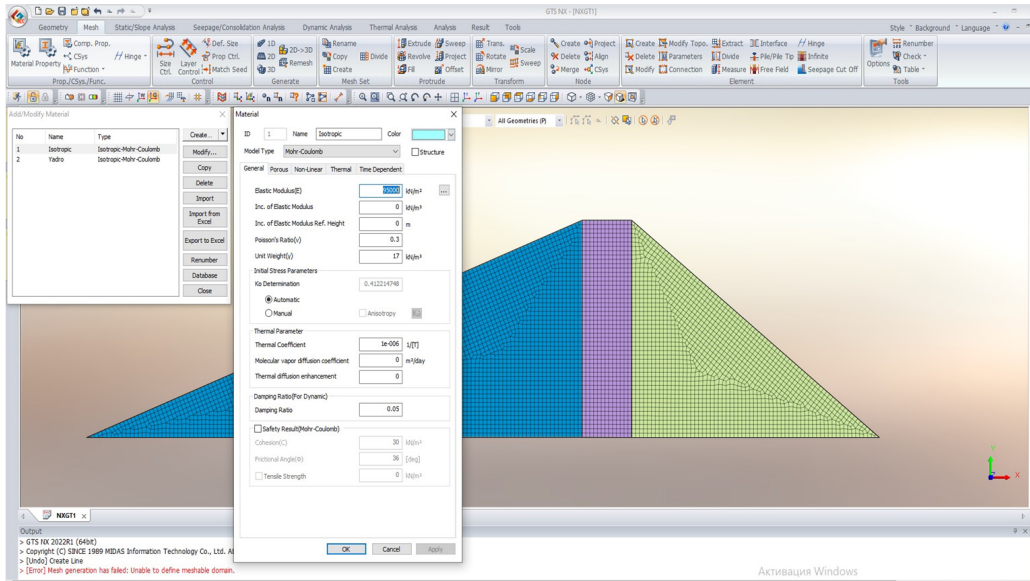
3D-dasturiy vositalarining qay biri yaxshi yoki yomonligi



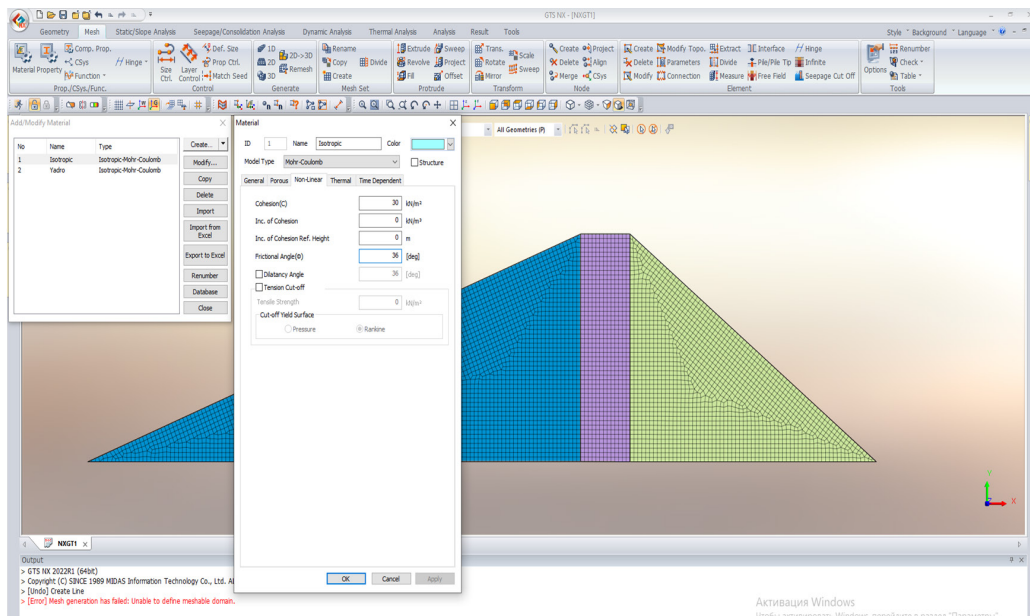
1-rasm. To'g'onning berilgan chizmasiga asosan uning 3D-modeli GTS NX dasturidagi loyihasi



2-rasm. To'g'onning berilgan chizmasiga asosan uning 3D-modeli GTS NX dasturidagi natijalari



3-rasm. To'g'oning berilgan chizmasiga asosan uning 3D-modeli GTS NX dasturidagi natijalari



4-rasm. To'g'oning berilgan chizmasiga asosan uning 3D-modeli GTS NX dasturidagi natijalari

bo'yicha omma tomonidan qabul qilingan javobning o'zi yo'q. Har bir foydalanuvchi ushbu savolga o'zi uchun ma'qul bo'lgan 3D-dasturiy vositani muhim deb biladi [7]. Foydalanuvchi o'zi ishlaydigan 3D-dasturiy vosita bilan qanchalik darajada yaxshi ishlay olishi va uning ijodiy (asboblarni bilishdan tashqari badiiy ko'nikmalarni egallash, ranglar uyg'unligi, kompozitsiyani bilish maqsadga muvofiq) imkoniyatlariga juda ham bog'liq bo'ladi [7]. Shuning uchun dizayner qanday dasturni afzal ko'rishni o'zi hal qiladi. Uch o'lchovli modellashtirish dasturiy vositalari imkoniyatlarini batafsil o'rganish uchun uch o'lchovli elementlardan tarkib topgan 3D-sahna yaratish kerak bo'ladi. 3D-dasturiy vositalarning har biri o'zining muayyan sohadagi afzalliklariga ega [7]. Uch o'lchovli modellashtirishga mo'ljallangan asosiy dasturlarning qisqacha tavsifi:

Autodesk 3D Studio Max – ancha keng tarqalgan, shuningdek, grafik paketni o'zlashtirish nisbatan oson. Qo'shiladigan modul VRay real obyektlar va interyerlarni yaratish imkonini beradi.

1. Autodesk Maya – boshqa dasturlar bilan taqqoslaganda bir qator afzalliklarga ega bo'lgan jiddiy grafik paket hisoblanadi. Unga quyidagilar: subdiv primitives yordamida modellashtirish, materiallar bilan qulay ishlash, modellashtirilgan obyektga turli effektlarni chizish imkoniyati, animatsiyalarning rivojlangan tizimi va boshqalar tegishli bo'ladi. Realistik interyerlar, personajlar, shuningdek, kinofilmlar va kompyuter o'yinlari sanoatida vizual effektlar yaratishda keng ishlatiladi [4].

2. Maxon Cinema 4D – qulay interfeysga ega bo'lgan nemis grafik paketi. Tezkor xotiraning kichik yuklanishida

murakkab sahna uchun soylarni hisoblash bo'yicha o'zining noyob algoritmiga ega. Modul Body Paint 3D-modelni bevosita ko'rinadigan ekranga bo'yash imkonini beradi.

3. NewTek LightWave 3D – juda ham qulay animasion asboblari va yuqori sifatli renderingga ega bo'lgan grafik paket. Televizion formatda uch o'lchovli grafika yaratish uchun qulay.

Mukammal dasturlardan tashqari, amaliy paketlar deb ataluvchi dasturlar ham mavjud. Ular tor ixtisosli funksiyalarni yaratishga yo'naltirilgan bo'lib, yuqorida keltirilgan muharrirlardan birida mukammal sahnani yaratishga yordam beradi. Masalan, Curios Labs Poser dasturi allaqachon tayyorlangan personajlar bilan ishlashga va boshqa grafik muharrirga import qilishga yo'naltirilgan.

DAZ Bryce 3D-modellashtirish hozirda qayerlarda keng qo'llanmoqda?

1. Har xil turdagi personajlarning modellarining yaratilishi – odatda persanajlar multafilmlar yoki bo'lmasa har xil o'yin turlari uchun yaratiladi.

2. 3D binolarning vizualizatsiyalanishi – bu bilan proektlar yaratadigan organizasiya shugullanib, klient uchun kelajakda qurmoqchi bo'lgan binosini 3D korinishida ko'rib unga baho berish maqsadida buyurtma berishadi.

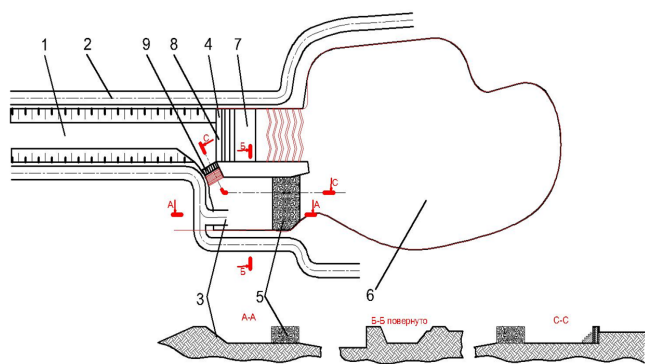
3. Reklama va marketing – Nostandart obyektlar reklama uchun tez tez talab qilinadi va buyurtmachilar va istemolchilarni etiborini jalp qilish maqsadida foydalaniladi.

4. Maxsus bezaklar ishlab chiqarish – profesional rassomlar va zargarlar maxsus programmlar yordamida original va noyob darajada dizayn yaratadilar.

5. Mebel va mebel aksessuarlarini ishlab chiqarish – mebel ishlab chiqaruvchi kompaniyalar 3 tomonlamali grafikadan hozirda keng miqyosda foydalanib kelmoqda. O'zlarining mahsulotlarini qiynchiliksiz yaratish maqsadida maxsus programmalar asosida 3D modellar yaratib tayyor mahsulot egasiga aylanishmoqda. Odatda 3D modellashtirishni kimlar buyurtma qiladi?

1. Qurilish bilan shug'ullanadigan kampaniyalar haridorlarni etiborini jalp qilish maqsadida 3D modellashtirishga murojat qiladi va buyurtma berishadilar.

2. Reklama bilan shug'illanadigan kampaniyalar ham 3D-modellinga yuzlanishadi.



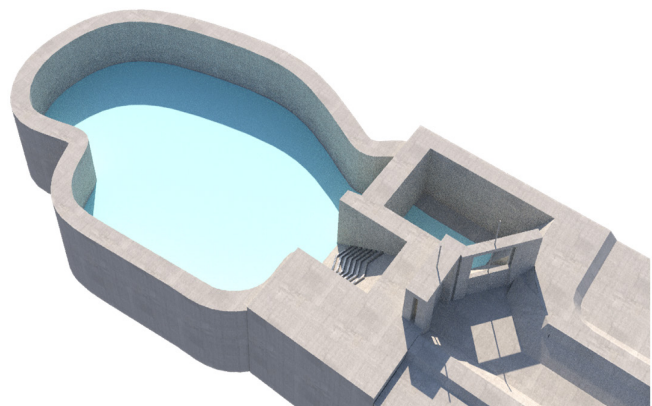
4-rasm. Suv saqlash inshooti 2D chizmasi

3. Mahsulot ishlab chiqaruvchi barcha turdagi kompaniyalar mahsulotlarini reklama qilish maqsadida 3D modellashtirishga murojat etadilar. Ko'rib turganingizdek 3D modellashtirish hozirgi zamonamizda katta o'rin tutib, suv inshootlari ham aynan u orqali loyihalaniib, ishlab chiqarishga yoki bo'lmasa foydalanish uchun qurishga tavsiya etiladi.

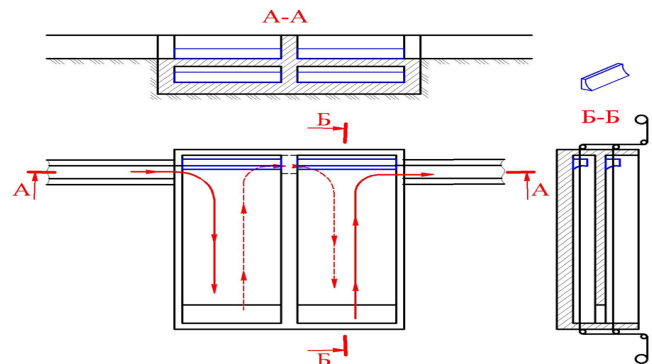
ОБЛАСТИ	
Площадь:	111.1142
Периметр:	44.9925
Ограничивающая рамка:	X: 141.9962 -- 155.1962
	Y: -144.3576 -- -132.1860
	Z: 36.3325 -- 42.7852
Центр масс:	X: 147.6575
	Y: -139.1308
	Z: 39.5713

ТЕЛА	
Масса:	53444.4493
Объем:	53444.4493
Ограничивающая рамка:	X: 99.0903 -- 235.7684
	Y: -153.9846 -- -102.8567
	Z: 30.3045 -- 57.1166
Центр масс:	X: 168.0866
	Y: -129.6220
	Z: 35.1057
Моменты инерции:	X: 974066681.0054
	Y: 1640453932.9545
	Z: 2481250327.9734
Ц/б.ж. мом. инерции:	XY: 1163650715.4152
	YZ: 243020709.7588
	ZX: -316217215.3885
Радиусы инерции:	X: 135.0029
	Y: 175.1986
	Z: 215.4086
Главные моменты и направления X-Y-Z относительно центра масс:	
	I: 10211625.6189 вдоль [0.9998 0.0144 0.0135]
	J: 64624042.4990 вдоль [-0.0147 0.9997 0.0189]
	K: 73326056.8541 вдоль [-0.0133 -0.0191 0.9997]

4.1-rasm. Suv saqlash inshooti 3D chizmasi haqidagi umumiy ma'lumotlar



5-rasm. Suv saqlash inshooti 3D chizmasi



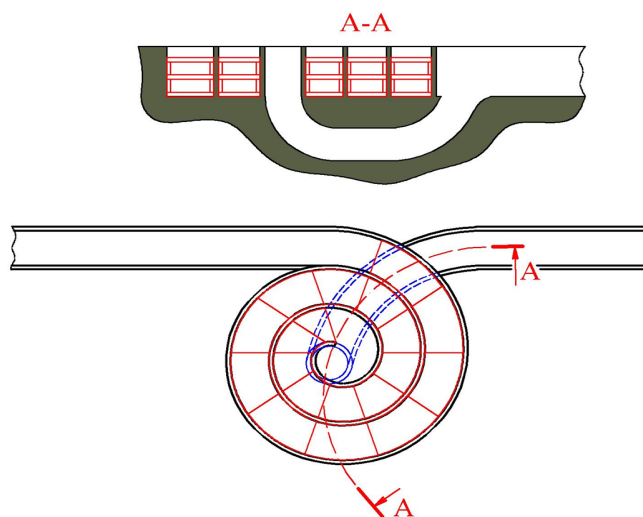
6-rasm. Suv tindirish inshooti buyicha berilgan loyihaning tavsiya etilgan birinchi variant 2D chizmasi

Xulosa. Talabalaridagi modellashtirish haqidagi bilimlar atrof-muhitdagi voqelikni, chizmalarni o'zlashtirish jarayonida tarkib toptiriladi. Oliy ta'limda talabalarga real dunyoning eng muhim uch o'lchamli tomonlari va xususiyatlari – ikki o'lchov va uch o'lchamli, chizmachilik va grafik dasturning asosiy mezonlarini egallash hamda tushunishlari, bir qator malaka va ko'nikmalarni egallash, amaliyotda ularga rioya qilish, o'z his-tuyg'ularini shunga muvofiq ifodalash uchun lozim bo'lgan bilimlarini o'zlashtirib

olishlari uchun eng qulay sharoit mavjud.

Muhandislik kompyuter grafikasi fanini o'qitish vositalaridan foydalanish orqali talabalarni ta'lim-tarbiyasida o'qituvchi mas'uliyatini oshirish, ularga pedagogik va psixologik tomondan bilim berish bugungi kunning dolzarb ijtimoiy - pedagogik muammolaridan biridir.

Muhandislik kompyuter grafikasifanini o'qitishda uch o'lchamli modellashtirish vositasidan foydalanishga layoqatli bo'lib boradilar. Tadqiqot natijalarining ilmiy tahlili asosida ishlab chiqilgan va amaliyotda sinab ko'rilgan metodik ishlanmalar, topshiriqlar majmuasi, multimediali elektron qo'llanmani respublikamizning barcha oliy ta'lim muassasalarida qo'llanilsa, grafik dasturlarni o'qitishga extiyoj ortib borayotgan sharoitda, ular talabalarga nafaqat, Muhandislik kompyuter grafikasi fanida balki uch o'lchamli modellashtirishdan foyalaniladigan bilim, ko'nikma va malakaga ega bo'ladilar.



4-rasm. Suv tindirish inshooti buyicha berilgan loyihaning tavsiya etilgan ikkinchi, Arximed spirali asosidagi varianti

№	Адабиётлар	References
1	J.A.Qosimov. Muhandislik kompyuter grafikasi (Darslik). – Toshkent: "Navro'z", 2021. – 325 b/	J.A. Kosimov <i>Muhandislik kompyuter grafikasi</i> . [Engeneereeng kompyuter graphs] Darslik. Toshkent: Navruz nashriyoti 2021. 325 b (in Uzbek)
2	J.A.Qosimov. Muhandislik kompyuter grafikasi (Elektron darslik) – Toshkent: "Navro'z", 2022.	J.A. Kosimov <i>Muhandislik kompyuter grafikasi</i> . [Engeneereeng kompyuter graphs] Toshkent-2022. (in Uzbek)
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	Насритдинова У.А. Компьютер графикаси фанини ўқитишда уч ўлчамли моделлаштириш воситасидан фойдаланиш методикаси: пед. фан. бўйича фалс. докт. ... дис. – Тошкент, 2018. – 160 б.	Nasritdinova U.A. <i>Kompyuter grafikasi fanini o'qitishda uc o'lchamli modellashtirish vositasidan foydalanish metodikasi</i> . [Methodology of using a 3D modeling tool in teaching computer graphics.] PhD diss. T.2018 (in Uzbek)
5	Насритдинова У.А, Сатимхўжаев М. Компьютер графикаси фанини ўқитишга замонавий ёндашув // "Замонавий таълим" журнали. – Тошкент, 2013. – №9. – Б. 38-41.	Nasritdinova U.A, Satimkhojaev M. Modern approach to teaching the science of computer graphics // Modern approach to teaching the science of computer graphics // "Modern education" scientific-practical, popular j. - T.: 2013. - #9. - p. 38-41. (in Uzbek)
6	https://arm.tdpushf.uz/kitoblar/fayl_2004_2021006.pdf	https://arm.tdpushf.uz/kitoblar/fayl_2004_2021006.pdf (in Uzbek)
7	Хамракулов А., Хайдаров А. Чизма геометрия фанини ўқитишда Power Point презентация дастуридан фойдаланиш // "Муҳандислик-педагогика таълимида инновацион технологиялар" мавзuidaги халқаро илмий-амалий конференция материаллари тўплами. – Наманган, 2004. – Б. 5-6.	Khamrakulov A., Khaidarov A. Use of Power Point presentation software in teaching "Drawing geometry" // Innovative technologies in engineering-pedagogical education. International scientific and practical conference. - Namangan: 2004. - B. 5-6. (in Uzbek)
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.	КМК 2.02.02-98 <i>Gidrotehnika inshootlarining zaminlari</i> [Bases hydraulic engineering a construction] Tashkent, Publ, 1998. 210 p. (in Uzbek)
10	Азизхўжаева Н.Н. Педагогик технология ва пед-маҳорат. – Т.: Низомий номидаги ТДПУ, 2003. – 176 б.	Azizkho'jaeva N.N. Pedagogical technology and pedagogy. T.: TDPU named after Nizami, 2003 - 176 p. (in Uzbek)
11	Анварова Н.А. Касб-хунар коллежларида кимё дарсларини компьютер технологиялари асосида ўтиш методикаси: Пед. фан.ном.дисс. – Тошкент, 2007. – 155 б.	Anvarova N.A. Methodology of passing chemistry lessons in vocational colleges based on computer technologies: Ped. science. nom.diss. - Tashkent, 2007. - 155 p.p. (in Uzbek)
12	Андижон давлат университети. https://hozir.org/andijon-davlat-universiteti-v7.html	Andijan State University. https://hozir.org/andijon-davlat-universiteti-v7.html (in Uzbek)
13	Компьютерда modellashtirish: bu qanchalik muhim va u haqda nimalarni bilamiz? https://kun.uz/uz/news/2020/04/19/kompyuterda-modellashtirish-bu-qanchalik-muhim-va-u-haqda-nimalarni-bilamiz	<i>Kompyuterda modellashtirish: bu qanchalik muhim va u haqda nimalarni bilamiz?</i> https://kun.uz/uz/news/2020/04/19/kompyuterda-modellashtirish-bu-qanchalik-muhim-va-u-haqda-nimalarni-bilamiz (in Uzbek)
14	Муродов Ш.К, Кучкарова Д.Ф., Жўраев М., Хайитов Б.У. Муҳандислик графикаси (Ўқув қўлланма). – Тошкент: Саноат стандартлари, 2006. – Б. 35-36.	Muradov Sh.K, Kuchkarova D.F, Jo'raev M, Khaitov B.U. Engineering graphics. Study guide. T. Industrial standards, 2006. - B. 35-36. (in Uzbek)
15	Морев И.А. Образовательные информационные технологии «Педагогические измерения». – Владивосток, 2004. – 174 с.	Morev I.A. Educational information technologies "Pedagogicheskie izmereniya". - Vladivostok, 2004. - 174 p. (in Russian)
16	Муслимов Н.А., Абдуллаева Қ.М., Мирсолиева М. «Педагогик маҳорат» фанидан ўқув-методик мажмуа (Ўқув-услуб. қўлл). – Т.: «Фан технологиялари», 2011. – 322 б.	Muslimov N.A., Abdullaeva Q.M., Mirsolieva M. Educational-methodical complex of the subject "Pedagogical skill" //- Т.: "Science technologies", 2011. - 322 p. (in Uzbek)

КАДРЫ – ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

*А.Рамазанов – профессор, НИУ «ТИИМСХ»
Ф.Садиев – PhD, НИИИВП,*

Аграрная отрасль экономики нового Узбекистана на современном этапе развития достигла больших успехов по производству продуктов растениеводства и хлопководства. Объем и качество их соответствует требованиям внутреннего и внешнего рынка. Формирование современных форм организации и ведения сельскохозяйственного производства (кластер, фермерское и дехканское хозяйство, частное предпринимательство) в подавляющем большинстве функционируют устойчиво и рентабельно.

Вместе с тем географическое расположение республики и сопредельных территорий с аридным и субаридным климатом, где сельскохозяйственное производство базируется на искусственном орошении и систематическое осуществление мелиоративных мероприятий требуют подготовки квалифицированных специалистов владеющих современными научными знаниями, технологическими приёмами восстановления и сохранения продуктивности орошаемых почв при дефицитном водопользовании.

История организации и ведения орошаемого земледелия на мелиоративно неблагоприятных массивах свидетельствует об использовании сравнительно неглубокого ($h=1,6-2,0$ м) горизонтального дренажа на территориях с гидроморфным, полугидроморфным режимом увлажнения («зауры», «закеши», «хандаки») для регулирования водного режима почвы. Агробиологические (перманентное возделывание культур освоителей), почвозащитные (лесополосы) и другие приёмы (внесение в почву земель курганов, старых дувалов, дорожной пыли, аричных ил, шур турпаки, «цветные» почвы предгорий и др) осуществлялись дифференцированно с учетом почвенно-мелиоративных условий территории.

В целях совершенствования системы подготовки квалифицированных специалистов, соответствующих требованиям рыночных взаимоотношений при использовании земельных ресурсов-базисной основы сельскохозяйственного производства, впервые обоснована, необходимость подготовки специалистов и разработана учебная программа по дисциплине «Агромелиорация» (бакалавриат).

Целевой задачей программы является формирование у будущих специалистов инновационной основы мышления, приобретение теоретических и практических знаний по организационно-технологическим приёмам восстановления производительной способности мелиоративно неблагоприятных орошаемых почв при оценке и реализации Постановления Кабинета Министров Узбекистана за №50 от 2 февраля 2023 года «О порядке мониторинга, оценки, подготовки форм отчетности и издания результатов мероприятий по борьбе с деградацией земель».

Учебная программа состоит из следующих разделов:

- почвы Узбекистана, почвенно климатические районы, основные свойства, классификация и распространение;
- засоленные, вторично засоленные почвы, причины образования и приёмы восстановления производительной способности;
- солонцеватые почвы, причины образования, распространение и приёмы восстановления плодородия;
- трудномелиорируемые почвы, свойства, распространение, причины образования, приёмы улучшения физико-химических свойств и восстановление производительной способности;
- эродированные почвы, причины их разрушения, организационно-технологические приёмы предупреждения и защиты;
- гидромелиоративные приёмы, состав, сущность, типы, конструктивные элементы и показатели их работы (мощность, сток, глубина, расстояние между дренами);
- агромелиоративные приёмы, сущность, состав, сроки и условия их применения;
- агротехнические приёмы, состав, сущность и технология обработки почвы (весной, в вегетационный период, осенью);
- агробиологические приёмы, сущность, состав культур-освоителей, продолжительность их возделывания;
- биохимические приёмы, состав, сроки, нормы и технология их внесения в почву;
- химические приёмы, состав органических, неорганических веществ вносимых в почву, нормы, сроки, продолжительность их использования.

В рамках перечисленных теоретических предпосылок будущий специалист(бакалавр) должен обладать практическими знаниями: анализ почв; определение содержания солей в почвах, коллекторно-дренажных водах; расчет ёмкости почвенно-поглощающего комплекса (ППК); расчет нормы и сроков полива возделываемых сельскохозяйственных культур; промывных и влагозарядковых поливов; установление степени эродированности почв; расчет мощности (глубина, сток, расстояние между дренами) дренажа.

НИУ «ТИИМСХ» совместно с НИИИВП в течении ряда лет проведены (лабораторные, мелкоделяничные и опытно-производственные) инновационно-внедренческие исследования эффективности агромелиоративных, агробиологических, биохимических приёмов восстановления производительной способности засоленных и трудномелиорируемых почв Голодной степи. Статистико-аналитический и математический анализ результатов исследований свидетельствуют о достаточно обеспеченной их доверительной достоверности.

Практическая значимость результатов исследования состоит в разработке технологии применения препарата Биосолвент, обеспечивающий усиление выщелачивания солей: до 40% в период промывки, на 18–23% - при вегетационных поливах без глубокого рыхления почвы и на 46% - при предварительном рыхлении.

Применение Биосолвента при вегетационных поливах способствует повышению урожайности хлопчатника на 7,4 ц/га. Экономия воды при промывке сильнозасоленных почв составляет более 2000 м³/га, а в период ве-

гетации: 1000 м³/га в период поливов и 2000 м³/га при последующей промывке. Усовершенствована технология комплексной мелиорации засоленных гипсированных почв, основанная на сочетании агро-мелиоративных приёмов (рыхление, промывка, полив) и химических мелиораций.

Результаты исследований внедрены в Нижне-Сырдарьинское Бассейновое Управление Ирригационных систем, ОАО СП «CLUSTER ВЕК» (справки Министерства Водного хозяйства за №04/25-281 от 22.01.2020 г).

