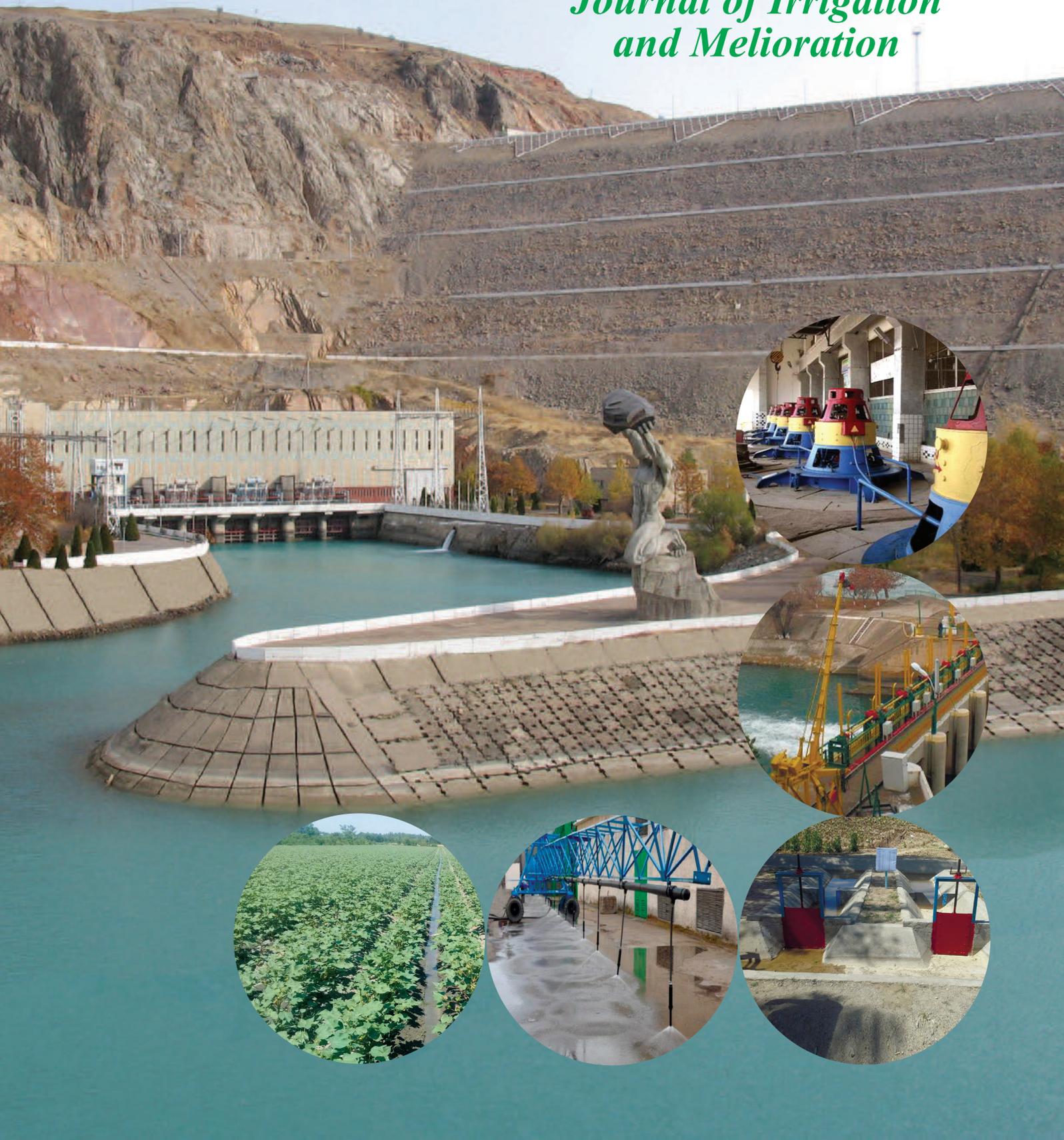


IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

№1(23).2021

*Journal of Irrigation
and Melioration*



Бош муҳаррир:

Султанов Тахиржон Закирович

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти
Илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори, техника фанлари доктори, профессор

Илмий муҳаррир:

Салоҳиддинов Абдулҳаким Темирхўжаевич

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти
Халқаро ҳамкорлик бўйича проректори, техника фанлари доктори, профессор

Муҳаррир:

Ходжаев Сайдакрам Сайдалиевич

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти
техника фанлари номзоди, доцент

ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ ТАРКИБИ:

Умурзаков Ў.П., иқтисод фанлари доктори, профессор, ТИҚХММИ 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, Ўз.РФА академиги; **Мирсаидов М.**, техника фанлари доктори, Ўз.РФА академиги; **Хамидов М.Х.**, қишлоқ хўжалик фанлари доктори, ТИҚХММИ профессори; **Бакиев М.Р.**, техника фанлари доктори, ТИҚХММИ профессори; **Рамазанов О.Р.**, қишлоқ хўжалик фанлари доктори, ТИҚХММИ профессори; **Мирзаев Б.С.**, техника фанлари доктори, ТИҚХММИ биринчи проректори; **Рахимов Ш.Х.**, техника фанлари доктори, ИСМИТИ профессори; **Арифжанов А.М.**, техника фанлари доктори, ТИҚХММИ профессори; **Гловацкий О.Я.**, техника фанлари доктори, ИСМИТИ профессори; **Икрамов Р.К.**, техника фанлари доктори, ИСМИТИ профессори; **Шеров А.Г.**, техника фанлари доктори, ТИҚХММИ профессори; **Умаров С.Р.**, иқтисод фанлари доктори, ТИҚХММИ профессори; **Исмаилова З.**, педагогика фанлари доктори, ТИҚХММИ профессори; **Махмудов И.**, техника фанлари доктори, ИСМИТИ директори; **Матякубов Б.Ш.**, қишлоқ хўжалик фанлари доктори, ТИҚХММИ профессори; **Худаяров Б.**, техника фанлари доктори, ТИҚХММИ профессори; **Бегматов Б.**, Мелиомашли-зинг Давлат лизинг компанияси директори.

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 мудир; **Кизяев Борис Михайлович**, т.ф.д., А.Н.Костяков номидаги Гидротехника ва мелиорация Россия федерал давлат бюджет муассасалари илмий-тадқиқот институти профессори, Россия Фанлар академияси академиги; **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 мудир; **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.

Муассис: Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти (ТИҚХММИ)

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

«Irrigatsiya va Melioratsiya» журнали илмий-амалий, аграр-иқтисодий соҳага ихтисослашган.

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

Обуна индекси: 1285.

Дизайнер: Ташханова Муқаддас Пахритдиновна



Главный редактор:
Султанов Тахиржон Закирович
доктор технических наук, профессор,
проректор по научной работе и инновациям
Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Научный редактор:
Салохиддинов Абдулхаким Темирхужаевич
доктор технических наук, профессор,
проректор по международному сотрудничеству
Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Редактор:
Ходжаев Сайдакрам Сайдалиевич
кандидат технических наук, доцент,
Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Умурзаков У.П., доктор экономических наук, профессор, ректор 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 ТИИИМСХ; **Бакиев М.Р.**, доктор технических наук, профессор ТИИИМСХ; **Рамазанов О.Р.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ТИИИМСХ; **Мирзаев Б.С.**, доктор технических наук, профессор, первый проректор ТИИИМСХ; **Рахимов Ш.Х.**, доктор технических наук, профессор НИИИВП; **Арифжанов А.М.**, доктор технических наук, профессор ТИИИМСХ; **Гловацкий О.Я.**, доктор технических наук, профессор НИИИВП; **Икрамов Р.К.**, доктор технических наук, профессор НИИИВП; **Шеров А.Г.**, доктор технических наук, профессор ТИИИМСХ; **Умаров С.Р.**, доктор экономических наук, профессор ТИИИМСХ; **Исмаилова З.**, доктор педагогических наук, профессор ТИИИМСХ; **Махмудов И.**, доктор технических наук, директор НИИИВП; **Матякубов Б.Ш.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ТИИИМСХ; **Худаяров Б.**, доктор технических наук, профессор ТИИИМСХ; **Бегматов Б.**, директор государственной лизинговой компании "Узмелиомашлизинг".

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; **Кизяев Борис Михайлович**, д.т.н., профессор Федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийского научно-исследовательского института Гидротехники и мелиорации имени А.Н.Костякова, академик Российской академии наук, (Россия); **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.

Учредитель: 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: Ташханова Мукаддас Пахритдиновна



Chief Editor:

Sultanov Takhirjon
Vice-rector for scientific researches and innovations
Professor at Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,
Doctor of technical sciences

Scientific Editor:

Salohiddinov Abdulkhakim
Vice-rector for international cooperation
Professor at Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,
Doctor of technical sciences

Editor:

Hodjaev Saidakram
Associate professor at Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,
Candidate of technical sciences

EDITORIAL TEAM:

Umurzakov U., doctor of economic sciences, professor, rector of Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers; **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 TIIAME; **Bakiev M.**, doctor of technical sciences, professor TIIAME; **Ramazanov O.**, doctor of agricultural sciences, professor TIIAME; **Mirzaev B.**, doctor of technical sciences, first vice-rector TIIAME; **Rakhimov SH.**, doctor of technical sciences, professor SRIIWP; **Arifjanov A.**, doctor of technical sciences, professor TIIAME; **Glovatskiy O.**, doctor of technical sciences, professor SRIIWP; **Ikramov R.**, doctor of technical sciences, professor SRIIWP; **Sherov A.**, doctor of technical sciences, professor TIIAME; **Umarov S.**, doctor of economic sciences, professor TIIAME; **Ismailova Z.**, doctor of pedagogical sciences, professor TIIAME; **Makhmudov I.**, doctor of technical sciences, director of SRIIWP; **Matyakubov B.**, doctor of agricultural sciences, professor TIIAME; **Khudayarov B.**, doctor of technical sciences, professor TIIAME; **Begmatov B.**, Director Meliomashlizing of the state leasing company.

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); **Kizyayev Boris Mihaylovich**, doctor of technical sciences, professor All-Russia Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation of A.N. Kostyakov, academician Russian academy of sciences (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.

Founder: Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers.

Our address: 39, Kari-Niyaziy 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.

Designer: Tashkhanova Mukaddas



ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

М.В. Радкевич, К.Б. Шипилова, М.Н. Абдукодирова, О.Д. Почужевский Вред, наносимый окружающей среде отходами транспортной техники.....	7
Б.К. Салиев Оценка и прогноз использования водных ресурсов в Узбекистане.....	12
Х.Ш. Гаффоров, Ш.Д. Турсунбоев Оценка влияния изменения климата на гидрологические процессы в бассейне реки Чирчик.....	19

ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИ ВА НАСОС СТАНЦИЯЛАР

Р.Ж. Қаршиев, А. Уразкелдиев, А.Ҳ. Ражабов, А.И. Эрназаров Томчилатиб суғоришда суғориш тармоғининг оптимал гидромодулини аниқлаш.....	24
А.А. Янгиев, Ш. Панжиев, Д.С. Аджимуратов, Сел-сув омборларида лойқа-чўкиндиларнинг шаклланиши таҳлили ҳамда хавфсизлигини баҳолаш бўйича тавсиялар.....	29
Т.М. Мавланов, Ш.О. Худайназаров, Б. Ялгашев, О.С. Нурова Исследование напряженно-деформированного состояния многосвязных сложных оболочечных конструкций.....	34
Д.Р. Базаров, М.П. Ташханова, А. Гаюр, М. Сапаева Динамика русловых процессов в районе бесплотинного водозабора.....	39
Х.Х. Игамбердиев, А.Б. Мухитдинов Теоретическое определение окружной скорости очесывающего барабана.....	44

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ

Э.Т. Фармонов Саксовул ва черкез ўсимликларининг сочилмайдиган уруғларини экадиган инновацион сеялка.....	48
А.А. Ахметов, Л.Б. Муратов Обоснование параметров сменных рабочих органов комбинированной машины.....	53

ҚИШЛОҚ ВА СУВ ХЎЖАЛИГИНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ

Ш.Р. Рахманов Разработка алгоритма оптимизации непрерывного технологического процесса культивирования микроорганизмов.....	58
Kh. Pardaev, Sh. Hasanov, S. Mamasoliev, Sh. Muratov, R. Kalandarov, U. Nurullaev Covid-19 impact to family food consumption and income in Uzbekistan: results of an online survey.....	63

СУВ ХЎЖАЛИГИ ИҚТИСОДИ ВА ЕР РЕСУРСЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ

А.Э. Примов

**Экинлар диверсификациясининг ҳолати ва унинг эмпирик таҳлили:
Ўзбекистон Республикаси мисолида.....69**

СУВ ХЎЖАЛИГИ ИҚТИСОДИ ВА ЕР РЕСУРСЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ

У.А. Насритдинова, А.М. Ходжаев, З.И. Қаюмова

**Гидротехник иншоотларни лойиҳалашда график дастурлардан фойдаланиш
самарадорлиги.....74**

Искандаров Садулла Искандарович 1978 йилдан 1986 йилгача

**Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари
институтининг ректори.....78**

УДК: 629.1.02:628.32

ВРЕД, НАНОСИМЫЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ОТХОДАМИ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

*М.В.Радкевич - д.т.н., доцент, К.Б.Шипилова - базовый докторант, М.Н.Абдукодирова - доцент
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства
О.Д.Почужевский - к.т.н., доцент, Криворожский национальный университет*

Аннотация

В статье предлагается новый подход к денежной оценке вреда, который наносится окружающей среде перерабатываемыми отходами транспортного сектора. Предлагаемый метод оценки основывается на учете коэффициента сбора отходов, всех видов безвозвратных потерь и объемов необходимого компенсационного выпуска материалов. На основании опроса среди владельцев транспортных средств установлено, что коэффициент сбора твердых отходов составляет около 50 %, в то время как коэффициент сбора отходов эксплуатационных жидкостей не превышает 32 %. В связи с этим основная доля вреда, наносимого окружающей среде, приходится на жидкие отходы. Расчеты по предлагаемой методике позволили установить, что ущерб от перерабатываемых отходов автотранспорта в масштабах г. Ташкента составляет 379,073 млн. сум/год. Экономический эффект от возможного применения предлагаемой методики определялся сравнительно с существующей в Республике Узбекистан методикой компенсационных выплат и может составить 288 977,9 млн. сум/год при необходимых расходах на разработку нормативной документации 50996,1 млн. сумов.

Ключевые слова: транспортные средства, перерабатываемые отходы, компенсационный выпуск, суммарный вред, оценка вреда, компенсационные выплаты.

ТРАНСПОРТ ТЕХНИКАЛАРИ ЧИҚИНДИЛАРИНИНГ АТРОФ МУҲИТГА ЗАРАР ЕТКАЗИШИ

*М.В.Радкевич - т.ф.д., доцент, К.Б.Шипилова - таянч докторант, М.Н. Абдукодирова - доцент
Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти
О.Д.Почужевский - т.ф.н., доцент, Кривой Рог миллий университети*

Аннотация

Мақолада автомобиль йўлларида такрорий чиқиндилар натижасида атроф-муҳитга етказилган зарарни моддий баҳолашга янгича ёндашув таклиф этилади. Таклиф этилаётган баҳолаш усули чиқиндиларни йиғиш даражаси, ўзгармас йўқотишларнинг барча турлари ва материалларнинг талаб қилинадиган компенсацион ҳажмига асосланади. Автомобиль эгалари ўртасида ўтказилган сўров асосида қаттиқ маиший чиқиндиларни йиғиш даражаси 50%, эксплуатацион суюқликлар учун чиқиндиларни йиғиш даражаси эса 32 фоиздан ошмаслиги аниқланди. Шу билан бирга атроф-муҳитга етказилган зарарнинг кўп қисми суюқ чиқиндилардан келиб чиқади. Таклиф этилган услуб асосида Тошкент шаҳри миқёсида автотранспорт чиқиндиларини қайта ишлашдан кўрилган зарарлар 379,073 млн. сўм/ йил эканлигини аниқлаш имконини берди. Таклиф этилаётган услубиятни илҳами борича қўллашнинг иқтисодий самараси Ўзбекистон Республикасида амалдаги компенсация тўловлари услуби билан таққослаганда аниқланди ва йилига 288977,9 млн. сўмни ташкил қилишни, меъёрий ҳужжатларни ишлаб чиқиш учун зарур бўлган харажатлар билан 50996,1 млн. сўм.

Таянч сўзлар: транспорт воситалари, қайта ишланадиган чиқиндилар, ишлаб чиқаришнинг компенсацияси, умумий зарар, зарарни баҳолаш, компенсация тўловлари.

ENVIRONMENTAL DAMAGE CAUSED BY TRANSPORT EQUIPMENT WASTE

*M.Radkevich - DSc, associate professor, K.Shipilova - basic doctoral student, M.Abdukodirova - associate professor
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers
O.Pochugevski - PhD, associate professor, Krivoj Rog National University*

Abstract

The article suggests a new approach to the monetary assessment of the damage caused to the environment by the processed waste of the transport sector. The proposed assessment method is based on the waste collection factor, all types of irretrievable losses and the volume of necessary compensatory release of materials. Based on a survey among vehicle owners, it was found that the solid waste collection rate is about 50 %, while the waste collection rate for operating fluids does not exceed 32 %. In this regard, the bulk of the damage to the environment is caused by liquid waste. Calculations based on the proposed methodology allowed us to establish that the damage from recycled motor transport waste on the scale of the city of Tashkent is 379,073 million soums / year. The economic effect from potential application of the proposed methods was determined by comparison with the existing Rhoose method of compensation, and may be 977,9 288 million UZS/yr, while the required cost of development of regulatory documents 50996,1 million soums.

Key words: vehicles, recyclable waste, compensation output, total damage, damage assessment, compensation payments.

Введение и анализ современного состояния проблемы. Целью данной статьи является исследование вреда, наносимого окружающей среде перера-

батываемыми отходами транспортной техники с учетом коэффициента их сбора и невозвратных потерь.

Транспортные средства являются постоянным источ-

ником отходов потребления, многие из которых являются опасными или вредными для окружающей среды. Учитывая постоянный и интенсивный рост автомобилизации в Узбекистане в последние годы, можно утверждать, что объемы накопления отходов принимают угрожающий характер. Ведь если на 2018 г уровень автомобилизации составлял 83 автомобиля на 1000 жителей, то к 2025 году «Узавтосаноат» планирует довести этот показатель до 237 авто/тыс. чел [1]. При этом скорость организации сбора и переработки отслуживших автомобилей отстает от скорости производства и их продаж. Все отходы транспортной техники делятся на перерабатываемые и неперерабатываемые. К первой группе отходов относятся металл, стекло, резина (шины, изоляционные материалы), отработанные эксплуатационные жидкости. Ко второй группе – выбросы отработанных газов и твердых частиц, отчуждение земель. Вред, наносимый окружающей среде перерабатываемыми отходами, зависит от степени их сбора и организации их переработки. Сделана попытка оценки размеров вреда в масштабах г. Ташкента. В качестве исходных данных принята общее число автотранспортных средств в г. Ташкенте 494,4 тыс. единиц (эта цифра складывается из данных о зарегистрированных автомобилях, принадлежащих физическим лицам – 417 646 ед. [2] и автомобилей, принадлежащих юридическим лицам [3]). В настоящее время полная оценка вреда от отходов автотранспортного транспорта в Узбекистане не производится. Существующий метод расчета компенсационных выплат за загрязнение окружающей природной среды и размещение отходов на территории Республики Узбекистан не учитывает целый ряд вредных веществ, а также некоторые этапы жизненного цикла перерабатываемых отходов автомобильного транспорта. Поэтому в настоящее время предлагается оценивать ущерб от различных отходов автотранспорта с учетом этих факторов, а также коэффициента сбора и утилизации отходов.

Для оценки состояния сбора и утилизации транспортных отходов был проведен опрос владельцев автотранспортных средств и работников автосервисов [3]. На основании результатов опроса можно приблизительно определить долю отходов, поступающих на переработку, а также долю безвозвратных потерь. Отходы, попадающие в категорию безвозвратных потерь, требуют компенсационного выпуска данного материала.

Металлы (черные, медь, алюминий).

Согласно данным опроса коэффициент сбора этих отходов составляет $K_{сб} = 0.523$, в том числе 0.308 – часть отходов, сдаваемых автовладельцами; 0.215 – часть отходов, остающихся в автосервисах. Следует отметить, что такой показатель коэффициента сбора, очевидно, несколько завышен, т.к. перемещение отходов, оставленных в сервисах, точно не известно.

Свинец. Свинец входит в состав аккумуляторных батарей (АКБ). Коэффициент сбора составляет $K_{сб} = 0,488$, из которых доля АКБ, сдаваемых автовладельцами на перерабатывающие предприятия, составляет 0,318, а часть АКБ, остающихся в автосервисах – 0,17. В мусор

(на полигоны твердых бытовых отходов ТБО) попадают около 25% отходов свинца, который наносит вред почве, водным ресурсам, которые ливневыми стоками попадают в водные объекты. Этиленгликоль. Это вещество является основной составляющей большинства антифризов. Этиленгликоль практически полностью сливается в канализацию, этот вид отходов прежде всего наносит вред водным объектам, а также атмосферному воздуху при производстве этиленгликоля из ископаемого сырья.

Электролит. Электролит (H_2SO_4), так же, как и свинец попадает на полигон ТБО и таким образом наносит вред водным объектам, атмосферному воздуху при производстве кислоты взамен превращенной в мусор. В настоящее время налаживается прием аккумуляторных батарей на переработку.

Масло. Около 32% отработанного масла сливается на землю или в канализацию, эта часть отработанного масла наносит вред водным объектам. Та часть отработанного масла, которая сдается (2,8%), продается (7,8%) и оставляется автовладельцами в сервисах (48,8%) частично поступает на переработку, но в основном используется как топливо в частных котельных. Атмосферный воздух загрязняется вредными веществами при производстве масла в количестве, равном сожженному и слитому в канализацию, а также при неконтролируемом сжигании масла [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Шины. В среднем 33,4% отработанных шин выбрасывается, т.е. происходит захламление земель, на переработку сдается 20,3%, в мастерских оставляется 15,9% [11,12,13,14], часть из них восстанавливается, часть сжигается. Переработка заключается, главным образом, в изготовлении крошки, в любом случае, резина изношенных шин практически не возвращается для изготовления новых шин (в ближайшее время положение может измениться, когда войдет в строй Ангренский шинный завод). Таким образом, атмосферный воздух нагружается вредными веществами при переработке изношенных шин и производстве резины для изготовления новых шин. Реставрация заключается в наваривании нового протектора на изношенную покрышку. Масса протектора составляет примерно 64% от массы покрышки. Загрязнение атмосферного воздуха происходит, главным образом за счет изготовления резины. Расчеты представлены в таблице 1.

Используя установленные другими исследователями данные об удельных выбросах при различных видах производства материалов [15,16,17,18,19], определено количество выбросов при переработке и сжигании отходов, а также при компенсационном выпуске утерянных материалов. Результаты проведенных расчетов приведены в таблице 2.

Учитывая приведенные данные, определен вред, нано-

Количество перемещаемых отходов

Таблица 1

Материал	Количество т/год	На переработку, т/год (%)	Потери материала*		Компенсационный выпуск, т/год
			Захламление территории, т/год (%)	Попадание в почву т/год (%)	
ЧМ	10487	5485 (52,3)	3471 (34,5)	-	3618
Сu	311	163 (52,3)	107 (34,5)	-	107
Al	683	357 (52,3)	236 (34,5)	-	236
Pb	2544	1241 (48,8)	646 (25,4)	-	646
Шины	5534	1123 (20,3)	1976 (35,7)	-	1976
Этиленгликоль	946	-	-	946 (100)	946
H_2SO_4	347	169 (48,8)	-	88 (25,4)	88
Масло	3056	86 (2,8) – П** 1730 (56,6) – С	-	978(32)	1730

*потери материала складываются из отправки на свалку ТБО, слива на землю, хранения в гараже и использования не по прямому назначению ** П – переработка; С – сжигание

Таблица 2

Количество вредных веществ при перемещении отходов (т/год)

Материал	Этап	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	C _x H _y	Аэрозоли
ЧМ	Переработка	4168	473,9	8,8	1,6	-	2972
	Компенсационный выпуск	8830	5550	12,4	8,0	31	1973
Cu	Переработка	105	13	1,4	22	-	0,15
	Компенсационный выпуск	82	8,9	2,4	120	0,009	1,0
Al	Переработка	157	1,4	2,1	11	0,01	0,21
	Компенсационный выпуск	399	3,5	5,3	28	0,04	0,9
Pb	Переработка	730	46	9,8	69	-	0,99
	Компенсационный выпуск	430	44	5,7	123	0,04	5,8
Шины	Переработка	-	-	0,2	8	9	-
	Компенсационный выпуск	9666	2775	775	492	58	6203
Этиленгликоль	Переработка	-	-	-	-	-	-
	Компенсационный выпуск	648	16	2,3	0,3	24	3,6
H ₂ SO ₄	Переработка	-	-	-	-	-	-
	Компенсационный выпуск	0,00087	-	-	0,15	-	-
Масло	Переработка	32	0,7	0,1	1	0,4	0,17
	Сжигание	-	9	8	-	0,00007	17,3
	Компенсационный выпуск	20615	455	56	646	264	106
ИТОГО:		45862	13662	890	1602	386	11283

симого окружающей среде перерабатываемыми отходами от автомобильно-транспортного комплекса

Основная часть; постановка задачи, методы решения Вред, наносимый атмосферному воздуху перерабатываемыми отходами $Vp_{возд} = Vp_{1n} + Vp_{2n}$ (1)

где: Vp_{1n} - вред от перерабатываемых отходов при переработке и компенсационном выпуске, определяется по формуле

$$V_{1n} = Y_{возд} \cdot \sigma \cdot f \cdot M_{возд} \quad (2)$$

где: $Y_{возд}$ - нормативная константа, переводящая условную оценку выбросов в денежную; $Y_{возд} = 1,6 \text{ уе/ усл. т}$; f – поправка, учитывающая характер рассеивания примесей в атмосфере; принимаем $f = 2$ для разнородных источников; σ – показатель опасности загрязнения атмосферы над различными территориями, принимаем значение $\sigma = 30$ для промзон; $M_{возд}$ - определяется по данным, приведенным в [6, 7].

$$V_{1n} = 1,6 \cdot 30 \cdot 2 \cdot (0,09 \cdot 13662 + 3,24 \cdot 890 + 2 \cdot 1602 + 0,02 \cdot 386 + 30 \cdot 11238) = 463111 \text{ уе/год} = 0,463 \text{ млн. уе/год}$$

V_{2n} - вред от парниковых газов (в расчет принимается углекислый газ и метан):

$$V_{2n} = H_{CO_2} \cdot m_{CO_2} + H_{CH_4} \cdot m_{CH_4} = 3,33 \cdot 45862 + 77,43 \cdot 386 = 182608 \text{ уе/год} = 0,183 \text{ млн. уе/год}$$

Значения m_{CO_2} и m_{CH_4} приняты по справочным данным [5, 7, 10].

Итак, атмосферному воздуху перерабатываемыми отходами автомобильного транспорта наносится вред в суммарном размере

$$V_{пн} = 0,463 + 0,183 = 0,646 \text{ млн. уе/год}$$

Вред, наносимый водным объектам

$$Vp_{вод} = b_{вод} \cdot M_{вод} \cdot K_{вод} \quad (3)$$

где: $b_{вод}$ – показатель удельного вреда (цены загрязнения), наносимого условной тонной приведенной массы загрязняющих веществ, $уе / усл. т$; $b_{вод} = 786 \text{ уе/усл. т}$; $M_{вод}$ – приведенная масса сброса загрязняющих веществ в водные объекты, определяется по формуле:

$$M_{вод} = \sum_{i=1}^k m_i^{вод} \cdot n_i \quad (4)$$

где: $m_i^{вод}$ - масса фактического сброса i -го загрязняющего вещества, т/год; n_i - коэффициент относительной эколого-экономической опасности для i -го загрязняющего вещества; $K_{вод}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов. Для условий города $K_{вод} = 2$.

При определении $M_{вод}$ условно принимаем, что масло, кислота и этиленгликоль, сливаемые в почву и в канализацию, загрязняют только водные объекты, т.к. из почвы с ливневыми стоками они попадают в водные объекты. Тогда:

$$M_{вод} = m_{масл} \cdot n_{масл} + m_{H_2SO_4} \cdot n_{H_2SO_4} + m_{эгл} \cdot n_{эгл} \quad (5)$$

где данные приняты таблица 3

$$M_{вод} = 978 \cdot 20 + 87 \cdot 3,5 + 946 \cdot 3,5 = 23176 \text{ усл. т/год}$$

$$Vp_{вод} = 786 \cdot 23176 \cdot 2 = 36432672 \text{ уе/год} = 36,4 \text{ млн уе/год}$$

Вред, наносимый земельным ресурсам

$$Vp_{зем} = Vp_{захл} + Vp_{отв} \quad (6)$$

где: $Vp_{захл}$ – вред от захламления территории, у.е.;

$$Vp_{захл} = \sum H_{ni} \cdot M_i \cdot 25 \quad (7)$$

где: H_{ni} – норматив платы за захламление земель для 1т отходов i - го вида $уе/м$. Все рассматриваемые здесь отходы являются вторичным сырьем $H_{ni} = 0,75 \text{ уе/м}$.

Таблица 3

Таблица данных для расчета по формуле (5)

	Наименование отходов	Масса сброса вещества $m_i^{вод}$ т/год (по табл. 1)	Коэффициент эколого-экономической опасности n_i
1	Масло	978	20
2	Электролит (H ₂ SO ₄)	87	3,5
3	Этиленгликоль	946	3,5

Количество отходов, захламляющих территорию

$$M = m_{\text{чм}} + m_{\text{сн}} + m_{\text{Ал}} + m_{\text{Рб}} + m_{\text{шины}} = 3471 + 103 + 226 + 636 + 1848 = 6284 \text{ т/год} \quad (8)$$

$$Bp_{\text{закл}} = 0,75 \cdot 6284 \cdot 25 = 117825 \text{ у.е./год} = 0,118 \text{ млн. у.е./год}$$

Итого $Bp_{\text{зем}} = 0,118 + 32,5 = 32,618 \text{ млн. у.е./год}$

Результаты выполненных расчетов по оценке вреда наносимого земельным ресурсам представлены в таблице 4.

Таким образом, суммарный вред, наносимый различными перерабатываемыми отходами автотранспорта окружающей среде, только в масштабах г. Ташкента составляет 379 073 млн. сум/год. Такая сумма вреда объясняется низким коэффициентом сбора и отсутствием должной организации переработки. Из расчетов видно, что основная доля вреда наносится водной среде из-за отсутствия налаженной системы утилизации некоторых эксплуатационных жидкостей.

Предлагаемая методика может быть использована для

Таблица 4

Вред, наносимый окружающей среде отходами автомобильного транспорта, млн. у.е./год

Показатель	Компоненты окружающей среды		
	Атмосферный воздух	Вода	Земля
Вред от перерабатываемых отходов	0,646	36,4	0,118
Итого	37,2 млн. у.е./год		

определения фактических величин ущерба от загрязнения окружающей среды отходами автотранспортного комплекса. Определение экономического эффекта от возможного внедрения предлагаемой методики несколько затруднительно из-за отсутствия нормативных рекомендаций. Указания по расчету экономического эффекта от внедрения новых нормативных документов и результатов НИР имеются только в устаревших источниках [11, 12, 13]. Согласно этим источникам, расчет экономической эффективности нормативных документов производится путем сопоставления достигаемых по ним показателей, с показателями, достигаемыми при использовании заменяемых нормативных документов. При этом учитываются затраты на разработку (пересмотр) нормативного документа, которое принимается в размере до 15% общего от экономического эффекта.

В качестве базового нормативного документа для срав-

нения принят методика определения компенсационных выплат за загрязнение окружающей природной среды и размещение отходов на территории Республики Узбекистан [14]. Согласно этой методике сумма компенсационных выплат за загрязнение окружающей природной среды и размещение отходов определяются по формуле:

$$П = (M_n \cdot R \cdot МРЗП) + (M_{\text{сн}} \cdot R \cdot МРЗП \cdot K_{\text{кр}}) \quad (9)$$

где: M_n - масса выброса/сброса загрязняющих веществ в пределах нормативов, т; $M_{\text{сн}}$ - масса выброса, сброса загрязняющих веществ сверх допустимых норм, т; R - базовая ставка за одну тонну выбросов; МРЗП - минимальный размер заработной платы, сум; $K_{\text{кр}}$ - коэффициент кратности при превышении (снижении) утвержденных экологических нормативов выбросов.

В качестве исходных данных для расчета были приняты показатели табл. 2 и 3, а также нормативные показатели по методике. Следует отметить, что в существующей методике такие загрязняющие вещества, как CO_2 и SO_2 не учитываются.

По результатам расчетов выявлено, что компенсационные выплаты за загрязнение атмосферы составят 16 030 млн. сум/год, за загрязнение воды 23 066 млн. сум/год. Таким образом, суммарные компенсационные выплаты, которые должны взиматься государством за загрязнение окружающей среды перерабатываемыми отходами автомобильного транспорта в масштабах г. Ташкента, составляют 39 099 млн сум/год. Сравнение с предлагаемой методикой определения ущерба окружающей среде даёт разницу 339 974 млн. сум в год, что и составит экономический эффект от внедрения. С учетом затрат на разработку новых нормативных документов (15 % от годового экономического эффекта согласно), экономический эффект от внедрения предлагаемой методики составит 288 977,9 млн. сумов в год.

Выводы. При применении предлагаемой методики возможно увеличение компенсационных выплат, связанные с последствиями антропогенного воздействия на окружающую среду и здоровье человека. Повышение величины компенсационных выплат позволит стимулировать эколого-экономические отношения «природа-человек» в области защиты окружающей среды. Приведенная методика расчета вреда от отходов автомобильного транспорта должна использоваться для установления размеров компенсационных выплат и штрафов за неправильное обращение с отходами со стороны автовладельцев и работников автосервисов, данная методика может быть использована также для расчета экономической эффективности мероприятий по сбору и утилизации автотранспортных отходов.

№	Литература	References
1	Uzbekistan. Building Blocks for Integrated Transport and Logistics Development. Report No: AUS0000970 Policy Paper. 2019 The World Bank, Washington DC	Uzbekistan. Building Blocks for Integrated Transport and Logistics Development. Report No: AUS0000970 Policy Paper. 2019 The World Bank, Washington DC
2	Г. Орипова, И. Илхомжонов. Развитие транспортной инфраструктуры в Узбекистане как фактор повышения конкурентоспособности экономики страны // Молодой ученый. 2019. № 22 (260). – С. 569-572.	Oripov. G., I. Lihomanov. <i>Razvitiye transportnoy infrastruktury v Uzbekistane kak faktor povysheniya konkurentosposobnosti ekonomiki strany</i> [Development of transport infrastructure in Uzbekistan as a factor of increasing the competitiveness of the country's economy] Young scientist. 2019. No. 22 (260). Pp. 569-572. (in Russian)
3	Radkevich M., Shipilova K. The processes of accumulation and transport of automobile waste in the city of Tashkent. WASTE FORUM, 2019 No. 3. Czech Environmental Management Center City. 2019. Pp. 211-218	Radkevich M., Shipilova K. The processes of accumulation and transport of automobile waste in the city of Tashkent. WASTE FORUM, 2019 No. 3. Czech Environmental Management Center City. 2019. Pp. 211-218
4	Радкевич М.В., Шипилова К.Б. Эколого-экономические проблемы использования отработанного моторного масла автомобилей // Ж.: Universum. Технические науки. 2019. № 1(58). – С. 5-9.	Radkevich M. V., Shipilova, K. B. <i>Ekologo-ekonomicheskie problemy ispolzovaniya otrabotannogo motornogo masla avtomobiley</i> [Environmental and economic problem of using waste engine oil car] Zh Universum. Technical sciences. 2019. No. 1(58). Pp. 5-9. (in Russian)

5	Комков В.И. Разработка методики снижения вреда окружающей среде при обращении с отходами эксплуатации автомобильного транспорта региона. Дисс. к.т.н. – Москва: МАДИ ТУ, 2011. – 145 с.	V. I. Komkov <i>Razrabotka metodiki snizheniya vreda okruzhayushchey srede pri obrashchenii s otkhodami ekspluatatsii avtomobil'nogo transporta regiona</i> [Development of a methodology for reducing environmental damage when handling waste from the operation of road transport in the region] Diss. Moscow: MADI TU, 2011. 145 p. (in Russian)
6	Трофименко Ю.В. Утилизация автомобилей: монография. – Москва: АКРПРЕСС, 2011. – 336 с.	Trofimenko Yu. V. <i>Utilizatsiya avtomobiley</i> [Car recycling: monograph] AKRPPRESS, Moscow: 2011. 336 p. (in Russian)
7	Дьяченко И.И. Принципы упорядочения обращения с отходами на этапе эксплуатации автотранспортных средств. Дисс.к.т.н. – Москва: МАДИ ТУ, 2009. – 146 с.	Dyachenko I. I. . <i>Printsipy uporyadocheniya obraheniya s otkhodami na etape ekspluatatsii avtotransportnykh sredstv</i> [Principles of regulation of waste management at the stage of operation of motor vehicles] Diss..... Moscow: MADI TU, 2009. 146 p. (in Russian)
8	Быстров А.С., Варанкин В.В., Виленский М.А. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – Москва: Экономика, 2000. – 96 с.	Bystrov A. S., Varankin V. V., Vilensky M. A. <i>Vremennaya tipovaya metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti osuzhestvleniya prirodookhrannykh meropriyatiy i otsenki ekonomicheskogo uchsherba, prichinyaemogo narodnomu khozyaystvu zagryazneniem okruzhayushchey sredy</i> [Temporary standard methodology for determining the economic efficiency of environmental protection measures and assessing the economic damage caused to the national economy by environmental pollution] Moscow: Ekonomika, 2000. 96 p. (in Russian)
9	Вершков Л.В. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба. – Москва: Экономика, 1999. – 42 с.	Vershkov L. V. <i>Vremennaya metodika opredeleniya predotvrahnogo ekologicheskogo uchsherba</i> [Temporary methodology for determining the prevented environmental damage] Ekonomika, Moscow: 1999. 42 p. (in Russian)
10	Радкевич М.В. Возможные пути оценки воздействия автомобильно-дорожного комплекса на воздушную среду. Чинор ЭНК. – Ташкент, 2015. – 124 с.	Radkevich M. V. <i>Vozmozhnye puti otsenki vozdeystviya avtomobilno-dorozhnogo kompleksa na vozdushnyuyu sredu</i> [Possible ways of assessing the impact of the automobile and road complex on the air environment] Chinor ENK, Tashkent: 2015. 124 p. (in Russian)
11	М.В.Радкевич, К.Б Шипилова, М.Н. Абдукодилова, О.Д.Почужевский. Автомоечный комплекс – объект вредного воздействия на водные ресурсы // Ж.: "Irrigatsiya va Melioratsiya". – Ташкент, 2020. – № 4(22). – С. 40-43.	M.V. Radkevich, K.B Shipilova, M.N. Abdukodirov, O.D. Pochuzhevsky. <i>Avtomoyechnyy kompleks – ob"yekt vrednogo vozdeystviya na vodnyye resursy.</i> [A car wash complex is an object of harmful impact on water resources]. Journal Irrigatsiya va Melioratsiya. Tashkent. 2020, No. 4(22). Pp.40-43. (in Russian)
12	Руководство по определению экономической эффективности использования новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в производстве строительных конструкций и деталей из сборного железобетона. – Москва: Стройиздат, 1981. – 287 с.	<i>Rukovodstvo po opredeleniyu ekonomicheskoy effektivnosti ispolzovaniya novoy tekhniki, izobreteniy i ratsionalizatorskikh predlozheniy v proizvodstve stroitelnykh konstruksiy i detaley iz sbornogo zhelezobetona</i> [Guidelines for determining the economic efficiency of the use of new equipment, inventions and innovation proposals in the production of building structures and parts made of precast reinforced concrete] Stroyizdat, Moscow: 1981. 287 p. (in Russian)
13	СН 509-78. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – Москва: Стройиздат, 1979.	<i>Instruktsiya po opredeleniyu ekonomicheskoy effektivnosti ispolzovaniya v stroitelstve novoy tekhniki, izobreteniy i ratsionalizatorskikh predlozheniy</i> [CH 509-78. Instructions for determining the economic efficiency of the use of new equipment, inventions and rationalization proposals in construction] Stroyizdat, Moscow. 1979. (in Russian)
14	Положение «О порядке применения компенсационных выплат за загрязнение окружающей природной среды и размещение отходов на территории Республики Узбекистан» от 11.10 2018 г № 820. Национальная база данных законодательства, 12.10.2018 г., № 09/18/820/2036; 26.03.2019 г., № 09/19/247/2835.	<i>Polozheniye «O poryadke primeneniya kompensatsionnykh vyplat za zagryazneniye okruzhayushchey prirodnoy sredy i razmeshcheniye otkhodov na territorii Respubliki Uzbekistan» ot 11.10 2018 g № 820.</i> [Regulation "On the procedure for applying compensation payments for environmental pollution and waste disposal on the territory of the Republic of Uzbekistan" dated October 11, 2018 No. 820]. National legislation database, October 12, 2018, No. 09/18/820/2036; 03/26/2019, No. 09/19/247/2835. (in Russian)
15	Правила установления экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды // Казахстанская правда. 2006. № 141.	<i>Pravila ustanovleniya ekonomicheskoy otsenki uherba ot zagryazneniya okruzhayuhey sredy</i> [Rules for establishing an economic assessment of damage from environmental pollution] Kazakhstanskaya Pravda. No141.2006 (in Russian)
16	Трофименко Ю.В. Оценка вреда, наносимого окружающей среде автотранспортным комплексом региона // Вестник МАДИ(ГТУ), вып. 2 (17). – Москва, 2009. – С. 97-102.	Trofimenko Yu. V. <i>Otsenka vreda, nanosimogo okruzhayuhey srede avtotransportnym kompleksom regiona</i> [Assessment of the damage caused to the environment by the motor transport complex of the region] Bulletin of MADI (GTU), issue 2 (17), Moscow, 2009. Pp. 97-102 (in Russian)
17	Якубович А.Н., Трофименко Ю.В., Якубович И.А. Моделирование и оценка природных и техногенных рисков в автотранспортном комплексе: монография. МАДИ, – Москва, 2018. – 232 с.	Yakubovich A.N., Trofimenko Yu.V., Yakubovich I.A. <i>Modelirovaniye i otsenka prirodnykh i tekhnogennykh riskov v avtotransportnom komplekse</i> [Modeling and assessment of natural and technogenic risks in the motor transport complex] monograph. MADI, Moscow : 2018. 232 p. (in Russian)
18	Пашкова А.Ю. Оценка ущерба от загрязнения окружающей среды в системе экологически безопасного развития экономики России. Автореферат дисс. ... к.э.н. – Ростов-на-Дону, 2008. – 26 с.	Pashcov A. <i>Otsenka uherba ot zagryazneniya okruzhayuhey sredy v sisteme ekologicheski bezopasnogo razvitiya ekonomiki Rossii</i> [Assessment of damage from environmental pollution in the system of environmentally safe development of the Russian economy] Abstract of the dissertation ... Candidate of Economic Sciences Rostov-on-Don, 2008. 26 p. (in Russian)
19	Тарасов Ю.В., Молодан А.А. Оценка эффективности рециклинга транспортных средств, вышедших из эксплуатации // Вестник ХНАДУ, вып. 72, 2016. – С. 7-12.	Yu.V. Tarasov, A.A. Molodan <i>Otsenka effektivnosti retsiklinga transportnykh sredstv, vyshedshikh iz ekspluatatsii</i> [Evaluation of the efficiency of recycling of vehicles out of service] Vestnik KhNADU, vol. 72, 2016. Pp 7-12 (in Russian)

УДК: 626. 86.556:38

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В УЗБЕКИСТАНЕ

Б.К.Салиев - д.т.н., доцент, Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем

Аннотация

В статье рассматривается оценка состояния и проблемы использования оросительной воды в республике в прош-лом и в ближайшем будущем. Проведен сравнительный анализ использования водных ресурсов за период последних 30 лет с 1989 по 2019 г. По проведенным оценкам собственный водозабор за 5 лет (2014/15-2018/19 г.) для орошения составлял в среднем 53,2 млрд. м³, в том числе из рек 50,5 млрд. м³. В настоящее время (2018-2019 г) для орошения 4,289 млн. га земель забирается в среднем 57,06 млрд. м³ воды, против 63,02 млрд. м³ в 1989 г. При этом фактический водозабор составил 48,9 млрд. м³. Удельное водопотребление (в годы средней водности) в бассейне реки Амударья составляет 12,5 тыс. м³/га, в бассейне Сырдарьи 10,4 тыс. м³/га. Прогнозные расчеты показывают, что происходит тенденция сокращения водозабора из рек в сельское хозяйство в среднем на 0,104 млрд. м³/год, при увеличении по другим отраслям от 11,53% (коммунально-бытовая отрасль) до 100% (рыбное хозяйство). Ожидается уменьшение водопотребления в сельском хозяйстве в ближайшем будущем, и оно отразится в снижении доли использованной воды от общего объема к 2025 году (уменьшение доли за 6 лет на 0,86 млрд. м³) составит 48,04 млрд. м³, к 2030 году (уменьшение доли за 5 лет на 0,71 млрд. м³) составит 47,33 млрд. м³. Это означает, что безвозвратное водопотребление в среднем за 5-6 лет уменьшится на 0,7-0,8 млрд. м³ и к 2050 году может составить 43,07 млрд. м³. Снижается объем сбросов в КДС, за счет использования коллекторно-дренажных вод по всему региону, при этом, удельное водопотребление увеличится до 11,50 тыс. м³/га, т. е. на 450 м³/га или 28,1%. Приведены причины дефицита воды для полива сельхозкультур в период вегетационных поливов. Рассмотрены вопросы водосбережения и пути перехода на современные технологии использования поверхностных и подземных вод, перераспределения вод и решений межгосударственного использования речных ресурсов.

Ключевые слова: бассейн Аральского моря, водные ресурсы, распределение воды, водопользование, водосбережение, остродефицитные годы, удельный забор, объем забранной воды, водообеспечение.

ЎЗБЕКИСТОНДА СУВ РЕСУРСЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШНИНГ БАҲОЛАНИШИ ВА БАШОРАТИ

Б.К.Салиев - т.ф.д., доцент, Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти

Аннотация

Мақолада республикада ўтмиш ва яқин келажақда суғориш сувидан фойдаланиш ҳолати ва муаммоларини баҳолаш кўриб чиқилган. Сўнги 30 йил ичида 1989 йилдан 2019 йилгача бўлган даврда сув ресурсларидан фойдаланиш ҳолатининг қиёсий таҳлили ўтказилди. Ҳисоб-китобларга кўра, 5 йил давомида (2014/15–2018/19) суғориш учун ўртача 53,2 млрд. м³, шу жумладан дарёлардан 50,5 млрд. м³ миқдорда сув олинган. Ҳозирги кунда (2018-2019) 4,289 млн. гектар ерни суғориш учун ўртача 57,06 млрд. м³ сув олинган, бу 1989 йилда тасдиқланган 63,02 млрд. м³ га нисбатан кам. Шу билан бирга, ҳақиқий сув истеъмоли 48,9 млрд. м³ ни ташкил этди. Амударё ҳавзасида сувнинг ўзига хос истеъмоли (ўртача сувли йилларида) 12,5 минг м³/га, Сирдарё ҳавзасида – 10,4 минг м³/га. Башорат ҳисоб-китоблари шуни кўрсатадики, дарёлардан қишлоқ хўжалигига сувнинг йилига ўртача 0,104 млрд. м³ га қисқариш тенденцияси мавжуд бўлиб, бошқа саноат тармоқларида 11,53 фоиздан (коммунал хизматлар) 100 фоизгача (балиқчилик) ўсиш кузатилмоқда. Яқин келажақда қишлоқ хўжалигида сув истеъмолининг пасайиши кутилмоқда ва 2025 йилга қадар ишлатилган сув улушининг умумий ҳажмдаги камайишида акс этади (улушнинг 6 йил ичида 0,86 млрд. м³ га камайиши) 48,04 млрд. м³ ни ташкил қилади. 2030 йилга келиб (улушнинг 5 йил ичида 0,71 млрд. м³ га камайиши) 47,33 млрд. м³ ни ташкил қилади. Бу шуни англатадики, қайтариб бўлмайдиган сув истеъмоли 5–6 йил ичида ўртача 0,7–0,8 млрд. м³ га камайдиган ва 2050 йилга келиб 43,07 млрд. м³ га тенг бўлиши мумкин. Бутун минтақада коллектор-дренаж сувларидан фойдаланиш ҳисобига ҚДТга тушириш ҳажми камайиб бормоқда, шу билан солиштирма сув сарфи 11,50 минг м³/га, яъни 450 м³/га ёки 28,1 фоизга ошди. Вегетация суғориш даврида қишлоқ хўжалиги экинларини суғориш учун сув етишмаслигининг сабаблари баён қилинган. Сувни тежаш ва ер усти ва ер ости сувларидан фойдаланишнинг замонавий технологияларига ўтиш йўллари, сувни қайта тақсимлаш ва дарё ресурсларидан давлатлараро фойдаланиш бўйича ечимлар масалаларига тўхталиб ўтилди.

Таянч сўзлар: Орол денгизи ҳавзаси, сув ресурслари, сув тақсимоти, сувдан фойдаланиш, сувни тежаш, кескин танқислик йиллари, солиштирма сув истеъмоли даражаси, олинган сув ҳажми, сув таъминоти.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON HYDROLOGICAL PROCESSES IN THE CHIRCHIK RIVER BASIN

B.K. Saliev - d.s.c., docent, Research institute of irrigation and water problems

Abstract

The article examines the assessment of the state and problems of irrigation water use in the republic in the past and in the near future. A comparative analysis of the state of water resources use for the period of the last 30 years from 1989 to 2019 was carried out. According to the estimates, own water withdrawal for 5 years (2014/15-2018/19) shows that an average of 53.2 m³, including 50.5 billion m³ from rivers. At present (2018-2019), an average of 57.06 billion m³ of water is taken for irrigation of 4.289 million hectares of land, against 63.02 billion m³ approved in 1989. At the same time, the actual water consumption amounted to

48.9 billion m³. Specific water consumption (in the years of average water content) in the Amudarya river basin is 12.5 thousand m³/ha, in the Syrdarya basin - 10.4 thousand m³/ha. Forecast calculations show that there is a tendency to reduce water from rivers to agriculture by an average of 0.104 billion m³/year, with an increase in other sectors from 11.53% (communal and household sector) to 100% (fisheries). A decrease in water consumption in agriculture is expected in the near future and will be reflected in a decrease in the share of used water in the total volume by 2025 (decrease in the share over 6 years by 0.86 billion m³) will amount to 48.04 billion m³, by 2030 (decrease in the share over 5 years by 0.71 billion m³) will amount to 47.33 billion m³. This means that irretrievable water consumption will, on average, decrease by 0.7-0.8 billion m³ over 5-6 years, and by 2050 may be equal to 43.07 billion m³. The volume of discharges into CDS is decreasing due to the use of collector-drainage waters throughout the region, while specific water consumption has increased to 11.50 thousand m³/ha, i. e. by 450 m³/ha or 28.1%. The reasons for the lack of water for irrigating agricultural crops during the period of vegetative irrigation are stated. The issues of water saving and ways of transition to modern technologies for the use of surface and ground waters, redistribution of water and solutions for the interstate use of river resources are touched upon.

Key words: the Aral Sea basin, water resources, water distribution, water use, water saving, years of acute shortage, specific intake, volume of withdrawn water, water supply.

Введение. В конце двадцатого столетия на орошаемых землях Центральной Азии произошли негативные изменения, продолжалось усыхание Аральского моря, деградация почв, нарушился природный режим грунтовых вод, продолжалось вторичное засоление, осланцевание, ухудшение физических свойств почв и др. [1]. Основной причиной кризиса Аральского моря является резкое уменьшение притока речных вод, которое связано с климатическими явлениями, антропогенной деятельностью человека и режима стока трансграничных рек в верховьях рек Амударья и Сырдарья (Кыргызстан, Таджикистан). Действительно, если до 60-х годов прошлого века использование водных ресурсов межгосударственных рек не превышало 50%, то в 90-е годы она достигла 90%. То же самое происходило во многих странах мира, в процессе хозяйственной деятельности человека, продолжались серьезные экологические изменения (уменьшение ресурсов и изменение минералогического состава, речных и подземных вод, снижение плодородия почв, затопление и т.п.) [2]. Многие страны и регионы мира испытывают водный стресс, когда годовые ресурсы воды на душу населения составляют 1000 - 2000 м³. При ресурсах менее 1000 м³ многие страны ожидают «водный дефицит», более одного миллиарда людей, включая Китай и Индию живут в аридных районах [3].

Возрастающая необходимость обеспечения населения продовольствием и продуктами сельского хозяйства в регионах привела почти к полному отбору речных водных ресурсов, одновременному росту объемов загрязненных вод с образованием зон нарушения экологического равновесия. Особенно обострена ситуация в Центральной Азии по использованию водных и энергетических ресурсов в связи с несогласованными решениями по строительству энергогигантов на реках Амударья и Сырдарья. Эти проблемы неоднократно обсуждались на совместно проведенных конференциях и в частности, на международной конференции, состоявшейся в Ташкенте 12 мая 2011 года при подготовке к 6-му Всемирному водному форуму.

На состоявшемся в 2012 г. в Ташкентском водном форуме зарубежные эксперты особо подчеркнули, что даже масштабными усилиями Узбекистана проблему сохранения и рационального использования ограниченных водных ресурсов в Центральной Азии решить невозможно, необходим интегрированный подход с учетом интересов всех стран и народов, проживающих в регионе [4, 5, 6].

В последние годы созданы механизмы эффективного использования стока трансграничных рек на основе общепринятых международных норм и правил для обеспечения равноправного, взаимовыгодного сотрудничества. Исследованиями установлено, что главным фактором во-

доделения должно быть обеспечение продовольственной безопасности Узбекистана, улучшение качества водных ресурсов и охраны природной среды. На орошаемых землях Республики, в результате изменения и подъема уровня грунтовых вод наблюдается региональное засоление земель и локальное развитие процесса подтопления в пределах городов и населенных пунктов. Приоритетными научными направлениями исследований в Республике является также защита населения и мест их проживания от воздействия внешних стрессов и обеспечение экологической безопасности.

В пункте 3.3 «Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на период 2017–2021 годы» предусмотрено "... неуклонное повышение сельхозпроизводства, устойчивое обеспечение продуктами питания, расширение производства экологически чистых продуктов, улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель и застроенных территорий, расположенные в этой зоне", которые являются задачами стратегического направления. Для дальнейшего решения этих задач и инновационных разработок в соответствии с Указами Президента Республики Узбекистан за № 4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», УП № 2954 от 4 мая 2017 года «О мерах по упорядочению контроля и учета рационального использования запасов подземных вод на 2017–2021 годы», УП №-3698 от 7 мая 2018 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию реализации механизма инновации в отраслях и сферах экономики». УП №-5742 от 17 июня 2019 года «О мерах по рациональному использованию земельных и водных ресурсов в сельском хозяйстве». УП №-6024 от 10 июля 2020 года «Об утверждении концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на период 2020 – 2030 годы» отмечено, что среднегодовой объем воды 51 – 53 млрд м³, в том числе, 92,2% из рек и саев, 1,9% из коллекторных сетей, 0,9% из подземных вод, уменьшился на 20% по отношению лимитному водозабору. По опубликованным данным исследователей МВХ РУз и ТИИИМСХ отмечено, что проводимой политикой правительства Республики Узбекистан по рациональному использованию водных ресурсов достигнуто уменьшение водозабора в среднем до 51 млрд м³ по отношению 64 млрд м³ в 80 -х годах [7, 8]. Учёт глобальных климатических изменений в современном мире является одним из первоочередных задач рационального использования ограниченных водных ресурсов.

Физическая изношенность гидромелиоративных систем (ГМС), засоленность земель, нерациональное использование воды и его низкая эффективность являются главным сдерживающим фактором, ограничивающим раз-

вите орошаемого земледелия. Максимальное водосбережение и продуктивное использование воды – основа эффективного ведения орошаемого земледелия. Применение прогрессивной техники полива приводит к экономии воды в 2-2,5 раза и увеличению урожая в 1,5-1,7 раза. С позиции подходов по созданию гидромелиоративных систем нового поколения необходимо найти правильные пути по созданию агро-мелиоративных ландшафтов, отвечающих требованиям экологической устойчивости, экономической целесообразности и социальным требованиям.

Анализ современного состояния проблемы. Проблема воды в Узбекистане является ключевой и с каждым годом обостряется. Несогласованный забор воды на нужды народного хозяйства региона привел к количественному истощению и качественному ухудшению водных ресурсов бассейна Аральского моря. Все Центральноазиатские страны столкнулись с проблемами управления водными ресурсами, нерационального и неравномерного распределения воды, ведущее к ее расточительному использованию и рост напряженности между регионами, расположенными в верхнем и нижнем течении рек, возникновение межотраслевых конфликтов, в основном между гидроэнергетикой и орошаемым земледелием, каждый из которых влияет на развитие национальной экономики [9, 10].

Негативным последствием изменения климата является повышение дней со стрессовыми для растений высокими температурами. Особенно опасные последствия при увеличении количества дней с высокими температурами возникают при низкой водообеспеченности посевов. Следует отметить, что урожайность с/х культур как основных, так и повторных, резко уменьшается при водообеспеченности 80% и ниже [11]. Поступление водных ресурсов в республику неравномерно и колеблется: в годы повышенной водности потребление до 63 км³, в годы пониженной водности этот показатель снижается до 54,2 км³ в т. ч. на орошение до 49,0 км³. Необходимость снижения дефицита водных ресурсов также диктует широкое использование водосберегающих технологий, использование пленочного покрытия и проведение полива через борозду, которые ведут к экономии оросительной воды до 70%, при применении капельного и внутрипочвенного орошения оно достигает 85, 95, 98% [7, 10, 11].

Постановка задачи, методы решения и объект исследований. Исходя из цели оценки и прогноза использования вод в будущем необходимо провести глубокие исследования с учетом необходимости создания целостной картины как по всему региону Узбекистану, так и на гидромелиоративной системе каждого отдельно взятого региона. В создавшихся условиях основной задачей является достижение дальнейшего роста производительных сил в Узбекистане, который возможен в основном за счет повышения эффективности использования, накопленного потенциала в водном хозяйстве с целью повышения продуктивности каждого поливного гектара и кубометра оросительной воды. Осуществить практически реализацию:

- согласованного регулирования речного стока на основе принятых обязательств и глобального и регионального партнерства;

- совместного внедрения новых, совершенных технологий и техники полива;

- обеспечения оптимального мелиоративного режима на орошаемых землях с целью защиты от вторичного засоления;

Методами решения задач является - анализ состояния использования водных ресурсов по Узбекистану, сравнение фактических данных по использованию воды за период 30 лет с 1989 по 2019 г. и представление прогнозных

расчетов на период с 2020 до 2050 года. Методика применения сравнительного анализа годовых показателей водных ресурсов по Узбекистану за период 30 лет позволит подобрать цифровые данные, оценить состояние уровня водопользования и прогнозировать появление дефицитных годов стока. Объектом исследований являются речной бассейн Аральского моря и орошаемые земли. Объектом исследования в узком плане – являются АВП в ГМС. которая обеспечивает сельхозкультуры водой и водоотведение с помощью дренажа. Основным показателем анализа и оценки является: водообеспеченность и дренированность, которые рассматриваются как индикатор функционирования гидромелиоративной системы [12, 13].

Анализ результатов и примеры. Основной причиной низкой эффективности орошения являются значительные фильтрационные потери из магистральных, межхозяйственных каналов, внутрихозяйственной сети при орошении и промывках.

Проработки, выполненные ПО «Водпроект» показали, что КПД техники полива оросительных сетей составлял в среднем по Узбекистану 0,82. КПД техники полива, по оценкам САНИИРИ в среднем по республике составляла - 0,67. В современных условиях потери воды, основанные на данных МВХ составляют из:

<i>магистральных каналов</i> - 3197,3 млн. м ³	13,2%
<i>межхозяйственных каналов</i> - 4931,3 млн. м ³	20,4%
<i>внутрихозяйственной сети</i> - 8293,4 млн. м ³	34,4%
<i>на поле</i> - 7724,2 млн. м ³	32,0%
<i>Итого</i> - 24146,2 млн. м ³	100%

Как видно, основные потери происходили во внутрихозяйственной сети и на полях орошения. Это подтверждается исследованиями САНИИРИ в контрольных хозяйствах в различных природно хозяйственных условиях Узбекистана, где суммарные потери во внутрихозяйственных системах и на полях орошения составляли от 32 до 74% (в среднем 57%) от водозабора. Непосредственно до растений доходит 43% от суммарного водозабора в бассейне Сырдарьи, и 37% - в бассейне Амударьи [14, 15].

Известно, что ежегодный используемый объем воды формируемый в пределах республики составляет около 18%, а приток из соседних стран составляет 82%. Утвержденные объемы водных ресурсов для Узбекистана 63,02 км³, из них коллекторно-дренажный сток – 6,84 км³, подземные воды 2,59 км³, притоки в стволы р. Амударья и Сырдарья – 53,59 км³ [16, 17].

В среднегодовом разрезе по республике за последние 5 лет (2014/15–2018/19 гг) использовалось 53,1 млрд м³ воды, в том числе из рек 50,5 млрд м³, из подземных источников – 0,63 млрд. м³; возвратные воды -1,95 млрд м³. Из общего объема ресурсов рек Амударья и Сырдарья, часть её приходится на соседние республики, а собственный забор Узбекистана в 2018-2019 г. составил 57,06 млрд. м³, против 63,02 км³. Объем уменьшения водозабора из рек за тридцатилетний период составил 5,96 км³. По проведенным расчетам других авторов, если в 2015 г. водный дефицит составил 3 км³, то, к 2030 г. составит 7 км³, оно к 2050 г. возможно увеличится до 11–13 км³ [18, 19].

В настоящее время (2018–2019 г) для орошения 4,289 млн. га земель забирается в среднем 57,06 млрд м³ воды, т.е. самым большим потребителем водных ресурсов является орошаемое земледелие, забирающее 84% объема водных ресурсов [7, 17]. Удельное водопотребление составляет (в годы средней водности) в бассейне реки Амударья 12,5 тыс. м³/га, в бассейне Сырдарья 10,4 тыс. м³/га. Снижается объем сбросов в КДС, за счет использования коллекторно-дренажных вод по всему региону. Величина

сброса сократилась по сравнению с 1989 г. в 2019 г. на 21,3 км³, что составляет 15,2%. Однако, забор сбросных вод для орошения повторных культур по отношению к общему забору речной воды растет ежегодно. В частности, по данным Минводхоза республики Узбекистан удельный водозабор увеличился с 10,4 тыс. м³/га до 11,50 тыс. м³/га.

На орошаемых землях низовьев Амударьи повысился уровень грунтовых вод, усилился вертикальный обмен и перемещение водорастворимых солей в верхние почвенные горизонты, в связи, с чем снизились природные качества почвы. Из-за низкого КПД оросительных систем, длительного орошения завышенными нормами и нарушения агротехнических правил ведения поливного земледелия, процессу вторичного засоления почвогрунтов в низовьях способствовал затруднительный отток грунтовых вод. Анализ состояния забора и использования воды представлен в таблице 1.

а за 20 лет – 2,84 млрд. м³ и к 2050 году составит - 43,07 млрд. м³. Это означает, что безвозвратное водопотребление для орошения в среднем за последние 30 лет уменьшится на 4,26 млрд м³ (из табл. 2: 1,42 +2,84), а к 2050 году составит 43,07 млрд. м³.

Представленной ниже рис.1, демонстрирует использование водных ресурсов в 2030 и 2050 году по отраслям экономики. Самым большим потребителем остается орошаемое земледелие, забирающее 84,04% (2030 г.) и 77,68% (2050 г.), т. е. произойдет уменьшение на 6,36%. Уменьшение (-) или увеличение (+) водопотребления за последние 20 лет составят: сельское хозяйство - 4,26 млрд. м³, при увеличении по другим отраслям: + 0,3 млрд. м³ – коммунально – бытовая отрасль, +0,06 млрд. м³ – промышленность, +2,94 млрд. м³ – энергетика и +0,18 млрд. м³ – рыбное хозяйство.

Таблица 1

Состояние забора воды и расчетный прогноз использования воды по отраслям народного хозяйства Узбекистана (по данным МВХ РУз и НИИВБП)

№	Потребители	Фактическое водопотребление млрд. м ³				Прогноз уменьшения (-) или увеличения (+) водопотребления, млрд. м ³			
		1989	2019	Разность за 30 лет	% от базовой	За 6 лет (2019-2025)	2025	За 5 лет (2025-2030)	2030
1	Сельское хозяйство	53,2	48,9	- 4,3	8,8	- 0,86	48,04	- 0,71	47,33
2	Коммунально-бытовая	2,60	2,9	+ 0,3	11,53	+ 0,06	2,96	+ 0,05	3,01
3	Промышленность	0,69	0,77	+ 0,08	11,59	+ 0,01	0,78	+ 0,01	0,79
4	Энергетика	3,50	4,09	+ 0,59	16,85	+ 0,11	4,2	+ 0,49	4,69
5	Рыбное хозяйство	0,20	0,40	+ 0,2	100	+ 0,04	0,44	+ 0,03	0,47
	ВСЕГО	60,19	57,06	- 3,13		- 0,64	56,42	- 0,13	56,29

Из таблицы 1 видно, что за 30 лет происходило снижение забора воды в сельское хозяйство на 8,8%, при увеличении по другим отраслям: 11,53% – коммунально – бытовая отрасль, 11,59% – промышленность, до 100% в рыбное хозяйство. Удельный сброс по отношению к общему забору уменьшился с 35,38% в 1989 г. до 23,75% в 2019 г. или на 11,64 %. Суммарный сток по республике составлял от 22–24 км³, из них 70% возвращаются в источники орошения (15,4–16,8 км³). В настоящее время, для получения проектного урожая как основных, так и повторных культур требуются дополнительные резервы воды. В перспективе необходимо использовать воды техногенного происхождения, т. е. вод подтопленных территорий, объём которых равен от 8 до 10 км³ [18, 20]. Оценивая в целом соотношение забранной, сбросной и использованной воды, сохранится тенденция снижения общего водозабора по республике, а также по отдельным регионам.

Безвозвратное водопотребление в сельском хозяйстве в ближайшем будущем, отразится в снижении доли использованной воды от общего объёма к 2025 году (уменьшение доли за 6 лет на 0,86 млрд. м³) составит 48,04 млрд. м³, к 2030 году (уменьшение доли за 5 лет на 0,71 млрд. м³) составит 47,33 млрд м³. Анализ расчетного прогноза забора воды и предполагаемого использования воды представлен в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что продолжается тенденция снижения забора воды в сельское хозяйство, которое будет уменьшаться, при увеличении по другим отраслям, если в целом водопотребление в 1989 году было 60.19 млрд. м³, а к 2050 году будет 55,44 млрд. м³ разность составила 4,75 млрд. м³. За период 10 лет (2030–2040) уменьшение водных ресурсов для орошения составит 1,42 млрд. м³,

Таблица 2
Расчетный прогноз по отраслям народного хозяйства Узбекистана в ближайшем будущем

№	Потребители	Прогноз уменьшения (-) или увеличения (+) водопотребления, млрд. м ³			
		За 10 лет (2030-2040)	2040	За 20 лет (2030-2050)	2050
1	Сельское хозяйство	-1,42	- 45,91	- 2,84	- 43,07
2	Коммунально-бытовая	+0,10	+ 3,14	+ 0,20	+ 3,34
3	Промышленность	+0,02	+ 0,81	+ 0,04	+ 0,85
4	Энергетика	+0,98	+ 5,67	+ 1,86	+ 7,53
5	Рыбное хозяйство	+0,06	+ 0,53	+ 0,12	+ 0,65
	ВСЕГО	- 0,26	56,06	- 0,62	55,44

Нерациональное использование водных, земельных и биологических ресурсов территории привело большинство районов региона, особенно в Приаралье, Кызылординской области (Казахстан) к экстремальной социально-экономической ситуации [17, 18, 19, 20, 21].

Обсуждение исследований. Известно, что в распоряжении Узбекистана находятся 11,5 км³ поверхностного стока внутренних рек и 42,0 км³ трансграничных рек, а также 9,43 км³ возвратных и подземных вод. Перспективным направлением исследований является численно-информационное обеспечение управлением стока и оперативное регулирование водой как на межгосударственном уровне, так и стокам местного происхождения. Другим направлением исследований является разработка математических моделей, учитывающих все детали изменения климата: засуху, влияние солнечной активности, дефицит воды и др.

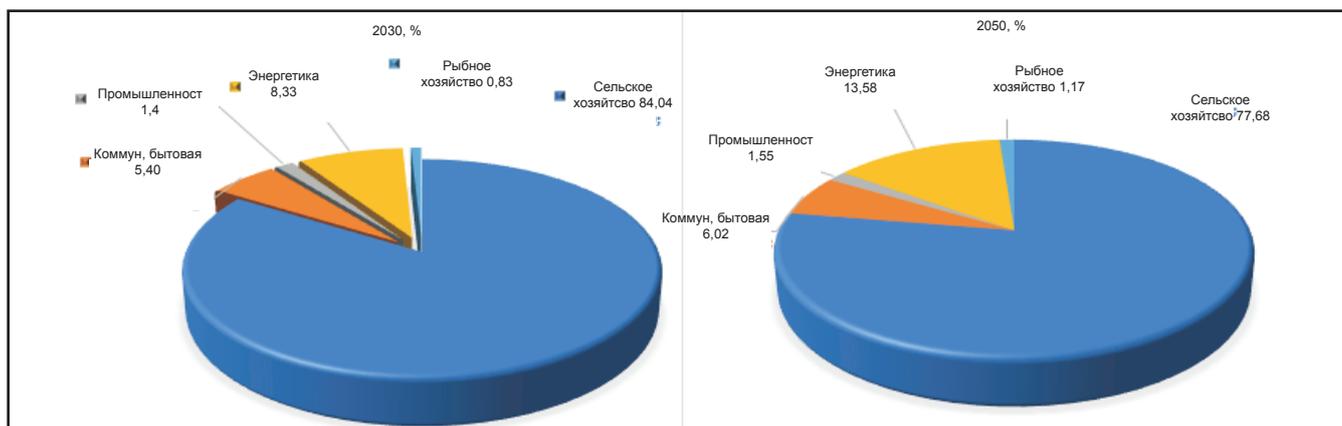


Рис.1. Прогноз использования воды по отраслям экономики

Большое разнообразие почвенно-мелиоративных условий, при нарастающем дефиците водных ресурсов в регионах республики, обуславливает дифференцированный подход к обоснованию современных ресурсосберегающих технологий на сельскохозяйственных землях. На основе почвенно-климатических условий и продуктивности сельскохозяйственных земель назначается комплекс мелиоративных мероприятий, техника и технологии полива, необходимые для повышения продуктивности орошаемых земель. Наряду с проведением комплексных мелиораций (увлажнение почв, дренаж, борьба с засолением и др.) значение имеет выбор техники и технология полива.

Систематизация возникших проблем, связанных с полным исчерпанием водных ресурсов, представлена ниже:

- дефицит водных ресурсов, ощущался в маловодные годы (1982, 1986, 1997, 2000, 2009, 2013, 2018), что привело к недополучению и подсушке сельхозкультур, в этот период доступ к водным ресурсам и, прежде всего к водам трансграничных рек усилил конкуренцию между странами региона. Например, воды Сырдарьи в последние годы едва доходят до середины территории Узбекистана, западные области почти обезвожены.

- существующие и строящиеся водохранилища в верховьях трансграничных рек, не снимают с повестки дня данную проблему [1, 3, 6];

- произошло ухудшение экологического состояния в низовьях большинства больших и малых рек и сильное загрязнение речных вод. Нынешнее экологическое состояние природных экосистем Аральского бассейна характеризует труднейшую проблему, возникшую в результате водопотребления в сельское и другие хозяйства. К водопотребителям низовий поступает вода для сельскохозяйственных и бытовых нужд с высокой минерализацией 1,5–1,8 г/л, с концентрацией солей превышающих нормы (ПДК пост Кызылжар р. Амударья) 240% кальция, магния - 420%, гидрокарбонатов - 120% и сульфатов – 620% [7. 21];

- произошло подтопление земельных угодий и населенных пунктов, народнохозяйственных объектов. Основной причиной подтопления является потери воды из водохозяйственных объектов. В результате свыше 132 городов и населенных пунктов, 7322 культурно-исторических объектов, из которых 2050 в пределах нашей Республики находятся под негативным воздействием подтопления [20];

- произошло ухудшение мелиоративного состояния и плодородия орошаемых земель, и т. п.

Оценкой мелиоративного состояния зоны орошения или территории города являются изменение уровня грунтовых вод, уровеньный режим напорных вод, химический состав и температура подземных вод. Изменение этих па-

раметров происходит в каждом регионе, вовлеченном в процесс инженерно-хозяйственной деятельности человека. Подъем УГВ происходит на локальных участках, из-за нарушения процессов их оттока после орошения и промывных поливов. В результате хозяйственной деятельности человека орошаемые земли с уровнем грунтовых вод 0,5-1,5 м занимают свыше 75% площади в северной зоне Каракалпакстана, 43%, в южной зоне Хорезма 95%. Земли со средним и сильным засолением составляют от 41-48% (Каракалпакстан) до 55% (Хорезм) орошаемых угодий для промывки и восстановления которых требуются неограниченное количество воды.

Выводы:

- Республика Узбекистан, как и другие государства среднего и нижнего течения рек Амударья и Сырдарья, испытывает дефицит водных ресурсов, особенно в маловодные годы.

- Потребность в оросительной воде республики ежегодно увеличивается, в том числе для орошения используются до 59 км³, которые полностью покрываются за счет ресурсов трансграничных рек Амударья и Сырдарья. Расчеты показали, что безвозвратное водопотребление для орошения в среднем за последние 10 лет уменьшится на 1,57 млрд. м³ (из табл. 1: 0.86 +0,71) к 2030 году может составить к 47,33 млрд. м³.

- В республике за последние 5 лет (2014/15-2018/19 гг) использовалось в среднем за год 53,1 млрд. м³ воды, в том числе из рек Амударья и Сырдарья – 33,04 млрд. м³, из подземных источников – 0,63 млрд. м³; возвратные воды -1,95 млрд. м³. Из общего объема ресурсов рек Амударья и Сырдарья, часть её приходится на соседние республики, а собственный забор Узбекистана в 2018-2019 г. составил 57,06 млрд. м³, против 63,02 км³ утвержденный в 1989 г.

- Объем уменьшения водопотребления за тридцатилетний (1988/89-2018/19гг) период составил 5,96 км³. Безвозвратное водопотребление в сельском хозяйстве в ближайшем будущем, отразится в снижении доли использованной воды от общего объема к 2025 году с учетом потребностей населения (40 млн. человек) составит 48,04 млрд. м³ (против 57,06 млрд. м³ 2018/19 год).

- Оценивая в целом прогноз соотношений забранной, сбросной и использованной воды, сохранится тенденция снижения общего водозабора из трансграничных рек по республике и к 2040 году составит 45,91 млрд. м³, а к 2050 году может уменьшится до 43,07 млрд. м³. Среднеголетнее уменьшение забора воды в сельское хозяйство составит 19,38%, при увеличении в социальной сфере 27,7% (коммунально-бытовая отрасль), промышленности 26,08%, энергетике 40% и 24% в рыбном хозяйстве.

№	Литература	References
1	Салиев Б.К., Ходжаев С.С., Солиев М. Б. Проблемы рационального использования водных ресурсов на орошаемых землях бассейна Аральского моря // (Монография). – Ташкент: "Fan va texnologiya", 2017. – 292 с.	Saliev B.K., Khodzhaev S.S., Soliev M.B. <i>Problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya vodnykh resursov na oroshayemykh zemlyakh basseyna Aral'skogo morya</i> [Problems of rational use of water resources on irrigated lands of the Aral Sea basin] Monograph, ed. "Fan va texnologiya", Tashkent, 2017. 292 p. (in Russian)
2	Салиев Б.К. Ирригация и борьба с подтоплением застроенных территорий грунтовыми водами (на примере орошаемых районов Узбекистана) // Мелиорация и водное хозяйство. Сер 2. Осушение и осушительные системы: Обз. инф-я ЦБНТИ. – Москва, 1987. – вып. 2. – 54 с.	Saliev B.K. <i>Irrigatsiya i bor'ba s podtopleniyem zastroyennykh territoriy gruntovymi vodami (na primere oroshayemykh rayonov Uzbekistana)</i> [Irrigation and the fight against flooding of built-up areas with groundwater (for example, irrigated areas of Uzbekistan)] Land reclamation and water management. Ser 2. Drainage and drainage systems: Obz. information TSBNTI. Moscow, 1987. issue 2, 54 p. (in Russian)
3	Джалалов А.А. Экологические аспекты управления водными ресурсами на реках-механизм лимитирования и регулирования. Тренинговый центр по УВР. – Ташкент. 2000. – 23 с.	Jalalov A.A. <i>Ekologicheskiye aspekty upravleniya vodnymi resursami na rekakh-mekhanizm limitirovaniya i regulirovaniya</i> [Environmental aspects of water management on the rivers-mechanism of limitation and regulation]. Training center for water resources management. Tashkent: 2000. 23 p. (in Russian)
4	Мазурова Н., Умарова М., Умарова Н. Водные ресурсы - основы устойчивого развития и будущего прогресса // Газета «Правда Востока». – Ташкент, 13 мая 2011. – №94 (27040). – С.1-2.	Mazurova N., Umarova M., Umarova N. <i>Vodnyye resursy - osnovy ustoychivogo razvitiya i budushchego progressa</i> [Water resources are the foundations of sustainable development and future progress]. The newspaper "Pravda Vostoka" No. 94 (27040) Tashkent: May 13, 2011, Pp. 1-2. (in Russian)
5	Глазовский Н.Ф. Аральский кризис. Причины возникновения и пути выхода: (Монография). – Москва: Наука, 1990. – 136 с.	Glazovsky N.F. <i>Aral'skiy krizys</i> [Aral crisis]. Causes of emergence and exit routes: Monograph, Moscow: Nauka, 1990, 136 p. (in Russian)
6	Социально – экономические проблемы Арала и Приаралья. – Ташкент: Фан, 1990. – 57 с.	<i>Sotsial'no – ekonomicheskiye problemy Arala i Priaral'ya</i> [Socio-economic problems of the Aral Sea and Aral Sea region]. Tashkent: Fan, 1990, 57 p.(in Russian)
7	Вода жизненно важный ресурс для будущего Узбекистана. Под редакцией Фикрет Акчура. – Ташкент: ПРООН, 2007. – 137 с.	<i>Voda zhiznenno vazhniy resurs dlya budushchego Uzbekistana</i> [Water is a vital resource for the future of Uzbekistan]. Edited by Fikret Akchura. Tashkent: UNDP, 2007, 137 p. (in Russian)
8	Умурзаков У. П., Ахмедов А.К. Сув тақчиллиги шароитида кишлок хўжалигининг ишлаб чиқаришини ривожлантириш истиқболлари // Ж.: «Irrigatsiya va Melioratsiya». – Ташкент, 2015. – №01. – С. 94-99.	Umurzakov U. P., Akhmedov A.K. <i>Suv takchilligi sharoitida kishlok khuzhaligining ishlab chikarishini rivojlantirish istiqbollari</i> [Prospects for the development of rural khuzhali in the conditions of water shortage]. Journal «Irrigatsiya va Melioratsiya» No. 01. 2015. Pp, 94-99. (in Uzbek)
9	Демин А.П. Рациональное использование водных ресурсов в Центральной Азии в целях обеспечения продовольственной безопасности// Материалы международной научно-практической конференции, посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия "Вода для жизни" – Алматы, Казахстан, 22- 24 сентября 2016 года. Книга 2.	Demin A.P. <i>Ratsionalnoye ispol'zovaniye vodnikh resursov v Tsentralnoy Azii v tselyakh obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti</i> [The rational use of water resources in Central Asia in order to ensure food security]. Materials of the international scientific-practical conference devoted to summing up the results of the UN Decade "Water for Life" announced in Almaty, Kazakhstan, September 22-24, 2016. Book 2. (in Russian)
10	Духовный В.А., Разаков Р.М., Рузиев И.Б., Косназаров К.А. Проблема Аральского моря и природоохранные мероприятия // Журнал "Проблема освоения пустынь". – Ашхабад, 1984. – №6. – С. 3-15.	Dukhovny V.A., Razakov R.M., Ruziev I.B., Kosnazarov K.A. <i>Problema Aral'skogo morya i prirodookhrannyye meropriyatiya</i> [The problem of the Aral Sea and environmental measures]. Journal The problem of desert development. 1984, No. 6. WITH. Pp. 3-15. (in Russian)
11	Проблемы управления бассейнами в условиях изменения климата. Сб. научн. Трудов. Сети водохозяйственных организаций Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии. Вып. 10. – Ташкент, // НИЦ МКВК, 2017. – 208 с.	<i>Problemy upravleniya basseynami v usloviyakh izmeneniya klimata</i> [Problems of basin management in the context of climate change]. Sat scientific Proceedings. Networks of water management organizations in Eastern Europe, the Caucasus, Central Asia. Vol. 10. Tashkent, SIC ICWC, 2017. 208 p. (in Russian)
12	Хамраев Ш.Р., Рахимов Ш.Х. Управление водными ресурсами республики Узбекистан с целью повышения их продуктивности // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия "Вода для жизни" г. Алматы, Казахстан, 22- 24 сентября 2016 года. Книга 2.	Hamraev Sh.R., Rakhimov Sh.Kh. <i>Upravleniya vodnymi resursami respubliki Uzbekistan s tsel'yu povysheniya ikh produktivnosti</i> [Management of water resources of the Republic of Uzbekistan in order to increase their productivity]. Materials of the international scientific-practical conference devoted to summing up the results of the decade declared by the UN "Water for Life" Almaty, Kazakhstan, September 22-24, 2016. Book 2. (in Russian)
13	Хамраев Ш.Р. Мамлакатимиз сув хўжалиги соҳасида олиб борилаётган ишлар ва эришилган натижалар // Ж.: «Irrigatsiya va Melioratsiya». – Ташкент, 2015. – №01. – С. 6-10.	Hamraev Sh.R. <i>Mamlakatimiz suv khuzhaligi sohasida olib borilayotgan ishlar va erishilgan natijalar</i> [The work carried out in the field of water resources of our country and the results achieved]. Journal «Irrigatsiya va Melioratsiya» No. 01. 2015. Pp. 6-10. (in Uzbek)

14	Ходжаев С.С., Ташханова М.П. Влияние падения уровня Аральского моря и ограниченных водных ресурсов в бассейне рек Амударья и Сырдарья на экологические условия Приаралья // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия "Вода для жизни" г. Алматы, Казахстан, 22- 24 сентября 2016 года. Книга 2.	Khodzhaev S.S., Tashkhanova M.P. <i>Vliyaniye padeniya urovnya Aral'skogo morya i ogranichennykh vodnykh resursov v bassejne rek Amudar'ya i Syrdar'ya na ekologicheskiye usloviya Priaral'ya</i> [The impact of the fall in the Aral Sea level and limited water resources in the Amu Darya and Syr Darya river basins on the ecological conditions of the Aral Sea region]. Materials of the international scientific-practical conference devoted to summing up the results of the UN Decade "Water for Life" Almaty, Kazakhstan, September 22-24, 2016 of the year. Book 2. (in Russian)
15	Ходжаев С.С., Ташханова М.П. Мероприятия по рациональному использованию водных ресурсов на орошаемых землях бассейна Аральского моря в условиях дефицита и прогрессирующего на них антропогенного воздействия (2020–2030 гг.) // Журнал «Irrigatsiya va Melioratsiya». – Ташкент, 2016. – №03(5). – С.16-21.	Khodzhaev S.S., Tashkhanova M.P. <i>Meropriyatiya po ratsional'nomu ispolzovaniyu vodnykh resursov na oroshayemykh zemlyakh basseyna Aral'skogo morya v usloviyakh defetsita i progressiruyushchego na nikh antropogennogo vozdeystviya (2020–2030 gg.)</i> [Measures for the rational use of water resources on irrigated lands of the Aral Sea basin under conditions of deficiency and anthropogenic impact progressing on them (2020–2030)]. The journal «Irrigatsiya va Melioratsiya» No.03(5). 2016. Pp.16-21. (in Russian)
16	Азизов А.А. Водные ресурсы Центральной Азии – проблемы безопасности и управления. Сб. научн. трудов «Водохранилища», чрезвычайные ситуации и проблемы устойчивости МВССО РУз, НУ Уз: – Ташкент: 2004. – С. 32-42.	Azizov A.A. <i>Vodnyye resursy Tsentral'noy Azii – problemy bezopasnosti i upravleniya</i> [Water Resources of Central Asia. - problems of security and management]. Sat scientific Proceedings of the "Reservoir", over-tea situations and problems of stability of the Ministry of Public Health and Social Protection of the Republic of Uzbekistan, NU Uz: 2004. Pp. 32-42. (in Russian)
17	Хамидов М.Х., Жалолов А. Сув ресурсларини оқилона бошқариш, уларни иқтисод қилиш ва самарали фойдаланиш муаммолари // Ж.: «Irrigatsiya va Melioratsiya». – Ташкент, 2015. – №01. – С. 28–33.	Khamidov M.Kh., Zhalolov A. <i>Suv resurslarini okilona boshkarish, ularni iktisod kilish va samarali foydalanish muammolari</i> [Problems of rational management of water resources, their economy and efficient use]. Journal «Irrigatsiya va Melioratsiya» No. 01. 2015. Pp. 28-33. (in Uzbek)
18	Жильцов С.С. Политика стран Центральной Азии в области использования водных ресурсов трансграничных рек // Материалы международной научно - практической конференции, посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия "Вода для жизни" г. Алматы, Казахстан, 22 - 24 сентября 2016 года. Книга 2.	Zhiltsov S.S. <i>Politika stran Tsentral'noy Azii v oblasti ispol'zovaniya vodnykh resursov transgranichnykh rek</i> [The policy of the countries of Central Asia in the use of water resources of transboundary rivers]. Materials of the international scientific-practical conference devoted to summing up the results of the decade declared by the UN "Water for Life" Almaty, Kazakhstan, September 22-24, 2016. Book 2. (in Russian)
19	Султанов Т.З., Ибрагимов М.Х., Суюнов Ш.Н. Сув хўжалиги тизими жадал ривожланмоқда // Ж. «Irrigatsiya va Melioratsiya». – Тошкент, 2019. – №3(17). – С. 75-78.	Sultanov T. Z., Ibragimov, M. Kh., Sh. N Suyunov. <i>Suv khuzhaligi tizimi zhadal rivozhlanmoqda</i> [The system of water management izdeveloping actively]. Journal «Irrigatsiya va Melioratsiya» No.3(17) Tashkent, 2019. Pp. 75-78. (in Uzbek)
20	Салиев Б.К. Перспективы использования подземных водных ресурсов в комплексе с поверхностными для орошения // Мат-лы Межд.-ной научно-практ. конф. "Водные ресурсы Центральной Азии и их использование", посвященная подведению итогов объявленного ООН десятилетия "Вода для жизни". – Алматы, Казахстан, 2016. Книга 1. – С. 395-398.	Saliev B.K. <i>Perspektivy ispol'zovaniya podzemnykh vodnykh resursov v komplekse s poverkhnostnymi dlya orosheniya</i> [Prospects for the use of underground water resources in combination with surface for irrigation]. Materials of the International scientific and practical. conf. "Water resources of Central Asia and their use", dedicated to summing up the results of the UN declared decade, "Water for life", Almaty, Kazakhstan, 2016, Book 1, Pp. 395-398. (in Russian)
21	Кипшакбаев Н. Улучшение и укрепление институтов совместного управления водными ресурсами в бассейне Аральского моря // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия "Вода для жизни" - Алматы, Казахстан, 22-24 сентября 2016 года. Книга 2. – С. 307-312.	Kipshakbaev N. <i>Uluchsheniye i ukrepleniye institutov sovmestnymi upravleniyami vodnymi resursami v bassejne Aral'skogo morya</i> [Improvement and strengthening of institutions for joint management of water resources and the Aral Sea basin] // Materials of the international scientific-practical conference devoted to summing up the results of the UN Decade "Water for Life" Almaty, Kazakhstan, September 22-24, 2016. Book 2. Pp. 307-312 (in Russian)

УДК: 626. 86.556:38

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЧИРЧИК

*Х.Ш.Гаффоров - PhD., с.н.с., Ш.Д.Турсунбоев - докторант
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем*

Аннотация

Оценка прошлых и будущих климатических различий играет важную роль в будущем планировании в связи с изменением климата. Эта ситуация требует безотлагательных и согласованных действий в нескольких областях: технологии, инфраструктуре, политике, экономике и экологии. В статье оценивается влияние изменений интенсивности осадков на уровень воды в сценариях модели глобальной циркуляции (GCM) RCP 4.5 и 8.5 на периоды 2030-х, 2050-х и 2070-х годов. Исследование является справочным материалом для улучшения управления водными ресурсами, и обеспечения устойчивости производства сельскохозяйственной продукции в будущем, а также для улучшения оперативного управления водными ресурсами и устойчивости сельского хозяйства.

Ключевые слова: Река Чирчик, водные ресурсы, GCM, изменение климата, дельта подход.

ЧИРЧИҚ ДАРЁСИ ҲАВЗАСИ ГИДРОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРИГА ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИНИНГ ТАЪСИРИНИ БАҲОЛАШ

*Ҳ.Ш.Гаффоров - PhD., к.и.х, Ш.Д.Турсунбоев - докторант
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти*

Аннотация

Ўтмишдаги ва келажакдаги иқлимий фарқларни баҳолашнинг аҳамияти иқлим ўзгаришининг келажакда режалаштиришда муҳим роль ўйнайди. Ушбу ҳолат бир неча соҳаларда: технология, инфратузилма, сиёсат, иқтисодиёт ва экология бўйича шошилинч ва келишилган ҳаракатларни талаб қилади. Мақолада 2030, 2050 ва 2070 йилларда глобал циркуляцияси модели (GCM) сценарийлари RCP 4.5 ва 8.5 да ёғингарчилик интенсивлиги ўзгаришининг сув сатҳига таъсири баҳоланди. Ушбу тадқиқот сув ресурсларини бошқаришни такомиллаштириш ва келажакда қишлоқ хўжалиги маҳсулотларининг барқарорлигини таъминлаш, сув ресурсларини оператив бошқариш ва қишлоқ хўжалигини режалаштиришни такомиллаштириш учун фойдали маълумотдир.

Таянч сўзлар: Чирчиқ дарёси, сув ресурслари, GCM, иқлим ўзгариши, дельтага ёндашув.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON HYDROLOGICAL PROCESSES IN THE CHIRCHIK RIVER BASIN

*Kh.Sh.Gafforov - PhD., senior researcher, Sh.D.Tursunboev - researcher
Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems*

Abstract

The importance of assessing past and future climate differences plays an important role in future planning in relation to climate change. This situation requires urgent and concerted action in several areas: technology, infrastructure, politics, economics, and the environment. The article evaluates the impact of changes in precipitation intensity on the water level in the global circulation model (GCM) RCP 4.5 and 8.5 scenarios in the 2030s, 2050s, and 2070s. This study is a useful reference for improving water resource management and ensuring the sustainability of agricultural products in the future, as well as for improving operational water management and agricultural sustainability.

Key words: Chirchik River, water resources, GCM, climate change, delta approach.

Введение и состояние вопроса. Вся пища и многие другие средства, необходимые человеку, производятся прямо или косвенно из воды [1]. В последние десятилетия изменение климата из-за глобального потепления изменило не только экосистему в регионе, но и привлекло внимание, поскольку процесс изменения будет иметь прямое влияние на местное сельское хозяйство, водные ресурсы и их распределение, а также на средства к существованию людей. За последние 50 лет средняя температура повысилась на 2 °C во всем мире, в то время как количество осадков также имело тенденцию к увеличению с сильными пространственно-временными и неоднородными колебаниями [2], более того, экосистема в засушливых и полусухих регионах более чувствительна к изменению климата [3], чем в других регионах мира [2, 4], и Парижское соглашение, направленное на

ограничение глобального потепления до ниже 2°C, вряд ли будет приемлемым в засушливых и полусухих регионах. В течение шестидесяти лет на Центральноазиатский регион приходилась треть всех засушливых и полусухих регионов мира, образовались очень чувствительные экосистемы к изменению климата, впоследствии, водные ресурсы оказали серьезное влияние на производство сельскохозяйственных культур и биомассы [1, 4].

Глобальное изменение климата, несомненно, занимает прочное место среди основных экологических проблем, стоящих перед мировым сообществом, и особенно сталкивается с острым воздействием на водные ресурсы. Более 70% водных ресурсов бассейна реки Чирчик используется орошаемым земледелием, которое обеспечивает около 16% ВВП республики (stat.uz), поэтому любые изменения, влияющие на водные ресурсы, особенно

изменение климата, немедленно сказывается на многих аспектах жизни в области. Увеличение потребности в воде связано с ростом населения и быстрым экономическим развитием в регионе, а также с сокращением ожидаемого речного стока для оперативного и долгосрочного управления из-за глобального изменения климата, что еще больше усугубляет проблему. Поэтому водоснабжение и распределение следует рассматривать вместе со спросом на воду и надлежащим образом включать в модели системы земли для решения различных крупномасштабных эффектов с учетом или без учета возможных климатических взаимодействий [5].

Несмотря на то, что водные ресурсы, как всегда, становятся все более спорным ресурсом и конфликтами по поводу его использования и распределения, в исследуемой области было проведено мало исследований для оценки пространственной динамики воды [6, 7] и воздействия изменения климата на нее. Понимание прошлых и будущих изменений количества осадков и оценка риска использования и распределения важны для планирования мер по стабилизации долгосрочного управления после изменений в природе [8, 9], более того, изменение климата в странах Центральной Азии привело к крупным катастрофам - сокращению ледников в горных системах Тянь-Шаня [10,11] и в Памир-Алае [12, 13] на юге и усыханию Аральского моря [14, 15]. Поэтому качественная оценка воздействия изменения климата и тенденций выпадения осадков в прошлом и будущем имеет большое значение в предгорьях в условиях изменения климата бассейна реки Чирчик. Цель данной статьи - оценить доступность водных ресурсов в зависимости от интенсивности осадков с использованием моделей глобальной циркуляции (GCM) в рамках Фазы 5 проекта по взаимному сравнению связанных моделей RCP 4.5 и 8.5.

Материалы и методы.

Область исследования. Исследуемый район, показанный на рисунке 1, расположен на 41°10'00" северной широты 69°45'00" восточной долготы в северо-восточной части Республики Узбекистан между западной частью гор Тянь-Шаня и рекой Сырдарьей.

Область граничит с Республикой Кыргызстан на северо-востоке, Республикой Казахстан на северо-западе, Наманганской областью Узбекистана на востоке, Республикой Таджикистан на юге и Сырдарьинской областью Узбекистана на юго-западе. Общая площадь исследуемой территории составляет 14,9 тыс. км², длина -155 км. Сложный рельеф определяется особенностями регионального почвенно-климатического районирования, такими как его широтное и вертикальное распространение [16].

Климат неоднороден и, как правило, полусухой

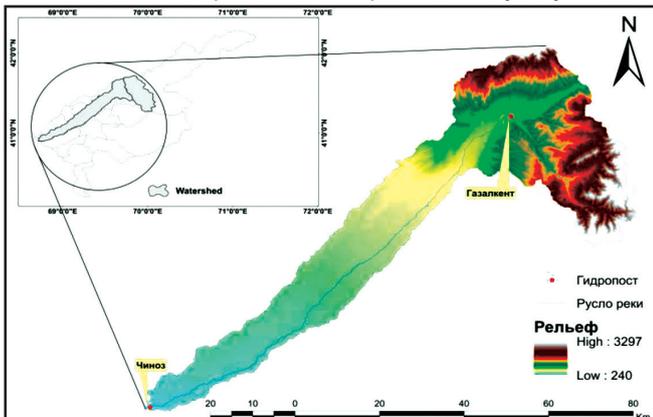


Рис. 1. Область исследования

и засушливый, с сильным градиентом как осадков, так и температуры от гор к равнинам с севера на юг. Количество осадков (Рис.1) распределяется неравномерно, с большим их количеством на северо-востоке и в районе ближе к горам [17]; кроме того, в горах выпадает больше осадков. Минимальное количество осадков выпадает на юго-западе района и составляет 250-300 мм в год; в предгорной северо-восточной части количество осадков достигает 550 мм [1]. В западной части гор, подверженной воздействию влажных воздушных масс, выпадает более 1400–3000 мм осадков. Основная часть годового количества осадков выпадает в зимние и весенние месяцы. Средняя температура января от -1,3 °С до -1,8 °С, самая высокая температура воздуха летом на равнинах достигает +47 °С, [18]. Ручьи расширяют свои русла во время дождей и занимают долины.

Набор данных. Все станции производили ежедневные наблюдения за 1990-2016 гг., которые были собраны Центром гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (UZHYMET) с учетом бассейновых данных. В качестве источников будущих метеорологических данных получены суточные данные об осадках по 5 GCM в архиве CMIP5 (Таблица 1).

В исследованиях проведено было три серии экспериментов на будущие периоды 2030-х годов (2020-2039), 2050-х годов (2040-2069) и 2070-х годов (2060-2099), которые были классифицированы с помощью модели GCM, и, поскольку использовались сценарии: RCP 4.5 и 8.5 были статистически уменьшены с помощью дельта-метода с использованием исторических данных за 1975-2005 гг. [19, 20], и полученные наборы данных были использованы в качестве входных данных. В то время как RCP 4.5 включает использование ряда технологий и стратегий по

Таблица 1
Общая информация о выбранных GCM

Модель	Институты	Страна	Сокращенное название
ACCESS1-3 (RCP 4.5)	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization	Австралия	ACCESS1-3
ACCESS1-3 (RCP 8.5)			
bcc-csm1-1-m (RCP 4.5)	Beijing Climate Centre (BCC), China Meteorological Administration	Китай	bcc-csm1-1-m
bcc-csm1-1-m (RCP 8.5)			
CanESM2 (RCP 4.5)	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Victoria, BC	Канада	CanESM2
CanESM2 (RCP 8.5)			
CSIRO-Mk3-6-0 (RCP 4.5)	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization	Австралия	CSIRO-Mk3-6-0
CSIRO-Mk3-6-0 (RCP 8.5)			
GISS-E2-R (RCP 4.5)	"NASA/GISS" Goddard Institute for Space Studies, New York, NY	США	GISS-E2-R
GISS-E2-R (RCP .5)			

сокращению выбросов парниковых газов для стабилизации радиационного воздействия до 2100 г. [4], сценарий RCP 8.5 характеризует увеличение выбросов парниковых газов с течением времени из-за роста населения и спроса на энергию [21]. Соответственно Луо [2, 4], в GCM различные прогоны имеют схожую способность прогнозирования климата над Центральной Азией.

Дельта подход. Дельта подход - один из наиболее распространенных методов передачи сигналов изменчивости климата от GCM к гидрологическим моделям [22, 23]. Он основан на дельта-факторах, которые характеризуют разницу между нынешним и будущим климатом. В исследовании дельта-факторы были проанализированы на предмет их зависимости от шкалы времени и уровня интенсивности или периода повторяемости [24]. Для расчета сценариев изменения дельты, использовались данные станций и выходные данные сетки GCM [25, 26]. Для экспериментов по изменению дельты изменение климата рассчитывалось путем вычисления разницы между PRCP, добавленным к наблюдаемым временным рядам,

среднемесячных значения для сетки, ближайшей к текущей, и будущим PRCP, моделируемым с помощью GCM.

В исследованиях коэффициенты изменения были получены на основе прошлых, настоящих и будущих климатических симуляций GCM различий в наиболее важных климатических переменных для гидрологии и осадков. Выходные данные GCM, для осадков это можно выразить следующим образом:

$$P_{Delta}(t) = O_{obs}(t) \left(\frac{P_{Future}}{P_{Control}} \right) \quad (1)$$

$$P'_{GCM,Future} = P_{GCM,Future} \left(\frac{P_{Obs,reference}}{P_{GCM,reference}} \right) \quad (2)$$

где: P_{Delta} - будущие осадки, оцененные по дельта-сценарию, (мм); P_{Future} - среднее количество осадков, рассчитанное в сценарных расчетах GCM, (мм); $P'_{GCM,Future}$ и $P_{GCM,Future}$ - это скорректированные и нескорректированные выходные данные GCM в будущем периоде времени соответственно (мм); P_{Obs} эталон, и P_{GCM} эталон - это среднее наблюдаемое и GCM осадки в течение базисного периода.

Результаты и обсуждение. В разные периоды изменения частоты выпадения осадков для GCM в будущем определялось по исходным данным, и все станции показали среднемесячные изменения, которые были почти идентичны для RCP 4.5 и RCP 8.5 (Рис.2). Во всех моделях основное количество осадков выпало зимой и осенью; в целом эта тенденция была сильнее в RCP 4.5, за исключением станции Туябугуз (Рис.2i). Несмотря на уменьшение количества осадков в летний период, июль показал активность дождя на всех станциях в обоих сценариях. В марте, согласно сценарию, RCP 4.5, количество осадков на станциях Бекабад (Рис.2a) и Туябугуз (Рис.2i) начнет снижаться; на других станциях: Чаткал (Рис.2b), Чимган (Рис.2c), Ойгаинг (Рис.2d), Пскем (Рис.2e), Кызылча (Рис.2f), Сукок (Рис.2g) Ташкент (Рис.2h) и Янгиюль (Рис.2j). спад начался в апреле. Несмотря на увеличение интенсивности осадков зимой, почти на всех станциях в феврале наблюдалось значительное снижение среднемесячного количества осадков в сценарии RCP 8.5, с большей долей снижения на станции Бекабад. Когда дос-

товерность вывода речного стока оценивалась с использованием среднемесячных данных, не было обнаружено значительных различий между данными GCM и данными наблюдений.

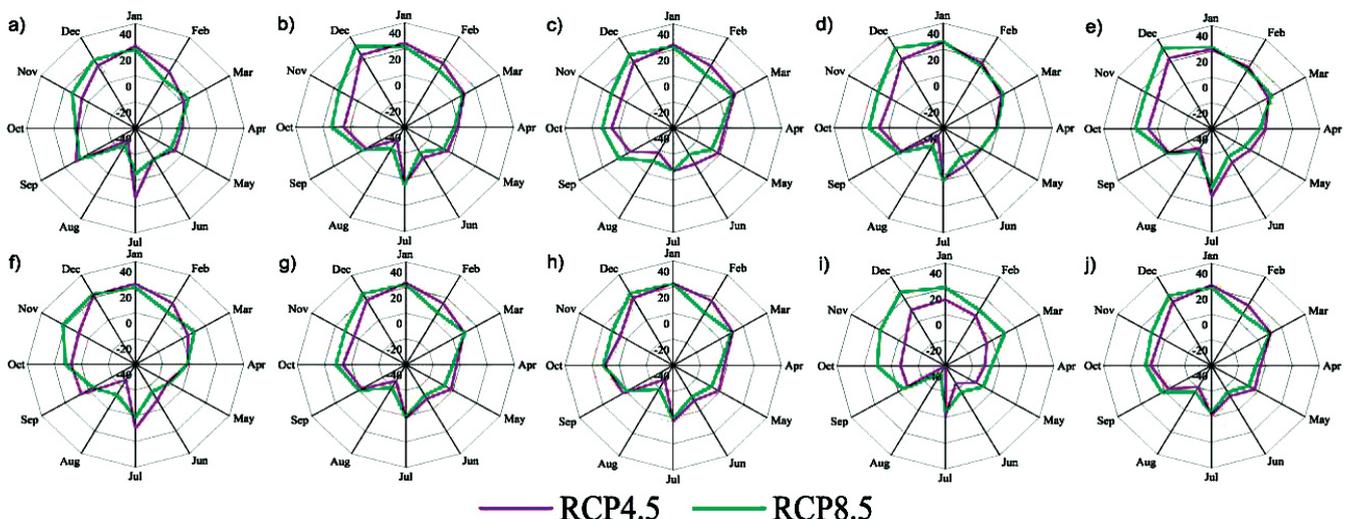
Любая изменчивость климата, социально-экономический фактор или трансграничные проблемы в водных ресурсах региона бассейна реки Чирчик окажут серьезное влияние на продовольственную безопасность, промышленное использование и производство электроэнергии. В будущем потребность в воде для орошения и городского хозяйства, вероятно, возрастет из-за увеличения населения страны.

Демографические изменения напрямую влияют на характеристики климата, поскольку все необходимые для жизни человека ресурсы демонстрируют параллелизм роста населения, и здесь необходимо учитывать миграции. Характеристики всех климатических факторов влияют на расход воды [28, 29], которая является самым главным ресурсом для жизни человека.

Формирование водных ресурсов в бассейне Чирчик происходит из суммы речных бассейнов с разной высотой [23, 30], что приводит к изменениям климатических параметров, таких как осадки и температура [31, 32]. На формирование стока в бассейне влияют многие факторы, такие как осадки, температура, рельеф, почвенный и растительный покров [33, 34]. По этой причине оценка влияния различных факторов на сток воды в бассейне реки Чирчик важна в контексте изменения климата для оперативного управления водными ресурсами в будущем.

Чтобы предвидеть экологические, экономические, социальные и политические реакции окружающей среды на изменчивость климата, необходимо изучить будущие и исторические региональные изменения климата [23, 27]. Последние десять лет были отмечены изменением климата в бассейне реки Чирчик, и это изменение отразилось на динамике водного стока. Исходя из прошлых и настоящих процессов в бассейне реки Чирчик существует потребность в оперативном управлении водными ресурсами с учетом потребностей всех водопользователей.

Исследования показывают изменение динамики стока бассейна реки Чирчик, что увеличивает соотношение изменений повторяемости осадков к 2030 г., 2050 г. и 2070 г.



(а) Бекабад; (б) Чаткал; (с) Чимган; (д) Ойгаинг; (е) Пскем; (ф) Кызылча; (г) Сукок; (h) Ташкент; (i) Туябугуз; (j) Янгиюль.
Рис. 2. Ежемесячные оценки изменения интенсивности осадков, генерируемых в будущие периоды по сравнению с наблюдаемыми в базовых данных (сценарии RCP4.5 и RCP8.5) для десяти станций

соответственно, в двух сценариях RCP 4.5 и 8.5. Несмотря на то, что в сценариях изменения климата существует тенденция к увеличению расхода воды в бассейне реки Чирчик, в будущем, вероятно оно будет недостаточно, исходя из потребностей водопользователей из-за неравномерного распределения водных ресурсов. В текущем анализе прогнозировались относительные изменения количества осадков.

Анализ показал, что в гидропосте Газалкент в ближайшие десять лет будут наблюдаться уменьшение стока рек в Q1 (2020–2039 гг.), периоде на обоих сценариях GCM (Рис.3), при сравнении данных наблюдений и будущего только RCP 8.5 за август имеет равенство с этими наблюдениями. Во втором периоде Q2 (2040–2069) при сравнении данных наблюдается увеличение стока рек начиная с марта и равенство в июле, далее снижение стока до сентября и далее начинается увеличение в обоих сценариях GCM, но в RCP8.5 сток реки сравнивается в июне месяца. В третьем периоде Q3 (2060–2099) показано увеличение стока воды в двух сценариях GCM. Изменения стока на гидрометрической станции Чиназ (Рис.4) с соотношением осадков в первом Q1 (2030 г.), втором Q2 (2050г.) и третьем периоде Q3 (2070 г.) в двух сценарии RCP 4.5 и 8.5 показывает что самый низкий сток показан в августе, соответственно, в двух сценариях, исторические данные

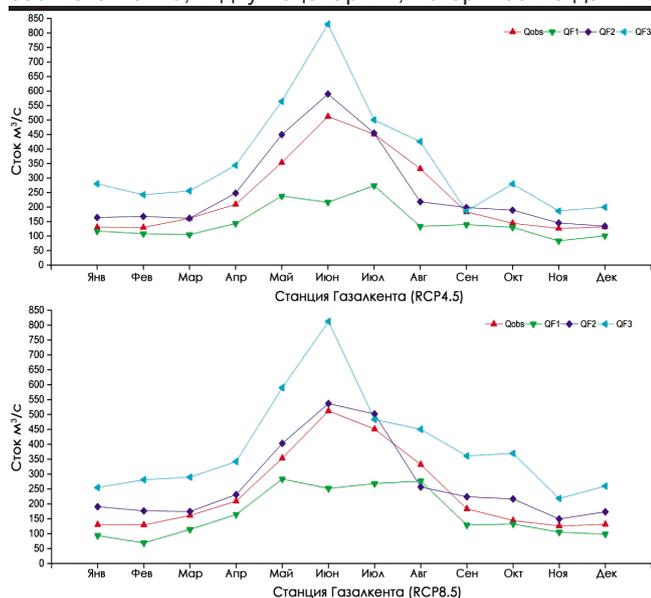


Рис.3. Соотношение расхода воды к интенсивности осадков на всех станциях в бассейне реки Чирчик (гидрометрический пост Газалкент)

также показывают падение уровня стока в том же месяце, это может быть связано с регулированием водохранилища (на исследуемой территории есть водохранилище сезонного регулирования, которое находится перед гидропостом) или температуры.

Соответственно, в 2030 и 2050 года будет наблюдаться уменьшение расхода воды по двум сценариям, хотя снижение происходит с мая до середины июня, после мая величина расхода воды показывает увеличение только 2050 году, с 2070 года показано увеличение в двух сценариях. Это означает, что вода в бассейне может увеличиться но это не будет определять будущую доступность водных ресурсов, здесь должны учитываться изменения суммарного испарения и температуры, поскольку эти два фактора играют очень важную роль в климате, суммарное испарение изменяется параллельно с температурой.

Здесь необходимо учитывать все факторы водопользования и характеристики реки. На основе указанного анализа в будущем необходимо провести исследование и анализ с учетом всех характеристик реки и с использованием других конкретных гидрологических моделей, таких как SWAT. Сделан вывод о том, что в будущем при всех сценариях необходимо изучать изменения с учетом характеристик температуры, общего испарения и деятельности

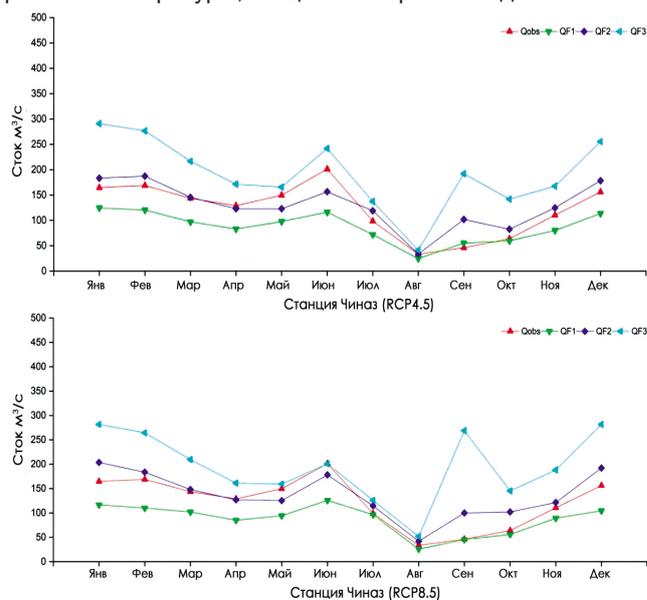


Рис. 4. Соотношение расхода воды к интенсивности осадков на всех станциях в бассейне реки Чирчик (гидрометрический пост Чиназ)

человека.

Выводы. Сток рек играет важную роль во многих сферах деятельности человека, таких как экономика, экология и политика. Прогноз возможных изменений стока рек в ответ на изменения климата представляет исключительный интерес для разработки и принятия мер, направленных на обеспечение безопасности населения, водохозяйственной и промышленной деятельности в бассейне реки Чирчик. В статье проанализирован сток в трех различных периодах, чтобы обнаружить вариации и прояснить влияние изменений климата на сток в бассейне реки Чирчик. Продемонстрированы климатические модели в сочетании дельта-подхода, которая является практичным и актуальным методом оценки пространственно-временной изменчивости и определение долгосрочных мер в оперативном управлении водных ресурсов для устойчивости сельского хозяйства в бассейне реки Чирчик. Использование климатических моделей и соответствующих сценариев имеет решающее значение для исследований, направленных на устранение неопределенностей будущего и позволяющих быстро принять управленческие решения. Необходимы дополнительные исследования для оценки неопределенностей в будущих климатических моделях в изучаемых объектах с учетом всех параметров речного бассейна и климата. Кроме того, использование других методов приводит к исследованию бассейна реки Чирчик с использованием других моделей GCM с тремя RCP, а также региональных моделей изменения климата. Это исследование может быть типичным, но является полезным справочным материалом для улучшения управления водными ресурсами, и обеспечения устойчивости сельскохозяйственного производства в будущем, а также для улучшения оперативного управления водными ресурсами и устойчивости сельского хозяйства.

References

1. Gafforov, Kh.Sh., The Assessment of Climate Change on Rainfall-Runoff Erosivity in the Chirchik–Akhangan Basin, Uzbekistan. *Sustainability*, 2020. 12(8): 369 p.
2. Luo, M., Defining spatiotemporal characteristics of climate change trends from downscaled GCMs ensembles: how climate change reacts in Xinjiang, China. *International Journal of Climatology*, 2018. 38(5): Pp. 2538-2553.
3. Jiang, C., Challenging the land degradation in China's Loess Plateau: Benefits, limitations, sustainability, and adaptive strategies of soil and water conservation. *Ecological engineering*, 2019. 127: Pp. 135-150.
4. Luo, M., Spatiotemporal characteristics of future changes in precipitation and temperature in Central Asia. *International Journal of Climatology*, 2019. 39(3): Pp. 1571-1588.
5. Nazemi, A. and H.S. Wheater, On inclusion of water resource management in Earth system models--Part 2: Representation of water supply and allocation and opportunities for improved modeling. *Hydrology & Earth System Sciences*, 2015. 19(1).
6. Ganasri, B. and H. Ramesh, Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS-A case study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*, 2016. 7(6): Pp. 953-961.
7. Wang, X., Estimated grass grazing removal rate in a semiarid Eurasian steppe watershed as influenced by climate. *Water*, 2016. 8(8): 339 p.
8. Nyssen, J., Interdisciplinary on-site evaluation of stone bunds to control soil erosion on cropland in Northern Ethiopia. *Soil and Tillage Research*, 2007. 94(1): Pp. 151-163.
9. Delgado Baquerizo, M., Effects of climate legacies on above and belowground community assembly. *Global change biology*, 2018. 24(9): Pp. 4330-4339.
10. Raymond, P.A. and S.K. Hamilton, Anthropogenic influences on riverine fluxes of dissolved inorganic carbon to the oceans. *Limnology and Oceanography Letters*, 2018. 3(3): Pp. 143-155.
11. Anderson, J. and C. Clapp, Coupling free radical catalysis, climate change, and human health. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 2018. 20(16): Pp. 10569-10587.
12. Xiong, M., R. Sun, and L. Chen, Effects of soil conservation techniques on water erosion control: A global analysis. *Science of the Total Environment*, 2018. 645: Pp. 753-760.
13. Bewket, W. and E. Teferi, Assessment of soil erosion hazard and prioritization for treatment at the watershed level: case study in the Chemoga watershed, Blue Nile basin, Ethiopia. *Land Degradation & Development*, 2009. 20(6): Pp. 609-622.
14. Duishonakunov, M., Recent glacier changes and their impact on water resources in Chon and Kichi Naryn Catchments, Kyrgyz Republic. *Water Science and Technology: Water Supply*, 2014. 14(3): Pp. 444-452.
15. Shahgedanova, M., Changes in the mountain river discharge in the northern Tien Shan since the mid-20th Century: Results from the analysis of a homogeneous daily streamflow data set from seven catchments. *Journal of hydrology*, 2018. 564: Pp. 1133-1152.
16. Stulina, G. Soils of Chirchik-Ahangan Basin 2008 January 23.
17. Stulina, G. *Pochvy Chirchik-Akhanganraskogo basseyna* [Soils of Chirchik-Ahangan Basin] 2009 January 23. (in Russian)
18. Shoir, M., Application of defecation lime from sugar industry in Uzbekistan. 2006.
19. Mohan Kumar, S., Application of SWAT Model to the Nethravathi River Basin. A post graduate thesis. National Institute of Technology Karnataka, Surathkal, India, 2011.
20. Mandal, U.K., Geo-Information-Based Soil Erosion Modeling for Sustainable Agriculture Development in Khadokhola Watershed, Nepal, in *Land Cover Change and Its Eco-Environmental Responses in Nepal*. 2017, Springer. Pp. 223-241.
21. Chen, L. and O.W. Frauenfeld, Surface air temperature changes over the twentieth and twenty-first centuries in China simulated by 20 CMIP5 models. *Journal of Climate*, 2014. 27(11): Pp. 3920-3937.
22. Carlsson, B., Exploring the range of uncertainty in climate change impacts on runoff and hydropower for the Luleälven River. in *Proceedings of the 15th International Northern Research Basins Symposium and Workshop, Luleå to Kvikkjokk, Sweden, 29 August–2 Sept. 2005*.
23. Rakhimova, M., Assessment of the Impacts of Climate Change and Human Activities on Runoff Using Climate Elasticity Method and General Circulation Model (GCM) in the Buqtyrma River Basin, Kazakhstan. *Sustainability*, 2020. 12(12): 968 p.
24. Mailhot, A., Assessment of future change in intensity–duration–frequency (IDF) curves for Southern Quebec using the Canadian Regional Climate Model (CRCM). *Journal of hydrology*, 2007. 347(1-2): Pp. 197-210.
25. Hay, L.E., R.L. Wilby, and G.H. Leavesley, A comparison of delta change and downscaled GCM scenarios for three mountainous basins in the United States 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 2000. 36(2): Pp. 387-397.
26. Wilby, R.L., L.E. Hay, and G.H. Leavesley, A comparison of downscaled and raw GCM output: implications for climate change scenarios in the San Juan River basin, Colorado. *Journal of Hydrology*, 1999. 225(1-2): Pp. 67-91.
27. Berihun, M.L., Hydrological responses to land use/land cover change and climate variability in contrasting agro-ecological environments of the Upper Blue Nile basin, Ethiopia. *Science of The Total Environment*, 2019. 689: Pp. 347-365.
28. Zhang, F. Y., Using path analysis to identify the influence of climatic factors on spring peak flow dominated by snowmelt in an alpine watershed. *Journal of Mountain Science*, 2014. 11(4): Pp. 990-1000.
29. Fu, G., Attributing variations of temporal and spatial groundwater recharge: A statistical analysis of climatic and non-climatic factors. *Journal of Hydrology*, 2019. 568: Pp. 816-834.
30. Gapparov, F., Change of hydrological regime of foothill small rivers of Uzbekistan. in *2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*. 2019. IEEE.
31. Williams, J.R., A. Nicks, and J.G. Arnold, Simulator for water resources in rural basins. *Journal of Hydraulic Engineering*, 1985. 111(6): Pp. 970-986.
32. Normatov, I. and P. Normatov, Climate change impact on hydrological characteristics and water availability of the Mountain Pamir Rivers. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 2020. 383: Pp. 31-41.
33. Liu, W., Dominant factors controlling runoff coefficients in karst watersheds. *Journal of Hydrology*, 2020: 486 p.
34. Dunjó, G., G. Pardini, and M. Gispert, The role of land use–land cover on runoff generation and sediment yield at a microplot scale, in a small Mediterranean catchment. *Journal of Arid Environments*, 2004. 57(2): Pp. 239-256.

УЎТ: 626. 627.8.03

ТОМЧИЛАТИБ СУҒОРИШДА СУҒОРИШ ТАРМОҒИНИНГ ОПТИМАЛ ГИДРОМОДУЛИНИ АНИҚЛАШ

*Р.Ж.Қаршиев - мустақил тадқиқотчи, А.Уразкелдиев - к.и.х., А.Ҳ.Ражабов - мустақил тадқиқотчи
А.И.Эрназаров - докторант, Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти*

Аннотация

Республикада эксплуатация қилинаётган ирригация каналларининг аксарияти XX аснинг 60–80-йилларида қурилган бўлиб, уларнинг гидравлик параметрлари қишлоқ хўжалиги экинларини суғориш режимлари, асосан ер устидан эгатлаб суғоришга мослаштириб лойиҳаланган ва келтирилган гидромодуль қийматлари ўртача $0,8-1,0$ л/с га. ни ташкил қилган бўлиб, каналнинг гидравлик параметрлари қисқа вақт оралиғида катта ҳажмдаги сувларни ўтказишга мўлжалланган. Кейинги 3–4 йилда фермер хўжаликлари ва кластерлар томонидан қишлоқ хўжалиги экинларини суғоришда сув тежовчи технологияларнинг жорий этилиши, суғориш тармоқларини бошқариш бўйича гидравлик усулларни такомиллаштириш, автоматлаштирилган тизимлардан фойдаланиш, мавжуд суғориш тармоқларининг ишлаш режимига ўзгартиришлар киритишни тақозо этмоқда. Томчилатиб суғориш тизимига сув етказадиган суғориш тармоғининг асосий гидравлик параметрларини ҳисоблаш усуллари такомиллаштирилди. Лагранж кўпайтирувчилари усули ҳамда $4365,5$ м³/га мавсумий суғориш меъёри, $x=10$ га экин майдони ва $t=1,7$ сут, суғориш давомийлиги қийматлари асосида суғориш тармоғи гидромодулининг мақбул қиймат $q=0,88$ л/с аниқланди. Суғориш тармоғидаги сув сатҳининг ўзгариши, томчилаб суғориш технологияси суғориш ленталари томизгичларидан чиқадиган сув миқдори, тупроқ-грунтни намлаш юзаси радиуси ҳамда гидромодуль ўртасидаги чизиқли регрессия тенгламаси ишлаб чиқилди. Мазкур вазифаларни амалга оширишда қишлоқ хўжалиги экинларни, айниқса, ғўзани суғоришда томчилатиб суғориш технологиясини кенг жорий этилиши учун ирригация каналларида сувни бошқариш тизимини такомиллаштириш, тизим параметрларини ҳисоблашнинг илмий ва амалий аҳамиятга эга бўлган гидравлик асослари ва усулларини ишлаб чиқишга қаратилган илмий тадқиқот ишларини олиб бориш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Таянч сўзлар: суғориш технологияси, гидравлик модели, суғориш тармоғи, ғўза, кластер.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ГИДРОМОДУЛЯ ИРРИГАЦИОННОЙ СЕТИ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

Р.Ж. Каршиев - независимый исследователь., А.Уразкельдиев - ст.н.с., А.Х. Раджабов - независимый исследователь., А.И. Эрназаров - докторант, Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем

Аннотация

Большинство действующих в стране оросительных каналов были построены в 60-80-е годы XX века, их гидравлические параметры были спроектированы и адаптированы к режимам полива сельскохозяйственных культур, в основном для поверхностного орошения, а средние значения гидромодуля составили $0,8-1,0$ л/с., гидравлические параметры канала рассчитывались на перенос больших расходов воды за короткий промежуток времени. В течение ближайших 3–4 лет внедрение водосберегающих технологий при орошении сельскохозяйственных культур фермерскими хозяйствами и «Кластерами» требует совершенствования гидравлических методов управления поливом, использования автоматизированных систем, изменения режима работы существующих оросительных сетей. В статье усовершенствована методика расчета основных гидравлических параметров оросительной сети, подающей воду в систему капельного орошения. Исходя из метода множителей Лагранжа оросительных норм полива $4365,5$ м³/га посевной площади $x = 10$ га и $t = 1,7$ сут, оптимальное значение гидромодуля оросительной сети составило $q = 0,88$ л/с. Разработано уравнение линейной регрессии между изменением уровня воды в оросительной сети, расходом, системы капельного орошения, радиусом увлажняющей поверхности почв и гидромодулем. Одной из важных задач в их реализации является совершенствование системы водопользования для совместного внедрения технологии капельного орошения сельскохозяйственных культур, особенно хлопчатника, разработка научных и практических гидравлических основ и методик расчета параметров системы.

Ключевые слова: технология орошения, гидравлическая модель, оросительная сеть, х лопок, кластер.

DETERMINATION OF THE OPTIMAL HYDROMODULE OF IRRIGATION NETWORK FOR DRIP IRRIGATION

*R.Zh. Karshiev - independent researcher, A. Uraskeldiev-c.a.s., A.H. Radjabov - independent researcher
A.I. Ernazarov - doctoral student, Research Institute of Irrigation and Water Problems*

Abstract

Most of the irrigation canals operating in the country were built in the 60s and 80s of the XX century, their hydraulic parameters were designed and adapted to the irrigation regimes of agricultural crops, mainly for surface irrigation, and the average hydromodule values were $0,8-1,0$ l/s., the hydraulic parameters of the channel are designed to carry large volumes of water in a short period of time. Over the next 3–4 years, the introduction of water-saving technologies in the irrigation of agricultural crops by farms and "Clusters" requires the improvement of hydraulic methods of irrigation management, the use of automated systems, changes in the operation of existing irrigation networks. Methods for calculating the basic hydraulic parameters of the irrigation network that delivers water to the drip irrigation system have been improved. Based on the method of Lagrange multipliers and the norms of irrigation $4365,5$ m³/ha, crop area $x = 10$ and $t = 1,7$, the optimal value of the hydromodule of the irrigation network

$q = 0.88$. The equation of linear regression between the change of water level in the irrigation network, the amount of water coming out of the drips of irrigation tapes, the radius of the soil-soil wetting surface and the hydromodule was developed. One of the important tasks in the implementation of these tasks is to improve the water management system in irrigation canals for the widespread introduction of drip irrigation technology in agricultural crops, especially cotton, to develop scientific and practical hydraulic bases and methods of calculating system parameters.

Key words: Irrigation technology, hydraulic model, irrigation network, cotton, cluster.

Кириш. Маълумки, республикада бир йилда ўртача 52 млрд. м³ сув ишлатилади, шундан 80 фоизи трансчегаравий дарёлар ҳиссасига тўғри келиб, қўшни давлатлар ҳудуддаги музликлар ва қорларнинг эриши ҳисобига шаклланади. Олинган сувнинг эса 90 фоизи мамлакатимизнинг қишлоқ хўжалиги соҳасида фойдаланилади. Бироқ, иқлим ўзгариши ва бошқа антропоген таъсирлар оқибатида тоғлардаги музликларнинг сони ва ҳажми кескин камайиб, дарёларнинг сувлилик даражаси пасайиши кузатиламоқда. Чучук ва фойдаланишга яроқли бўлган сув ресурслари танқис бўлиб бораётган шароитда Амударё ва Сирдарё дарёларининг ҳавзасидаги давлатлар, шу жумладан Ўзбекистонда ҳам аҳоли сонининг ўсиши ва иқтисодиёти жадал ривожланиши натижасида сувга бўлган талаб тобора ортиб бормоқда. Бундан кўриниб турибдики, бу каби шароитда қишлоқ хўжалигида сув ресурсларидан самарали ва тежамли фойдаланиш, айниқса, экинларни суғоришда сувни тежайдиган технологиялардан, жумладан, томчилатиб суғориш тизимидан фойдаланишни даврнинг ўзи тақозо этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 11 декабрдаги “Қишлоқ хўжалигида сувни тежайдиган технологияларни жорий этишни янада жадал ташкил этиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарорига асосан қишлоқ хўжалиги экинларини етиштиришда томчилатиб ва ёмғирлатиб суғориш тизимларини ҳамда ерни лазерли ускуна ёрдамида текислаган ҳолда дискретли суғориш усулини жорий қилиш суръатини беш баробарга ошириш, яъни 2021 йилда 230 минг гектар майдонда мазкур технологияларни жорий қилиш ҳамда суғориладиган 200 минг гектар майдонларни лазерли ускуна ёрдамида текислаш орқали сувдан фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича таклифи маъқулланди [1].

Томчилатиб суғориш тизими жаҳоннинг қишлоқ хўжалиги тараққий этган кўпгина мамлакатларида ҳам жорий этилган бўлиб, кенг жамоатчилик ва илмий жиҳатдан интенсив технология деб тан олинган. Суғориш технологияси ва суғориш тармоғи тизимини динамик бошқаришнинг гидравлик моделини ишлаб чиқиш учун ғўзанинг илдиз тизимидаги намлик, томчилатиб суғориш тизими ҳамда суғориш тармоғидаги автоматлаштирилган сув тўсувчи иншоотнинг динамик характеристикаларини бошқаришнинг имитацион математик моделдан фойдаланилди.

Имитацион математик моделни ишлаб чиқиш учун томчилатиб суғориш тизимида сув етказадиган суғориш тармоғининг асосий гидравлик параметрларини ҳисоблаш усуллари такомиллаштирилди ҳамда “Дала-томчилаб суғориш технологияси-суғориш тармоғи” тизимини гидродинамик бошқаришнинг корреляция боғлиқлик модели ишлаб чиқилади. Томчилатиб суғоришда С.Маматов, Ф.Абдуллаев, С.Гаффоровлар бир қанча тадқиқот ишлари олиб боришган ва ҳозирги кунда вилоятларда ташкил қилинган сервис гуруҳ иштирокчиларига ўз маслаҳатларини бериб келмоқдалар [2].

Масаланинг қўйилиши ва ечиш усуллари:

1. Томчилатиб суғориш тизимида сув етказадиган суғориш тармоғининг асосий гидравлик параметрларини ҳисоблаш усуллари такомиллаштириш. Суғориш тармоғини лойihalашда ва улардан фойдаланишда қишлоқ хўжалиги экинларига бериладиган секундли сув сарфи-

ни билиш зарур. Яъни, тизимда сув истеъмолини қиёсий баҳолашда гидромодулдан фойдаланиш яхши натижа беради. Суғориш тармоқларининг асосий параметрларини ҳисоблашда қўлланиладиган гидромодуль катталигини умумий таҳлили амалга оширилади. Бунинг учун қуйидаги формуладан фойдаланилади [3]:

$$q(x, y, t) = \frac{x \cdot y \cdot k}{86,4 \cdot t} \quad (1)$$

бу ерда: x – массивдаги жами экин майдонларида томчилатиб суғориш тизими жорий этилган майдон улуши, %; y – суғориш меъёри, м³/га; k – мелиоратив юклама коэффициент. Тупроқнинг турли механик хусусиятларига боғлиқ равишда, коэффициент қиймати: 0,3; 0,4 ва 0,5 қийматларни қабул қилади [4,5]; t – суғориш давомийлиги, сут.

(1) формула билан ҳисобланган гидромодуль катталиги, томчилатиб суғориш технологияси жорий этилган суғориш массивини сувга бўлган талабини баҳолаш ҳамда суғориш тармоқлари гидромодулининг қийматини ортиқчаллигини аниқлашнинг қисман имконини беради.

Энди (1) формулани бир неча ўзгарувчиларнинг функцияси сифатида кўриб чиқилади. Маълумки, турли экинларнинг суғориш меъёрларининг қиймати йилнинг сувлилик таъминотига боғлиқ равишда ўзгаради. Шу сабабли, экин майдони ва вақтни ўзгарувчан деб қараш мумкин, у ҳолда $q(x, y, t)$ – учта ўзгарувчига боғлиқ функция деб қараш мумкин [4, 5]. Тушунарли бўлиши учун $q(x, y, t)$ ни графигини бир қанча ўзгарувчилар суперпозицияси сифатида иллюстрацияси келтирилди [6]:

$$q = 86,4 \cdot t = x \cdot y \cdot k \quad (2)$$

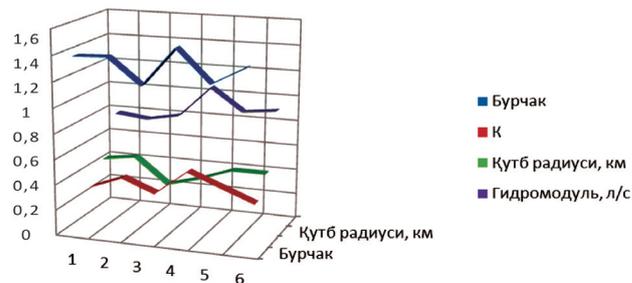
Қуйидаги белгилашлар киритилади:

$$\left. \begin{aligned} r &= 86,4 \cdot \frac{q \cdot t}{\sin \varphi} \\ \varphi &= \arccos \left(\frac{x \cdot y}{r} \right) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Фазода r ва φ текисликларининг графиги қуйидаги кўринишга эга бўлади (1-расм).

Олинган чизикли функцияни текисликка проекцияланган K нинг турли қийматларида эгри чизиклар оиласига эга бўлиши мумкин. Ушбу эгри чизиклар орқали экин майдони ва суғориш меъёрига боғлиқ ҳолда гидромодулни геометрик ифодалаш мумкин. Ундан ташқари r ва φ лар иккита ўзгарувчининг функциялари бўлиб ҳисобланади [7, 8].

Шундай қилиб, суғориш меъёри, экин майдони ва вақтнинг турли қийматларида гидромодуль қийматларини топиш мумкин [9]. Уларни боғлаб тахминий функция



1-расм. Гидромодулни суғориш давомийлиги, суғориш меъёри ва майдонига боғлиқ равишда ўзгариш динамикаси

графикга эга бўлиш мумкин. Ушбу функциянинг шартли экстремуми топилади. Бунинг учун куйидагича фараз қилинади, яъни суғориш меъёри, массивда томчилатиб суғориш тизими жорий этилган майдон улуши ва суғориш давомийлиги каби ўзгарувчиларнинг қийматлари Φ функция қиймати га тенг ёки кичик деб фараз қилинади [10, 11]:

$$ax + by + ct \leq \Phi \quad (4)$$

бу ерда: a, b, c – эмпирик коэффициентлар.

Мақсад гидромодуль экстремумини топиш ҳисобланади. Шу сабабли ушбу масала стандарт кўринишга келтирилади:

$$q = \frac{x \cdot y \cdot k}{86,4 \cdot t} \rightarrow \min \left\{ \begin{array}{l} ax + by + ct \leq \Phi \end{array} \right. \quad (5)$$

Энди Лагранж функцияси тузилади:

$$F(x, y, t, \lambda) = \frac{x \cdot y \cdot k}{86,4 \cdot t} + \lambda(ax + by + ct - 4802) \quad (6)$$

Лагранж функциясининг x, y, t ва λ ўзгарувчилар бўйича хусусий ҳосилаларини топиб, нолга тенглаб куйидаги тенгламалар системасини ҳосил бўлади [12]:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial F}{\partial x} = \frac{y \cdot k}{86,4 \cdot t} + a\lambda = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial y} = \frac{x \cdot k}{86,4 \cdot t} + b\lambda = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial t} = -\frac{x \cdot y \cdot k}{86,4 \cdot t^2} + c\lambda = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial \lambda} = ax + by + ct - 4802 = 0 \end{array} \right\} \quad (7)$$

Тегишли математик амалларни бажариб, (7) тенгламалар системасининг ечимини топилади:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial F}{\partial x} = \frac{y \cdot k}{86,4 \cdot t} + a\lambda = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial y} = \frac{x \cdot k}{86,4 \cdot t} + b\lambda = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial t} = -\frac{x \cdot y \cdot k}{86,4 \cdot t^2} + c\lambda = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial \lambda} = ax + by + ct - 4802 = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \quad (8)$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} a = 480,2 \\ b = 1,1 \\ c = 2825 \\ \lambda = 0,019 \end{array} \right] \Rightarrow \left[\begin{array}{l} x = 10 \\ y = 4365,5 \\ t = 1,7 \\ q = 0,88 \end{array} \right]$$

2. “Дала-томчилаб суғориш технологияси-суғориш тармоғи” тизимини гидродинамик бошқаришнинг корреляция боғлиқлик модели. Ғўза майдонларини томчилатиб суғориш технологиясига суғориш тармоғининг гидравлик параметрларини мослаштириш учун чиқаётган сув сарфи Q_1 , тупроқ грунтнинг намланиши θ , тупроқ намлик потенциали $P_{мин}$, суғориш томизгичларидан чиқаётган сув миқдори намлайдиган юза радиусининг эҳтимоллик зичлиги $f(\rho)$, суғориш каналида сув тўсувчи иншоот затворлари ҳолатига $\alpha_{затвор}$ ҳамда сув тўсувчи иншооти ҳосил қилган оқимнинг димланиши (подпор) натижасида ҳосил бўладиган оқимнинг энг катта чуқурлиги h , гидромодуль $q_{зудро}$ каби ўзгарувчилар ўртасидаги корреляция боғланишни топиш асосий масала ҳисобланади [13,14].

Амалиётдаги кўпгина масалаларни ечишда 3 та ўзгарувчилар, ҳаттоки 2 та ўзгарувчилар ўртасида қатъий функционал боғлиқликни топиш жуда мушкул иш. Шу сабабли ушбу масалани амалга оширишда стохастик боғлиқликлардан фойдаланилади. Жумладан, икки ёки ундан ортиқ ўзгарувчилар ўртасида стохастик боғлиқликни ўрнатish учун корреляция таҳлил усулидан фойдаланилади. Яъни корреляция таҳлили бир ўзгарувчининг қийматларини ўзгариши билан қолган ўзгарувчиларни қийматларини

ўзгариш қонуниятларини ўрганиш ҳисобланади. Бундай ҳолларда иккита катталиқ боғлиқсиз ўзгарувчилар ёки аргументлар деб аталади, учунчиси эса боғлиқли ўзгарувчи бўлиб функция деб аталади [15,16,17].

Энди асосий масалага қайтадиган бўлсак $Q_1, \theta, P_{мин}, f(\rho), \alpha_{затвор}, h, q_{зудро}$, ва катталиқлардан асосийларини ажратиб олинади [18]. Улар: $q_{зудро}, f(\rho)$ ва h , ушбу катталиқлар куйидагича чизикли боғлиқликка эга деб фараз қилинади:

$$q_{гм} = ah + bf(\rho) + c \quad (9)$$

бу ерда: a, b, c - эмпирик катталиқлар.

Энди (9) тенгламани параметрлари аниқланади. Бунинг учун ўзгарувчан катталиқлар қийматларининг корреляция коэффициентларини аниқлаш орқали амалга оширилади [19, 20].

(9) тенглама куйидаги кўринишда ёзилади:

$$q_{гм} - \bar{q}_{гм} = a(h - \bar{h}) + b(f(\rho) - \bar{f}(\rho)) \quad (10)$$

бу ерда: $\bar{q}_{гм}, \bar{h}, \bar{f}(\rho)$ лар $q_{гм}, h, f(\rho)$ катталиқларни ўртача арифметик қийматлари.

(10) тенгламадаги учта ўзгарувчилар $q_{гм}, h, f(\rho)$, ўртасидаги яхши боғлиқлик, корреляциянинг умумий коэффициенти R орқали аниқланади [21].

$$R = \sqrt{\frac{\Gamma_{qh}^2 + \Gamma_{qf}^2 - 2\Gamma_{qh}\Gamma_{qf}\Gamma_{hf}}{1 - \Gamma_{hf}^2}} \quad (11)$$

бу ерда: $\Gamma_{qh}, \Gamma_{qf}, \Gamma_{hf}$ - корреляциянинг жуфт коэффициентлари. Корреляциянинг умумий коэффициенти R куйидаги хоссага эга:

1. $R \in [0; 1]$;
2. агарда $R=0$ бўлса, у ҳолда $q_{гм}$ ўзгарувчи h ва $f(\rho)$ ларга чизикли боғлиқ бўлмайди.

3. R нинг қиймати 1 га яқинлашса ўзгарувчилар ўртасида яхши чизикли боғлиқлик мавжуд бўлади.

(11) тенгламадаги корреляциянинг жуфт коэффициентлари куйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади.

$$\Gamma_{qh} = \frac{\sum \Delta h \Delta q}{\sqrt{\sum \Delta h^2 + \sum \Delta q^2}}, \Gamma_{qf} = \frac{\sum \Delta q \Delta f}{\sqrt{\sum \Delta q^2 + \sum \Delta f^2}}, \Gamma_{hf} = \frac{\sum \Delta h \Delta f}{\sqrt{\sum \Delta h^2 + \sum \Delta f^2}} \quad (12)$$

бу ерда: $\Delta h = h_i - \bar{h}$, $\Delta f(\rho) = f_i(\rho) - \bar{f}(\rho)$, $\Delta q_{гм} = q_i - \bar{q}$

(11) ва (12) тенгламалардан корреляция жуфт коэффициентларини ва корреляциянинг умумий коэффициенти аниқланади. Сонли ечимлардан кўринадиги излаётган $q_{гм}, h, f(\rho)$ ўзгарувчилар ўртасидаги ишончли корреляцион боғланиш мавжуд экан. Энди (10) чизикли регрессия тенгламасидаги a ва b параметрлари аниқланади:

$$a = \frac{\delta_q \Gamma_{qh} - \Gamma_{qf} \Gamma_{hf}}{\delta_h (1 - \Gamma_{hf}^2)}, \quad b = \frac{\delta_q \Gamma_{qf} - \Gamma_{qh} \Gamma_{hf}}{\delta_{f(\rho)} (1 - \Gamma_{hf}^2)} \quad (13)$$

бу ерда: $\delta_q, \delta_h, \delta_{f(\rho)}$ - $q_{гм}, h, f(\rho)$ ўзгарувчиларнинг мос равишда ўртача квадратик оғиши.

$$\delta_q = \sqrt{\frac{\sum \Delta q^2}{n}}, \delta_h = \sqrt{\frac{\sum \Delta h^2}{n}}, \delta_{f(\rho)} = \sqrt{\frac{\sum \Delta f(\rho)^2}{n}} \quad (14)$$

бу ерда: n - кузатувларнинг умумий сони.

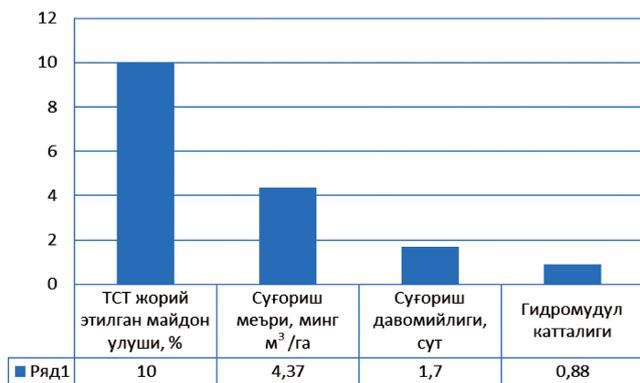
a ва b параметр қийматларини (10) тенгламага кўйиб, натижада суғориш тармоғидаги сув сатҳининг ўзгариши, томчилаб суғориш технологияси суғориш томизгичларидан чиқадиغان сув миқдорини тупроқ-грунтни намлаш юзаси радиуси ҳамда гидромодуль ўртасидаги чизикли регрессия тенгламасига эга бўлдиқ [22].

$$q_{гм} - \bar{q}_{гм} = a \left[\int_{\bar{C}}^{\hat{C}} (\hat{C}^2 \hat{R} - \hat{I} F_r) \hat{\omega} d\hat{\omega} - \bar{h} \right] + b \left[\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\delta_{\rho i} \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\rho - \mu_{\rho})^2}{2\delta_{\rho i}^2}\right) - \bar{f}(\rho) \right] \quad (15)$$

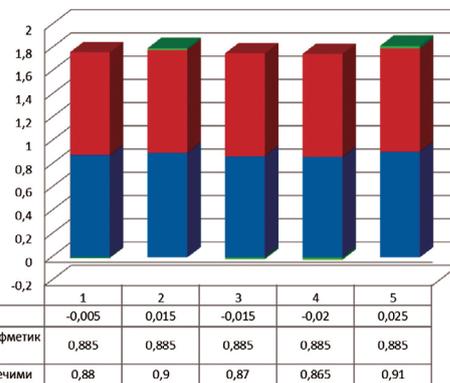
(15) регрессия тенгламасининг ўртача квадратик хатолиги қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$S_{q_{\text{rms}}} = \pm \delta \sqrt{\frac{1 - \Gamma_{qh}^2 - \Gamma_{qf}^2 + 2\Gamma_{qh}\Gamma_{qf}\Gamma_{hf}}{1 - \Gamma_{hf}^2}} \quad (16)$$

Натижалар таҳлили ва мисоллар. Лагранж кўпайтирувчилари усули ҳамда суғориш меъёри, экин майдони ва суғориш давомийлиги қийматлари асосида суғориш тармоғи гидромодулининг оптимал қиймати топилди (2, 3-расмлар). Лагранж кўпайтирувчилари усули ҳамда 4365,5 м³/га мавсумий суғориш меъёри, x=10 га экин майдони ва t=1,7 сут суғориш давомийлиги қийматлари асосида суғориш тармоғи гидромодулини мақбул қиймати 0,88 л/с аниқланди.



2-расм. Суғориш гидромодулининг оптимал қиймати



3-расм. Чизикли регрессия тенгламасининг сонли ечими

Хулоса. Томчилатиб суғориш тизимига сув етказадиган суғориш тармоғининг асосий гидравлик параметрларини ҳисоблаш усуллари такомиллаштирилди. Лагранж кўпайтирувчилари усули ҳамда 4365,5 м³/га мавсумий суғориш меъёри, x=10 га экин майдони ва t=1,7, сут суғориш давомийлиги мавсумий қийматлари асосида суғориш тармоғи гидромодулининг мақбул қиймати 0,88 л/с аниқланди. Суғориш тармоғидаги сув сатҳининг ўзгариши, томчилаб суғориш технологияси суғориш томизгичларидан чиқадиган сув микдори, тупроқ-грунтни намлаш юзаси радиуси ҳамда гидромодуль ўртасидаги чизикли регрессия тенгламаси ишлаб чиқилди.

№	Адабиётлар	References
1	Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 11 декабрдаги "Қишлоқ хўжалигида сувни тежайдиган технологияларни жорий этишни янада жадал ташкил этиш чора-тадбирлари тўғрисида"ги қарори. – Тошкент, 2020.	Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan dated December 11, 2020 <i>Kishlok khuzhaligida suvni tezhaydigan texnologiyalarni xorijiy etishni yanada zhadal tashkil etish chora-tadbirlari tugrisida</i> ["On measures to further accelerate the introduction of water-saving technologies in agriculture"]. Tashkent. 2020. (in Uzbek)
2	С. Маматов, Ф. Абдуллаев, С. Гаффоров. Экинларни томчилатиб суғориш тизимининг сув ховузини ташкил қилиш тартиби. Сув тежовчи суғориш технологиялари илмий-тадқиқот консалтинг маркази. – Тошкент, 2017.	S. Mamatov, F. Abdullaev, S. Gafforov. <i>Ekinlarni tomchilatib sugorish tizimining suv khovuzini tashkil kilish tartibi</i> [The order of organization of the pool of drip irrigation system]. Water-saving irrigation technology research consulting center. Tashkent. 2017. (in Uzbek)
3	Н. Муродов, М. Авлакулов. Гидродинамическая модель управления режимом влагопереноса в верхних слоях зоны аэрации //European Conferenc on Innovations in Technical and Natural sciences, February 2016, Austria, Vienna.	N. Murodov, M. Avlakulov. <i>Gidrodinamicheskaya model' upravleniya rezhimom vlagoperenosa v verkhnikh sloyakh zony aeratsii</i> [A hydrodynamic model for controlling the moisture transfer regime in the upper layers of the aeration zone]. European Conferenc on Innovations in Technical and Natural Sciences, February 2016, Austria, Vienna. (in Russian)
4	Махмудов И.Э., Эшев С., Мурадов Н.К. Гидравлическая модель процесса переноса гомогенной смеси в гидроморфных средах, обусловленного изменением уровня подземных вод // Журнал "Проблемы Механики". – Ташкент, 2013. – №2. – С. 27-32.	Makhmudov I.E., Eshev S., Muradov N.K. <i>Gidravlicheskaya model' protsessa perenosa gomogennoy smesi v gidromorfnykh sredakh, obuslovlennogo izmeneniyem urovnya podzemnykh vod</i> [Hydraulic model of the process of transfer of a homogeneous mixture in hydromorphic media, caused by a change in the level of groundwater]. Journal of Problems of Mechanics. Tashkent, 2013 No2, Pp. 27-32. (in Russian)
5	Махмудов И.Э., Махмудова Д.Э., Курбонов А.И. Гидравлическая модель конвективного влаго-солепереноса в грунтах при орошении сельхозкультур// Журнал "Проблемы механики" – Ташкент, 2012. – №2.	Makhmudov I.E., Makhmudova D.E., Kurbonov A.I. <i>Gidravlicheskaya model' konvektivnogo vlagosoleperenosa v gruntakh pri oroshenii sel'khozkul'tur</i> [Hydraulic model of convective moisture-salt sludge in soils during irrigation of agricultural crops]. Journal of Problems of Mechanics. Tashkent. 2012 No2. (in Russian)
6	Холиқова Н. А., Рустамов А. С., Шарипов А. К. Ўзбекистон ҳудудида қишлоқ хўжалиги автоном транспорт воситалари (тракторлари) да эроглонасс навигация тизимларидан фойдаланиш бўйича тавсияларни ишлаб чиқиш // Архив научных исследований. – 2020. – №30.	Xoliqova N. A., Rustamov A. S., Sharipov A. K. <i>Uzbekiston khududida kishlok khuzhaligi avtonom transport vositalari (traktorlari) da eroglonass navigatsiya tizimlaridan foydalanish buyicha tavsiyalarni ishlab chikish</i> [Development of recommendations on the use of eroglonass navigation systems in autonomous autonomous vehicles (tractors) in the territory of uzbekistan]. Archive of Scientific Research.2020. No 30. (in Uzbek)
7	Х.О. Лапасов, Х.С. Хусанбаева Ўтлоқи бўз тупроқлар шароитида ғўзанинг "Ан-боёвут-2" ва "Пахтакор-1" навининг суғориш усуллари пахта ҳосилдорлигига таъсири // "Irrigatsiya va Melioratsiya" журнали. – Тошкент, 2017. – №2(8).	X.O. Lapasov, X.S. Khusanbaeva. <i>Utloqi buz tuproklar sharoitida guzaning an-boyovut-2 va paxtakor-1 navining sugorish usullarini paxta hosildorligiga tasiri</i> [Influence of irrigation methods of cotton varieties an-boyovut-2 and paxtakor-1 on cotton yield in the conditions of grassland gray soils]. Irrigation and Melioration. 2017. №2(8) (in Uzbek)

8	Халмуратов. Р. О путях развития инженерно-технологического образования // ТошДТУ хабарлари. – Тошкент, 2018. – 166 с.	Khalmuradov, R. Khalmuradov, R. "O'pyayakh razvitiya inzhenero-tekhnologicheskogo obrazovaniya" [ways of development of engineering and technological education] ToshDTU khabarlari. Tashkent. 2018. 166 p. (in Russian)
9	Фазлиев Ж. Ш. Боғларда томчилатиб сугориш технологияси // Интернаука. – 2017. – №7-3. – Б. 71-73.	Fazliev J. Sh. <i>Boglarda tomchilatib sugorish texnologiyasi</i> [Drip irrigation technology in gardens] Internauka. 2017. No7-3. Pp. 71-73. (in Uzbek)
10	Каримова О. Ю., Айтмуратов Ш. Техника и технология бороздового полива в малоуклонных и безуклонных условиях Республики Каракалпакстан // "Сув хўжалиги ва сугориладиган ерларни мелiorациясини долзарб муаммолари" мавзуйдаги илмий-амали конференция. – Тошкент, 2011.	Karimova O. Yu., Aitmuratov Sh. Karimova O. YU., Aytmuratov SH. <i>Tekhnika i texnologiya borozdovogo poliva v malouklonnykh i bezuklonnykh usloviyakh respubliki Karakalpakstan</i> [Technology and technology of furrow irrigation in low-incline and beach-free conditions of the republic of Karakalpakstan] Current issues of water management and reclamation of irrigated lands. Tashkent. 2011. (in Russian)
11	Болтаев А. "Ўзбекистонда сун'ий сугориш тизимининг ривожланиши тарихи ва бугунги ҳолати." Архив Научных Публикаций JSPI. 2020. – Б.1-10.	Boltaev A. Uzbekistonda sun'iy sugorish tizimining rivozhlanishi tarixi va bugungi holati "History and current state of development of artificial irrigation systems in Uzbekistan." Archive Nauchnyx Publications JSPI. 2020. Pp. 1-10. (in Uzbek)
12	Ходжимухаммедова, Ш. И., Ё. Н. Насуллаева, and Г. М. Қўчқарова. "Сув хўжалигида инновацион технологияларни жорий этишнинг аҳамияти." Science and Education 1.9 (2020).	Xodjimuxammedova, Sh. I., Yo. N. Nasullaeva, and G. M. Kochkarova. <i>Suv khuzhaligida innovasion texnologiyalarni zhoriy etishning ahamiyati</i> [The importance of introducing innovative technologies in water management] Science and Education 1.9 (2020). (in Uzbek)
13	Авлиёқулов, М. А. Асосий ва такрорий парвариланган ўрта-ингичка толали ғўза навларининг эгат бўлақлари бўйича сугориш технологияси ва пахта ҳосилдорлиги". "Irrigatsiya va Melioratsiya" журнали. – Тошкент, 2016. – №4. – Б. 9-11.	Avliyoqulov, M. A. <i>Asosiy va takroriy parvarishlangan urta-ingichka tolali guza navlarining egat bulaklari buyicha sugorish texnologiyasi va pakhta khosildorligi</i> [Irrigation technology and cotton production on the egat parts of main and secondary-carried medium-fine fiber cotton varieties] Journal Irrigation and Melioration. Tashkent. 2016. No4. Pp. 9-11. (in Uzbek)
14	Т.Ш. Маждидов. Влияние изменения климата на водное хозяйство и меры адаптации // "Irrigatsiya va Melioratsiya" журнали. – Ташкент, 2017. – №2(8).	T.Sh. Mazhidov. <i>Vliyaniye izmeneniya klimata na vodnoye khozyaystvo i mery adaptatsii</i> [Impact of climate change on water management and adaptation measures] Journal Irrigation and Melioration. Tashkent. 2017. No.2(8). (in Russian)
15	С.С.Таджиев. Ўзбекистондаги илғор замонавий сув тежовчи технологияларини қўллаш бўйича амалий семинар ташкил этилди // "Irrigatsiya va Melioratsiya" журнали. – Тошкент, 2017. –№2(8).	S.S.Tadjiev. <i>Uzbekistondagi ilgor zamonaviy suv tezhovchi texnologiyalarini kullash buyicha amaliy seminar tashkil etildi</i> [A practical seminar on the application of advanced modern water-saving technologies in Uzbekistan was organized] Journal Irrigation and Melioration. 2017. №2(8) (in Uzbek)
16	Хамидов, М. Х., Жалолов А. Сув ресурсларини оқилona бoшқариш, уларни иқтисод қилиш ва самарали фойдаланиш муаммолари // "Irrigatsiya va Melioratsiya" журнали. – Тошкент, 2015. – №1. – Б. 28-33.	Xamidov M. X., Jalolov A. <i>Suv resurslarini okilona boshkarish, ularni iktisod kilish va samarali foydalanish muammolari</i> [Problems of rational management of water resources, their economy and efficient use]. Journal Irrigation and Melioration. Tashkent. 2015. No1, Pp.28-33. (in Uzbek)
17	С. С. Ходжаев, С. С. Таджиев, М. П. Ташханова. "Водосбережение как механизм адаптации к изменению климата в агропромышленном комплексе Узбекистана. // Журнал "Irrigatsiya va Melioratsiya". – Ташкент. 2017. №3. – С. 20-25.	S.S. Khodzhaev, S.S.Tadjiev, M.P.Tashkhanova. <i>Vodoberezhniye kak mekhanizm adaptatsii k izmeneniyu klimata v agropromyshlennom komplekse Uzbekistana</i> [Water conservation as a mechanism for adapting to climate change in the agro-industrial complex of Uzbekistan] Journal Irrigation and Melioration. Tashkent. 2017. No3. Pp. 20-25. (in Russian)
18	Махмудов И.Э. Гидравлическая модель процесса переноса гомогенной смеси в гидроморфных средах, обусловленного изменением уровня подземных вод // Проблемы механики. – Ташкент, 2013. – № 2. – С. 27-31.	Makhmudov I.E. <i>Gidravlicheskaya model' protsessa perenosa gomo-gennoy smesi v gidromorfnykh sredakh, obuslovlennogo izmeneniyem urovnya podzemnykh vod</i> [Hydraulic model of the process of transfer of a homogeneous mixture in hydromorphic media, caused by changes in the level of groundwater] // Problems of mechanics. Tashkent. 2013. No.2. Pp. 27-31. (in Russian)
19	Мавлянова Г. Д. "Ўзбекистонда томчилатиб сугориш ва унинг самарадорлиги". Scientific progress 1.2 (2020).	Mavlyanova G. D. <i>Uzbekistonda tomchilatib sugorish va uning samaradorligi</i> [drop irrigation and its efficiency in uzbekistan] Scientific progress 1.2 (2020). (in Uzbek)
20	Дурдиев Ҳ.М. Қуйи Амударё ва Фарғона водийси худудларида ер ости ва зовур сувларидан қишлоқ хўжалиги экинларини сугоришда фойдаланиш, ИСМИТИ. – Тошкент, 2015. – Б. 250-253.	Durdiev HM Kuyi Amudaryo va Fargona vodiysi khududlarida yer osti va zovur suvlaridan kishlok khuzhaligi ekinlarini sugorishda foydalanish [The use of groundwater and ditch water in the irrigation of agricultural crops in the Lower Amudarya and Fergana Valley] ISMITI. Tashkent, 2015. Pp. 250-253. (in Uzbek)
21	Gofurov, Jasur. "Уструшона қишлоқ маконларини шаклланишида сун'ий сугориш тизимининг ўрни." Архив Научных Публикаций JSPI (2020).	Gofurov, Jasur. <i>Ustrushona kishlok makonlarini shakllanishida sun'iy sugorish tizimining urni</i> [The Role of Artificial Irrigation Systems in the Formation of Ustrushona Rural Areas] Archive Nauchnyx Publication JSPI (2020). (in Uzbek)
22	Муродов О. У. Қишлоқ хўжалигида томчилатиб сугориш технологияларидан фойдаланиш самарадорлиги // Science and Education. 2020. – Том 1. – №1. – Б.177-184.	Murodov O. U. <i>Kishlok khuzhaligida tomchilatib sugorish texnologiyalaridan foydalanish samaradorligi</i> [Efficiency of using drop irrigation technologies in agriculture] Science and Education. 2020. Vol 1. No1. Pp. 177-184. (in Uzbek)

УЎТ: 622.79:622

СЕЛ-СУВ ОМБОРЛАРИДА ЛОЙҚА-ЧЎКИНДИЛАРНИНГ ШАКЛЛАНИШИ ТАҲЛИЛИ ҲАМДА ХАВФСИЗЛИГИНИ БАҲОЛАШ БЎЙИЧА ТАВСИЯЛАР

А.А.Янгиев - т.ф.д., профессор, Ш.Панжиев - докторант, Д.С.Аджимуратов - PhD, ассистент
Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти

Аннотация

Мақолада Қашқадарё вилоятидаги "Лангар", Дехқонобод, "Шурабсой" сел-сув омборларида олиб борилган дала тадқиқотлари натижалари келтирилган. Сел-сув омборларида сел-тошқинлари натижасида носозликлар кўп учрамоқда, тасодифий келган сел-тошқинларини ўтказиб юборишда сув ташлама ва сув чиқариш иншоотларида бузилишлар кузатилган. Шу билан бирга, сел-сув омборлари ҳавзаларида кўп миқдорда лойқа-чўкиндиларни тўпланиши содир бўлган. Мақолада 2025–2030 йилларгача "Лангар", "Дехқонобод", "Шурабсой" сел-сув омборларидаги лойқа-чўкиндилаш миқдори башоратлаш эмпирик формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқиш натижалари ҳам келтирилган бўлиб, ҳозирги пайтда уларнинг фойдасиз ҳажмлари тўлиқ лойқа-чўкиндилашга тўлганлиги таъкидланган. Сел-сув омборлари хавфсизлигини баҳолаш бўйича дастлабки тавсиялар ишлаб чиқилган.

Таянч сўзлар: сел-сув омбори, гидроузел, сув чиқариш иншоотлари, сув ташлаш иншоотлари, лойқа-чўкиндилаш, фойдасиз ҳажм, муаллақ ва туб чўкиндилаш, сел-сув омбори хавфсизлиги

АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ НАНОСОВ В СЕЛЕ-ВОДОХРАНИЛИЩАХ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

А.А.Янгиев - д.т.н., профессор, Ш.Панжиев - докторант, Д.С.Аджимуратов - PhD, ассистент
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизация сельского хозяйства

Аннотация

В статье приведены результаты натурных исследований в селе-водохранилищах Лангар, Дехканабад, Шурабсой Кашкадарьинской области. В результате селевых паводков в селе-водохранилищах возникают дефекты, так во время пропуска чрезвычайных паводков наблюдались повреждения водосбросных и водовыпускных сооружений. В то же время в селе-водохранилищах наблюдалось скопление отложений наносов. В статье приведены результаты расчетов прогнозирования отложений наносов в селе-водохранилищах "Лангар", "Дехканабад", "Шурабсой" до 2025–2030 гг. по эмпирическим формулам и отмечено, что в настоящее время их мертвые объемы полностью заилены наносами. Разработаны предварительные рекомендации по оценке безопасности селе-водохранилищ.

Ключевые слова: селе-водохранилища, гидроузел, водовыпускные сооружения, водосбросные сооружения, наносы, мертвый объем, взвешенные и донные наносы, безопасность селе-водохранилищ.

RECOMMENDATIONS FOR THE ANALYSIS AND SAFETY ASSESSMENT OF TURBID SEDIMENTS IN FLOOD RESERVOIRS

A. Yangiev - DsC, professor, Sh. Panjiev - doctoral student, D. Adjimuradov - PhD, assistant
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

Abstract

The article presents the results of field research conducted in Langar, Dehkanabad, Shurabsoy flood reservoirs in the Kashkadarya region. There are many problems as a result of floods in the reservoirs, there are disturbances in the discharge and drainage facilities during the passage of accidental floods. At the same time, there was a large accumulation of turbid sediments in flood reservoirs. In the article, the results of the calculations using empirical formulas for predicting the amount of turbid sediments in Langar, Dehkanabad, Shurabsoy flood reservoirs up to 2025-2030 years are also presented, and it is noted that at present their useless volumes are full of turbid sediments. Preliminary recommendations for assessing the safety of flood reservoirs have been developed.

Key words: flood reservoir, hydropower station, water discharge facility, sediments, useless size, suspended and primitive sediments, flood reservoir safety.

Кириш. Сайёраимизда глобал иқлим ўзгариши натижасида табиатда табиий хавф-хатарларнинг пайдо бўлиш тезлиги тобора кўпайиб бормоқда. Бундай табиий ҳодисаларга сел-тошқинларни мисол қилиб келтириш мумкин. Хусусан, Марказий Осиёда, шу жумладан Ўзбекистон республикаси ҳудудларида сўнгги ўн йилликда иқлим ўзгаришлари таъсирида сел-тошқинлар ва бош-

қа хавфли табиий ҳодисалар тез-тез содир бўлмоқда. Оқибатда эса ўнлаб дақиқалар ёки бир неча соат ичида қисқа муддатли сел оқимлари кўприклар, йўллар, каналлар, далалар, экин майдонлар ҳамда сув ва сел-сув омборларидаги гидротехника иншоотлари шикастланмоқда. Сел-тошқинларга асосан жадаллашган ёғингарчиликнинг тасодифий содир бўлиши сабаб бўлмоқда, натижада эса

дарёларнинг доимий оқими сел оқими билан қўшилиб, тезкор ва қисқа муддатда катта хавфлар юзага келмоқда. Республикамизда аксарият катта сел-тошқинлари тоғли ва тоғолди ҳудудларида содир бўлмоқда. Шу сабабли, мавжуд сел-сув омборларида дала-тадқиқот ишларини олиб бориш ҳамда уларнинг техник ҳолатларини ўрганиш ва ишончли, хавфсиз ишлаши бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш долзарб масалаларидан бири бўлиб ҳисобланади. Қуйида дала-тадқиқотлари олиб борилган сел-сув омборлари бўйича маълумотлар келтирилган [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Тадқиқот методикаси. Тадқиқотлар табиат кузатиш маълумотлари таҳлил қилиш ва тадқиқот натижаларини назарий қайта ишлаш асосида олиб борилди.

Тадқиқот натижалари. Қашқадарё вилоятида йирик сел-тошқини марказлари Қашқадарё, Ғузардарё, Танхоздарё, Яккабоғдарё ҳавзалари ва шу билан бирга вилоятнинг тоғли ҳудудларидаги сойлар ҳисобланади. Шу боис ушбу дарёлар ҳавзаларида жойлашган сув омборларида сел-тошқинлари натижасида носозликлар кўп учрамоқда. Яъни, бу дарё ҳавзаларида барпо этилган сув ва сел-сув омборларининг ҳавзаларида лойқа-чўкиндиларнинг кўп миқдорда тўпланиши сабаб бўлмоқда.

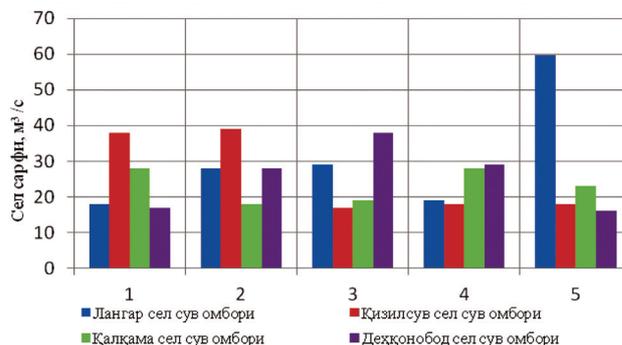
"Лангар" сел-сув омборидаги барча гидротехник иншоотларнинг ҳозирги кундаги техник ҳолати кўздан кечирилганда, ҳавзанинг лойқа босган ҳажми 2011 йилда аниқланган бўлиб, 2,98 млн. м³ ни ташкил этган. Ҳозирги кунда сел-сув омбори ҳавзасидаги лойқа-чўкиндилар миқдорини аниқлаштириш талаб этилади. Сел-сув омборининг 2011 йил маълумоти бўйича 40,5% қисми лойқа-чўкиндиларга тўлган. Сув чиқариш иншооти хавфсизлигини таъминлаш учун унинг сув қабул қилиш қисмини лойиҳалаш асосида қайта қуриш таклифларини кўриб чиқиш мақсада мувофиқ [8, 9, 10]. "Деҳқонобод" сел-сув омборидаги барча гидротехник иншоотларининг ҳозирги кундаги техник ҳолати кўздан кечирилганда, ҳавзанинг лойқа-чўкиндилар босган ҳажми 2010 йилда олиб борилган ўлчов ишлари бўйича 15,4 млн. м³ ни ташкил қилган.

"Шурабсой" сел-сув омборида олиб борилган кузатишлар натижасига кўра, 2011 йилда Ботиометрик маркази томонидан аниқланган лойқа босиш ҳажми 1,8 млн. м³ га тенг. Ҳозирги кунда лойқа-чўкиндилар тўпланиши давом этмоқда. Сел-сув омбори фойдали ҳажмининг 90% миқдори лойқа-чўкиндилар билан тўлиб бўлган, уларнинг лойқа чўкиндилардан тозалаш ишларини ҳисоб-китоблар асосида кўриб чиқишини талаб этади. Ҳозирги кунда сел-сув омборидан келадиган фойдали ҳажмини ҳисоблаб чиқиш ва фойдали ҳажмининг йўқолганлигини инobatга олиб, келажакда сел-сув омборидан мақсадли фойдаланиш масаласини кўриб чиқиш зарур. Қуйида Қашқадарё вилояти тоғолди ҳудудларида жойлашган сел-сув омборларига 2015–2019 йилларда келган сел-тошқинлари сарфи бўйича маълумотлар келтирилган (1-расм).

Кузатишлар шуни кўрсатадики, "Лангар" сел-сув омборига 2019 йилда 2018 йилга нисбатан 3 баробар кўпроқ миқдорда сел оқими келган. Натижада, сел-сув омбори ҳавзасининг лойқа-чўкиндилар билан тўлиши давом этмоқда. Лойқа-чўкиндилар тўлишига, асосан сел-тошқинларининг жадаллашганлигини асосий сабаб қилиб келтириш мумкин. "Лангар" сел-сув омборидаги барча гидротехника иншоотларининг ҳозирги кундаги техник ҳолати кўздан кечирилганда қуйидагилар аниқланди:

Лангар сел-сув омбори сув ташлама иншооти тракти ва чиқиш қисмларида сел оқими келиши оқибатида сезиларли шикастланишлар пайдо бўлган (2-расм).

Сел-тошқинларининг келиш ва уни сел-сув омборидан



1-расм. Қашқадарё дарёси ҳавзасида сув тошқини пайтида максимал сел сарфларининг ўзгаришлари



2-расм. "Лангар" сел-сув омбори сув ташлама иншоотида сел оқимининг келиши оқибатида шикастланишлари

ўтказиб юбориш жараёнида ҳам сел-сув омбори сув чиқариш иншооти техник ҳолатига салбий таъсир кўрсатган ҳамда сув чиқариш иншоотида носозликлар пайдо бўлган (3-расм).



3-расм. "Лангар" сел-сув омборидан сел-тошқинларини ўтказишдан сўнг сув чиқариш иншоотидаги носозликлар

Юқорида тадқиқот қилинган сув омборларидаги лойқа-чўкинди ётқизиклари тавсифларини ўрганиш натижалари шуни кўрсатадики, қаттиқ оқимнинг 90% ортиғи заррачалари $d < 0,05$ мм бўлган грунтлардан иборат. Сув билан аралашган бундай грунт заррачалари, оқимнинг физик-механик хоссаларига кескин таъсир кўрсатади. Айниқса, оқимнинг тоза сувга нисбатан қовушқоқлиги ва солиштира оғирлиги анча юқори бўлиши, юқори бьефларда сув тошқинлари ва сел оқимларини трансформация қилиш жараёнларида мураккаб гидравлик ҳолатларни юзага келтиради. Сел-сув омборларидаги кузатишлар натижаларига кўра, юқори бьефга тушган лойқа оқим чуқур ўзан бўйлаб тўғон томонга ҳаракатланади. Аммо, тўғон томонга қараб лойқа оқим заррачалари сараланиб чўкиб боради.

Сел-сув омборли гидроузелининг юқори бьефларида қаттиқ оқимнинг аккумуляцияланиш жараёнлари мураккаб физик-гидравлик ҳолатлардан иборат бўлиб, гидрологик, топографик, гидравлик, гидротехник, эксплуатация ва бошқа бир қатор омилларга боғлиқ. Бугунги кунда сел-сув омборларини лойқа-чўкинди ётқизикларидан тозалаш бўйича техник-иқтисодий жиҳатдан самарали тадбирлар мавжуд эмас. Умуман олганда, юқори бьефдаги ётқизикларни бутунлай сел-сув омборлари зонасидан чиқариб ташлашнинг амалда имконияти йўқ. Аммо, уларнинг миқдорини камайтириш бўйича тегишли чора-тадбирлар ўтказилмаса, бундай гидроузеллар яна бир неча йиллик фойдаланишдан сўнг умуман яроқсиз ҳолатга келиб қолиши мумкин. Юзага келган муаммони ечишда юқори бьефдаги лойқа чўкинди ётқизиклари ҳажмини аниқлашдан ташқари, уларнинг юқори бьеф топографик шароитига боғлиқ равишда жойлашиш характерларини ўрганиш ҳам муҳим аҳамиятга эгадир. Бир неча йил фойдаланишда бўлган ўзанли сел-сув омборларидаги лойқа чўкинди ётқизикларининг параметрлари лойиҳавий ҳисоб-китоблардан кескин фарқ қилади. Ўтказилган илмий-тадқиқот натижаларига кўра, ушбу сел-сув омборларидаги лойқа-чўкинди ётқизикларининг умумий ҳажмини қуйидагича аниқлаш мумкин [11, 12, 13, 14, 15]:

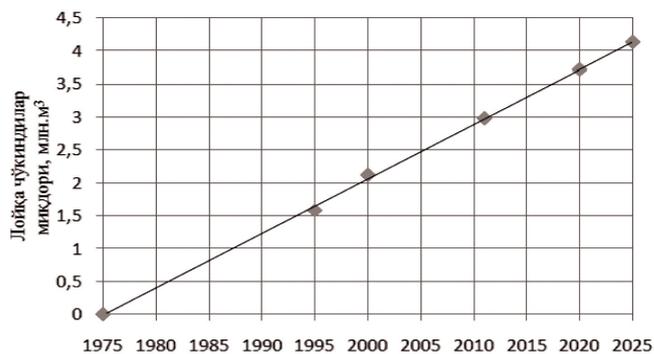
$$W = R \cdot n \cdot K, \text{ м}^3;$$

бу ерда: n - эксплуатация даври, йил; R - юқори бьефга тушадиган лойқа-чўкиндиларнинг кўп йиллик ўртача миқдори (бир неча йиллик гидрологик маълумотларни таҳлил қилиш асосида аниқланади); K - шамолэрозияси, қирғоқлар емирилишидан сув омборига тушадиган лойқа-чўкиндиларни ҳисобга олувчи коэффициент ($K = 1,01 - 1,04$).

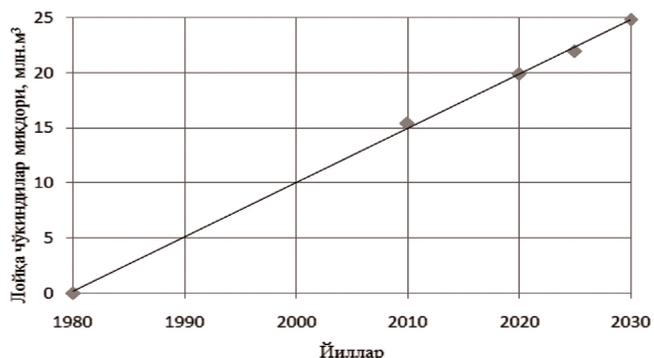
Лойқа-чўкинди ётқизиклари механик таркибининг таҳлилига кўра, заррачалар диаметрлари ва уларнинг оғирлиги бўйича ўртача фоиз миқдори қуйидагича:

$d > 0,5$ мм - 0,1%; $d = 0,25 - 0,5$ мм - 0,79%; $d = 0,1 - 0,25$ мм - 2,33%; $d = 0,05 - 0,1$ мм - 53,22%; $d = 0,01 - 0,05$ мм - 13,46%; $d = 0,005 - 0,1$ мм - 8,92%; $d < 0,005$ мм - 21,18%; $d_{\text{ср}} = 0,05$ мм.

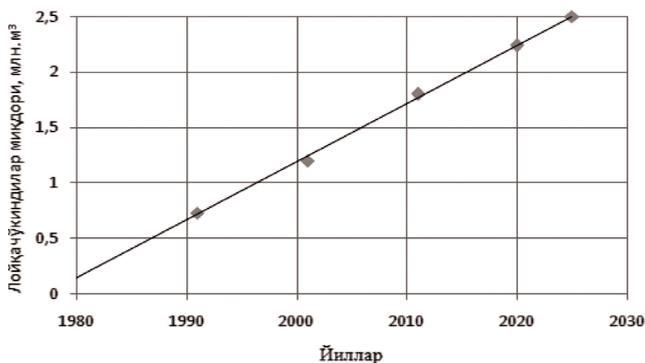
Умуман олганда, юқори бьефлардаги лойқа чўкинди ётқизиклари заррачаларининг ўлчамлари сел-сув омборларининг кириш қисмидан тўғон томонга қараб кичрайиб бориши билан тавсифланади. Юқори створларда асосан тош ва кум заррачаларидан ташкил топган ётқизиклар юзага келганлиги аниқланди [16, 17, 18]. "Лангар", "Деҳқонобод" ва "Шурабсой" сел-сув омборларида юқоридаги эмпирик формулада фойдаланган ҳолда 2025-2030 йилларгача лойқа-чўкиндилар миқдори башоратлари ҳисоблаб кўрсатилган. Бундан кўриниб турибдики, "Лангар", "Деҳқонобод" ва "Шурабсой" сел-сув омборлари фойдасиз ҳажмлари ҳозирги кунда лойқа-чўкиндиларга тўлиб қолганлиги ва келажакда янада ортиб бориши кузатилади [4, 5, 6-расмлар].



4-расм. "Лангар" сел-сув омборидаги лойқа-чўкиндилар миқдорининг ўзгариш графиги



5-расм. "Деҳқонобод" сел-сув омборидаги лойқа-чўкиндилар миқдорининг ўзгариш графиги



6-расм. "Шурабсой" сел-сув омборидаги лойқа-чўкиндилар миқдорининг ўзгариш графиги

Демак, юқоридаги сел-сув омборлари дала кузатувларини давом эттириш натижасида лойқа-чўкиндиларнинг келиш миқдорини камайтириш бўйича ҳамда улардан тозалаш бўйича конструктив ва эксплуатацион чора-тадбирлар кўриш лозим [19, 20, 21, 22, 23].

Тадқиқотлар натижасида, сел-сув омборлари хавфсизлигини баҳолаш бўйича дастлабки ишлаб чиқилган тавсиялар келтирилган.

Сув омборларида қуйидаги кўрсаткичлар таъминланганда ишга лаёқатли (нормал) ҳолат (ёки техник ҳолати ишончли ва бехатар ишлатилаётган) ҳисобланади:

- иншоотлар лойиҳа бўйича энг кўп (катастрофик) сув сарфини бемалол ўтказиш қобилиятига эга, бузилмаган, синмаган, ёрилмаган, чўкмаган бўлиши;

- тўғонлар лойиҳада кўзда тутилган сув босимини (напорини) ушлаб тура оладиган, босимли қиялиги қопламалари бузилмаган, шишиб чиқмаган, босимсиз қиялиги бузилмаган, сувни сизиб ўтиши белгилари бўлмаган;

- юқори бьефда дам (подпор) ҳосил бўлмайдиган, пастки ва юқори бьефларида энг кам ва энг кўп (катастрофик) сув

сарфи оққанда ювилиш ва лойқа чўкиши бўлмайдиган;

- сув олиб келувчи ва сув олиб кетувчи каналларининг ўзанларини иншоотга туташ қисмлари бузилмаган, лойиҳада белгиланган энг кўп сув сарфини (лойқа чўқтирмасдан ва ўзанини ювдирмасдан) ўтказадиган, ўзанлар билан туташ қисмларидаги қопламалари бузилмаган, синмаган бўлиши;

- гидромеханика (затворлари, уларни кўтаргичлари ва ҳ.к.) ускуналари коррозияга учрамаган, чиримаган, деформацияланмаган зичламалар бутун, сув ўтказмаслик ҳолатига эгаллиги, кўтаргичлари ёғланган ва осон ҳамда тез бошқариладиган.

Сув омборларида қуйидаги кўрсаткичлар юзага келганда хавфсизлиги пасайган ҳолат ҳисобланади:

- тўғонлар лойиҳада кўзда тутилган сув босимини (напорини) ушлаб тура оладиган, босимли қиялиги қопламалари ёки чокларидаги қопламалар бузилган, шишиб чиққан, босимсиз қиялиги бузилган, сувни сизиб ўтиши белгилари пайдо бўлган;

- сув олиб келувчи ва сув олиб кетувчи каналларининг ўзанлари емирилган ёки лойқа чўққан, тўғоннинг ўзанлар билан туташ қисмларидаги қопламалари бузилган, синган, лекин иншоотга туташ қисмлари бузилмаган бўлиши;

- гидромеханика (затворлари, уларни кўтаргичлари ва б.ш.ў.) ускуналари бир мунча коррозияга учраган, зичламалар емирилган ва сув ўтказиш ҳолати юзага келган, кўтаргичлар ёғланмаган.

Сув омборларида қуйидаги кўрсаткичлар юзага келганда хавфсизликнинг қониқарсиз ҳолати ҳисобланади:

- иншоотлар лойиҳа бўйича энг кўп (катастрофик) сув сарфини бемалол ўтказиш қобилиятига эга бўлмаган, бузилган, синган, ёрилган, чўққан бўлиши, сув ташлаш, сув бўшатиш, сув ўтказиш ва сув чиқариш иншоотларида музларни, шовушларни ва қўқимларнинг туриб қолиши, тикилиши;

- тўғонлар лойиҳада кўзда тутилган сув босимини (напорини) ушлаб тура оладиган, босимли қиялиги қопламалари бузилган, шишиб чиққан, босимсиз қиялиги бузилган, ҳўл доғ, сувнинг сизиб ўтиши, оқиб ўтиш, тешик, грифон белгилари бўлган, иншоотларнинг бетонли қисмларида коррозияларни юзага келиши;

- юқори бьефида дам (подпор) ҳосил бўладиган, пастки ва юқори бьефларида энг кам ва энг кўп (катастрофик) сув сарфи оққанда ювилиш ва лойқа чўкиш ҳолати бўлиши;

Сув омборларида қуйидаги омиллар юзага келганда хавфсизликнинг критик ҳолати ҳисобланади:

- конструкцияларни ва заминнинг мустаҳкамлиги ва чидамлилигининг пасайиш жараёнларини ривожланиш шароитларининг юзага келиши, хавфсизлик мезонларининг йўл қўйиладиган кўрсаткичларидан ортиши натижасида қисман ишга лаёқатсиз ҳолатдан ишга тўла лаёқатсиз ҳолатга ўтиши билан боғлиқ сув омборининг хавфсизлиги даражаси;

- бу ҳолатдан кейин ўз вазифасига кўра объектнинг ишлатишга йўл қўйилмаслиги ёки мақсадга мувофиқ эмаслиги нуқтаи-назаридан сув омбори иншоотларининг ресурс тугаганлигини белгиловчи чегаравий ҳолат.

Хулоса. Қашқадарё вилоятидаги "Лангар", "Деҳқонобод", "Шурабсой" сел-сув омборларида олиб борилган дала-тадқиқотлари натижаларида қуйидагилар аниқланди:

- "Лангар", "Деҳқонобод", "Шурабсой" сел-сув омборларида сел-тошқинлари натижасида носозликлар кўп учрамоқда, тасодифий келган сел-тошқинларини ўтказиб юборишда сув ташлама ва сув чиқариш иншоотларида бузилишлар кузатишган, бунга лойқа-чўқиндиларнинг кўп миқдорда тўпланиши сабаб бўлмоқда. Кузатишлар шуни кўрсатадики, "Лангар" сел-сув омборига 2019 йилда 2018 йилга нисбатан 3 баробар кўпроқ миқдорда сел оқими келган. Натижада, сел-сув омбори ҳавзасининг лойқа-чўқиндилар билан тўлиши давом этмоқда.

- лойқа-чўқинди ётқизиқлари механик таркибининг таҳлилига кўра, заррачалар диаметрлари ва уларнинг оғирлиги бўйича ўртача фоиз миқдори қуйидагича:

$d > 0,5 \text{ мм} - 0,1\%$; $d = 0,25-0,5 \text{ мм} - 0,79\%$; $d = 0,1-0,25 \text{ мм} - 2,33\%$; $d = 0,05-0,1 \text{ мм} - 53,22\%$; $d = 0,01-0,05 \text{ мм} - 13,46\%$; $d = 0,005-0,1 \text{ мм} - 8,92\%$; $d < 0,005 \text{ мм} - 21,18\%$; $d_{\text{ўр}} = 0,05 \text{ мм}$.

- юқори бьефлардаги лойқа-чўқинди ётқизиқлари заррачалари ўлчамлари сел-сув омборларининг кириш қисмидан тўғон томонга қараб кичрайиб бориши билан тавсифланади. Юқори створларда асосан тош ва кум заррачаларидан ташкил топган ётқизиқлар юзага келганлиги аниқланди.

- "Лангар", "Деҳқонобод" ва "Шурабсой" сел-сув омборларида эмпирик формулалардан фойдаланган ҳолда, 2025-2030 йилларгача лойқа-чўқиндилар миқдори башоратлари ҳисоблаб топилган. Ҳисоблар шуни кўрсатадики, "Лангар", "Деҳқонобод" ва "Шурабсой" сел-сув омборлари фойдасиз сув ҳажмлари ҳозирги кунда лойқа-чўқиндиларга тўлиб қолганлиги ва келажақда янада ортиб бориши кузатишмоқда.

- сел-сув омборлари хавфсизлигини баҳолаш бўйича дастлабки тавсиялар ишлаб чиқилди.

№	Литература	References
1	Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1970. – 443 с.	Alekin O.A. <i>Osnovy gidrokhimii</i> [Hydrochemistry bases] Gidrometeoizdat, Leningrad. Publ, 1970. 443 p. (in Russian)
2	Аравин В.И., Носова О.Н. Натурные исследования фильтрации. – Ленинград: «Энергия», 1969. – 256 с.	Aravin V.I., Nosova O.N. <i>Naturnye issledovaniya fil'tratsii</i> [Natural researches of a filtration] Energiya, Leningrad. Publ, 1969. 256 p. (in Russian)
3	Асарин А.Е., Семенов В.М., Расчетные паводки и безопасность плотин // Ж.: Гидротехническое строительство. – Москва, 1992. – №8. – С. 55-57.	Asarin A.E., Semenov V.M. <i>Raschetnye pavodki i bezopasnost' plotin</i> [Settlement high waters and safety of dams] Hydraulic engineering building, Publ, Moscow. 1992. № 8. Pp 55-57. (in Russian)
4	Закон Республики Узбекистан «О безопасности гидротехнических сооружений». – Ташкент, 1999.	<i>Zakon Respubliki Uzbekistan «O bezopasnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy»</i> [About safety of hydraulic engineering constructions]. Tashkent, Publ, 1999. (in Russian)
5	Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 16.11.99 года, №499. Положение «О централизованном обследовании и оценке технического состояния гидротехнических сооружений в Республике Узбекистан» от 03.10.2001 г. №03-4-245.	Postanovlenie Kabinete Ministrov Respubliki Uzbekistan ot 16.11.99 goda №499. Polozheniye «O tseentralizovannom obsledovanii i otsenke tekhnicheskogo sostoyaniya gidrotekhnicheskikh sooruzheniy v Respublike Uzbekistan» [About the centralised inspection and an estimation of a technical condition of hydraulic engineering constructions in Republic Uzbekistan]. Tashkent, Publ, 03.10.2001. № 03-4-245. (in Russian)

6	Мухамедов А.М. Эксплуатация низконапорных гидрозлов на реках, транспортирующих наносы (на примере Средней Азии). – Ташкент: Фан, 1976. – 237 с.	Muxammedov A.M. <i>Ekspluatatsiya nizkonapornykh gidrozlov na rekakh, transportiruyushchikh nanosy (naprimere Sredney Azii)</i> [Operation of low pressure head hydroknots on the rivers transporting deposits (on an example of Central Asia)]. Tashkent, Fan, Publ, 1976. 237 p. (in Russian)
7	Yangiev A.A., Gapparov F.A., Adjimuratov D.S. Filtration process in earth fill dam body and its chemical effect on piezometers. E3S Web of Conferences 97, 04041 (2019) FORM-2019.	Yangiev A.A., Gapparov F.A., Adjimuratov D.S. Filtration process in earth fill dam body and its chemical effect on piezometers. E3S Web of Conferences 97, 04041 (2019) FORM-2019.
8	Yangiev A.A., Ashraboov A., Muratov O.A. Life prediction for spillway facility sidewall. E3S Web of Conferences 97, 04041 (2019) FORM-2019.	Yangiev A.A., Ashraboov A., Muratov O.A. Life prediction for spillway facility sidewall. E3S Web of Conferences 97, 04041 (2019) FORM-2019.
9	Yangiev, A.A., Bakiev, M.R., Muratov, O.A., Choriev, J.M., Djabbarova, S. Service life of hydraulic structure reinforced concrete elements according to protective layer carbonization criteria Journal of Physics: Conference Series 1425(1).	Yangiev, A.A., Bakiev, M.R., Muratov, O.A., Choriev, J.M., Djabbarova, S. Service life of hydraulic structure reinforced concrete elements according to protective layer carbonization criteria Journal of Physics: Conference Series 1425(1).
10	Справочник проектировщика. Гидротехнические сооружения. Под ред. Недриги В.П. – Москва: Стройиздат, 1983. – 453 с.	<i>Spravochnik proektirovshchika Gidrotekhnicheskie sooruzheniya</i> [Hydraulic engineering constructions] Podred. Nedrighi V.P. Moscow, Stroyizdat, Publ, 1983. 453 p. (in Russian)
11	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)
12	КМК 2.02.02-98. Гидротехника иншоотларининг заминлари. – Тошкент. 1998. – 210 б.	KMK 2.02.02-98 <i>Gidrotekhnika inshootlarining zaminlari</i> [Bases hydraulic engineering a construction] Tashkent, Publ, 1998. 210 p. (in Uzbek)
13	Малик Л.К., Чрезвычайные ситуации, связанные с гидротехническим строительством // Гидротехническое строительство. – Москва, 2009. – № 12. – С. 1-16.	Malik L.K. <i>Chrezvychaynye situatsii, svyazannye s gidrotekhnicheskim stroitel'stvom</i> [The emergency situations connected]. Hydraulic engineering building. Publ, 2009. No 12. Pp 1-16. (in Russian)
14	Мирцхулава Ц.Е. «Надёжность гидромелиоративных сооружений». – Москва, 1974. – 366 с.	Mirtskhulava T.S.E. <i>Nalekhnost' gidromeliorativnykh sooruzheniy</i> [Reliability of hydromeliorative constructions] Moscow, Publ, 1974. 366 p. (in Russian)
15	Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. – Москва: "Недра", 1970. – 488 с.	Reznikov A.A., Mulikovskaya E.P., Sokolov I.Yu. <i>Metody analiza prirodnykh vod</i> [Methods of the analysis of natural waters] Moscow, Publ, 1970, 488 p. (in Russian)
16	Бакиев М.Р., Турсунов Т.Н., Кавешников Н.Т. Гидротехника иншоотларидан фойдаланиш. – Тошкент, 2008. – 460 б.	Bakiev M.R., Tursunov T.N., Kaveshnikov N.T. <i>Gidrotekhnika inshootlaridan foydalanish</i> [Operation hydraulic engineering a construction] Tashkent, Publ, 2008. 460 p. (in Uzbek)
17	Гольдберг В.М. Взаимосвязь за грязнения подземных вод и природной среды. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1987. – 248 с.	Gol'dberg V.M. <i>Vzaymo svyaz' za gryazneniya podzemnykh vod i prirodnoy sredy</i> [Interrelation of pollution of underground waters and environment] Leningrad. Gidrometeoizdat, Publ, 1987. 248 p. (in Russian)
18	КМК 2.06.08-97 Гидротехника иншоотлари. Бетон ва темирбетон тuzilmalari. Ўзбекистон Республикаси давлат архитектура ва қурилиш қўмитаси. – Тошкент, 1998. – 78 б.	KMK 2.06.08-97 <i>Gidrotekhnika inshootlari. Beton va temirbeton tuzilmalari</i> [Hydraulic engineering constructions. Concrete and reinforced concrete structures] Uzbekiston Respublikasi davlat arxitektura va qurilish qumitasi, Tashkent, Publ, 1998. 78 p. (in Uzbek)
19	КМК 2.07.02-97 Дарё ва сув омборларидаги гидротехника транспорти иншоотлари. – Тошкент, 1996. – 78 б.	KMK 2.07.02-97 <i>Daryo va suv omborlaridagi gidrotekhnika transporti inshootlari</i> [Hydroelectric transmission facilities in rivers and reservoirs] Tashkent, Publ, 1996. 78 p. (in Uzbek)
20	КМК 2.06.04-97. Гидротехника иншоотларида бўладиган юкланиш ва таъсирлар (тулкин, муз ва кемалар орқали). – Тошкент, 1998. – 89 б.	KMK 2.06.04-97 <i>Gidrotekhnika inshootlarida buladigan yuklanish va ta'sirlar (tu'likin, muz, va kemalar orkali)</i> [Loads and effects in hydraulic structures (through waves, ice and ships)] Tashkent, Publ, 1998. 89 p. (in Uzbek)
21	Оценка качества воды по отношению к бетону Нормы и технические условия: Н 114-54 «Бетон гидротехнический. Признаки и нормы агрессивности воды-среды» http://www.meganorm.ru .	<i>Otsenki kachestva vody po otnesheniyu k betonu normy i tekhnicheski usloviyam: N 114-54 Beton gidrotekhnicheskiy. Priznaki i normy agressivnosti vody-sredy</i> [Concrete hydraulic engineering. Signs and norms of aggression of water-environment] http://www.meganorm.ru . (in Russian)
22	Yangiev, A., Eshev, S., Panjiev, S., Rakhimov, A. Calculation of sediment flow in channels taking into account passing and counter wind waves. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 883(1),012036 2020.	Calculation of sediment flow in channels taking into account passing and counter wind waves. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 883(1),012036 2020.
23	Choriev, J., Muratov, A., Yangiev, A., Muratov, O., Karshiev, R. Design method for reinforced concrete structure durability with the use of safety coefficient by service life period. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 883(1),012024 2020	Design method for reinforced concrete structure durability with the use of safety coefficient by service life period. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 883(1),012024 2020

УДК: 539.3

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОСВЯЗНЫХ СЛОЖНЫХ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Т.М.Мавланов - д.т.н., профессор, Ш.О.Худайназаров - к.т.н., доцент

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Б.Ялгашев - к.ф-м.н., доцент

Ташкентский областной институт переподготовки и повышения квалификации народного образования

О.С.Нурова - старший преподаватель, Каршинский инженерно-экономический институт

Аннотация

Проведение численных экспериментов для сложных структурно-неоднородных конструкций позволяет понять качественную картину влияния различных параметров в широком диапазоне исследований и дать обоснованные рекомендации на стадии проектирования для проведения лабораторного модельного и натурального экспериментов. В работе на основе классической теории упругости приведены основные уравнения, характеризующие напряженно-деформированное состояние сложных многосвязных оболочечных конструкций и решена конкретная задача. При этом часть элементов конструкции обладает вязкоупругими свойствами. При решении задачи поведение конструкции для n -ой гармоники разложения внешних нагрузок в ряду Фурье по соответствующим координатам сведены к решению систем уравнений с комплексными коэффициентами. Разработан программный комплекс для решения задачи НДС многосвязных структурно-неоднородных оболочечных конструкций, позволяющих свести задачу расчета широкого класса машиностроительных конструкций к задачам автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, переменная толщина, многосвязность, ряды Фурье, неоднородность, составная оболочка, перемещение, деформация, вязкоупругость, момент, напряжение.

МУРАККАБ КЎП БОҒЛАНИШЛИ ҚОБИҚСИМОН КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ КУЧЛАНГАНЛИК-ДЕФОРМАЦИЯ ҲОЛАТЛАРИНИ ТЕКШИРИШ

Т.М.Мавланов - т.ф.д., профессор, Ш.О.Худайназаров - т.ф.н., доцент

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти

Б.Ялгашев - ф-м.ф.н., доцент

Тошкент вилоят Халқ таълими ходимларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш институти

О.С.Нурова - катта ўқитувчи, Қарши муҳандислик иқтисодиёт институти

Аннотация

Мураккаб кўп боғланишли структуравий бир жинсли бўлмаган қобиқсимон конструкцияларни сонли усулларда ҳисоблаш кенг кўламли тадқиқотлар жараёнида конструкциянинг ҳар хил параметрлари таъсирларининг сифат жиҳатдан кенг таҳлил қилишга ва уларни лойиҳалаш жараёнида лаборатория модели ҳамда дала тажрибалари учун асосланган тавсиялар беришга имкон яратади. Мақолада классик эластиклик назарияси асосида мураккаб кўп боғланишли структуравий бир жинсли бўлмаган қобиқ конструкцияларининг кучланганлик-деформацияланиш ҳолатларини ифодаловчи асосий тенгламалар келтирилган ва аниқ масала ечилган. Конструкциянинг маълум қисмлари қовушқоқ эластиклик хусусиятга эга. Масалани ечишда конструкциянинг ҳолати унинг n -гармоникаси учун тегишли координатадаги ташқи юқларнинг Фурье қаторига ёйилишида комплекс коэффициентли тенгламалар системасига келтирилган. Мураккаб кўп боғланишли қобиқ конструкцияларининг кучланганлик-деформацияланиш ҳолатларини баҳолаш учун дастурий таъминот тўплами ишлаб чиқилган ва бу эса кўплаб машинасозлик конструкцияларини кучланганлик-деформацияланиш ҳолатларини автоматлаштирилган компьютер дастурлари ёрдамида баҳолаш имкониятини яратади.

Таянч сўзлар: кучланганлик-деформацияланиш ҳолати, ўзгарувчан қалинлик, кўп боғланишли, Фурье қаторлари, бир жинсли бўлмаган, кўшма қобиқ, кўчиш, деформация, эластик қовушқоқ, момент, кучланиш.

RESEARCH OF STRESS-DEFORMED STATE OF MULTI-CONNECTED COMPLEX SHELL STRUCTURES

T.M.Mavlanov- D.s.c., professor, Sh.O.Khudainazarov- PhD, associate professor

Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

B. Yalgashev - PhD, associate professor, Tashkent regional institute for retraining and advanced training of public education

O.S.Nurova-senior lecturer, Karshi Engineering and Economic Institute

Abstract

Conducting numerical experiments for complex structurally inhomogeneous structures allows us to understand the qualitative picture of the effect of various parameters in a wide range of studies and to give sound recommendations at the design stage for conducting laboratory model and field experiments. In this paper, on the basis of the classical theory of elasticity, the basic equations characterizing the stress-strain state of complex multiply connected shell structures are given and a specific problem is solved. At the same time, some of the structural elements have viscoelastic properties. When solving the problem, the behavior of

the structure for the n -th harmonic of the expansion of external loads in the Fourier series along the corresponding coordinate is reduced to solving systems of equations with complex coefficients. A software package has been developed to solve the problem of the STRESS-DEFORMED STATE of multiply connected structurally inhomogeneous shell structures, which allows reducing the problem of calculating a wide class of machine-building structures to the problems of computer-aided design.

Key words: stress-strain state, variable thickness, multi-connectivity, Fourier series, inhomogeneity, compound shell, displacement, deformation, viscoelasticity, moment, stress.

Введение. Надежность работы инженерных сооружений в виде тонкостенных осесимметричных оболочечных конструкций зависит от правильного выбора расчетной модели конструкции и точного определения напряженно-деформированного состояния конструкций. Известно, что во многих расчетах не учитываются такие особенности, как реальная геометрия, конструктивные особенности, диссипативные свойства их материала, имеющие непосредственное влияние на значение напряженно-деформированного состояния. В том числе, объекты проектирования в различных областях машиностроения, в строительстве гидротехнических сооружений трудно описать в какой-то степени даже сложной комбинацией оболочечных конструкций, а актуальность решения этих задач конструирования, расчетов напряженно-деформированного состояния оболочечных конструкций требует решения поставленной задачи.

Для решения краевых задач теории оболочек, поведение которых можно описать системой обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, эффективным оказался метод численного интегрирования (МЧИ), основанный на сведении краевой задачи к ряду задач Коши. В 1961 году С.К. Годунов [1] предложил МЧИ с ортонормированием решения в промежуточных точках, который в дальнейшем произвел скачок в решении краевых задач механики деформируемого твердого тела.

Метод ортогональной прогонки (МОП), несмотря на то, что является менее общим по сравнению с МКЭ, обладает существенно большей простотой, компактностью и гибкостью, дающими возможность оперативной перестройки программы при переходе к решению новых задач. Впервые для решения задач определения напряженно-деформированного состояния многосвязных структурно-неоднородных оболочек вращения метод был использован в работах Я.М. Григоренко и его учеников [2, 3]. В. И. Мяченков, А. Н. Фролов предложили использовать этот метод для решения задач устойчивости и колебаний оболочек вращения, а В. П. Мальцев, В. И. Мяченков и Т. Мавланов - для решения задач динамики оболочек вращения с реологическими свойствами [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Благодаря работам Я. М. Григоренко, В. И. Мяченкова, А. Н. Фролова, В. П. Мальцева, М. Мирсаидова, Т. З. Султанова и др. МКЭ был тщательно исследован и доведен до универсального вида, что позволило использовать его при решении самых разнообразных задач строительной механики и механики деформируемого твердого тела.

Несмотря на большие успехи, достигнутые в последнее время в этой области, остаются нерешенными еще очень многие проблемы. Особенно мало изученными являются задачи нестационарного взаимодействия структурно-неоднородных конструкций с упругими и вязкоупругими средами. С задачами подобного рода приходится сталкиваться при расчете на прочность различных подземных сооружений, конструктивными элементами которых являются пластины и оболочки. В частности, разработка численных методов расчета НДС оболочечных конструкций, а также алгоритм определения реакции кон-

струкций на произвольную нагрузку является актуальной задачей, решению которой посвящено настоящее исследование. Одним из достоинств предлагаемого метода является универсальность, заключающаяся в возможности получения решения для произвольной оболочки вращения переменной толщины или подкрепленной поперечным силовым набором.

Постановка задачи. Согласно [1], поведение конструкции для n -ой гармоники разложения внешних нагрузок в ряду Фурье по координате α_2 описывается системой N_s дифференциальных уравнений с комплексными коэффициентами:

$$y_p^1 = f^p(\alpha_1^p, n^p, y_p) + f_\omega^p(y_p) + \mathbb{P}_p(\alpha_1^p, \bar{n}^p) \quad (p = 1, \bar{N}_s) \quad (1)$$

и N_r дифференциально – алгебраических уравнений с комплексными коэффициентами:

$$[G_i]\Delta_i + [G_\omega]\Delta_i = \|\theta_i\|f_i + \sum_j \sum_s \xi_i^{ijs} [\varphi_i^{ijs}] Q_i^{ijs} + \sum_{j=s} \sum_s \xi_{ci}^{ijs} [\varphi_i^{ijs}] Q_{ci}^{ijs} \quad (i = 1, \dots, N_r). \quad (2)$$

После решения системы (1), (2) ($1, \dots, N_r$) определяются недостающие компоненты напряженно – деформированного состояния p -го оболочечного элемента

$$\theta_i, E_{11}, E_{(22)}, K_{11}, K_{(22)}, T_{22}, M_{(22)}, \theta_2, E_{12}, H. \quad (3)$$

Величины Q_{11} и S вычисляются по формулам

$$Q_{11} + y_2 - \bar{n}H: S = -2\kappa H$$

Деформации в точке, отстоящей на расстоянии Z от координатной поверхности вычисляются по формулам

$$\varepsilon_{ii}(Z) = E_{ii} + ZK_{ii}, \quad i=(1,2), \quad \varepsilon_{12}(Z) = E_{12} + ZK_{12} \quad (4)$$

Напряжения в этой точке вычисляются по формулам

$$\sigma_{11}(Z) = \frac{E_1^j}{1-\nu_1^j\nu_2^j} [\varepsilon_{11}(Z) + \bar{\nu}_2^j \varepsilon_{22}(Z)] \quad (1 \neq 2). \quad (5)$$

$$\sigma_{12}(Z) = \bar{G}^j \varepsilon_{12}(Z), \quad (6)$$

Недостающие компоненты напряженного - деформированного состояния i -го кольцевого элемента ε_k и Q_k вычисляются по формулам деформации точки с координатами x и z - по формуле

$$\varepsilon(x, z) = \varepsilon + x x_x + z x_z. \quad (7)$$

Напряжение в этой точке определяется по формуле

$$\sigma(x, z) = \bar{E} \varepsilon(x, z) \quad (8)$$

Суммирование по n позволяет определить напряженно – деформированное состояние всех элементов рассматриваемой структурно – неоднородной оболочечной конструкции для n членов разложения внешних нагрузок в ряды Фурье по окружной координате α_0 или по продольной координате α_0 . Решение системы (1) и (2) позволяет определить неизвестные y^p ($p=1, \dots, N_s$) и Δ_i ($i=1, \dots, N_r$), а следовательно, и все компоненты динамики и напряженно – деформированного состояния структурно – неоднородной оболочечной конструкции для n -й гармоники разложения внешних нагрузок в ряду Фурье по координате α_2 . суммирование по n позволяет определить полное напряженно – деформированное состояние конструкции. Целью данного исследования является определение напряженно-деформированного состояния на конкретном примере на основе численного анализа, позволяющего свести задачу расчета широкого класса машиностроительных конструкций к задачам автоматизированного проектирования.

Метод решения. Применение дискретно-континуальной расчетной схемы для оболочечных конструкций определяет основной метод решения задач тонкостенных осесимметричных конструкций. При численном решении краевых задач для систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений применяют метод ортогональной прогонки Годунова. Для определения перемещений узловых элементов использован метод перемещений в форме, предложенной А. В. Александровым. В отличие от МКЭ в стандартном виде Александров А. В. ввел понятия узловой линии и узлового элемента. Основное преимущество такого подхода состоит в том, что вместо большого числа узловых точек используется сравнительно небольшое их число. В результате существенно снижается порядок разрешающей системы линейных алгебраических уравнений для определения узловых перемещений.

Результаты. В качестве конкретного примера рассмотрена структурно-неоднородная осесимметричная конструкция, представляющая с собой двуполостной резервуар высокого давления, состоящий из 6 оболочечных и 6 узловых элементов (рис.1). Узлы под номерами №3, 5, 6 представляют собой круговые шпангоуты, поперечные сечения которых имеют прямоугольные формы с размером 0,04м x 0,06м, остальные геометрические размеры

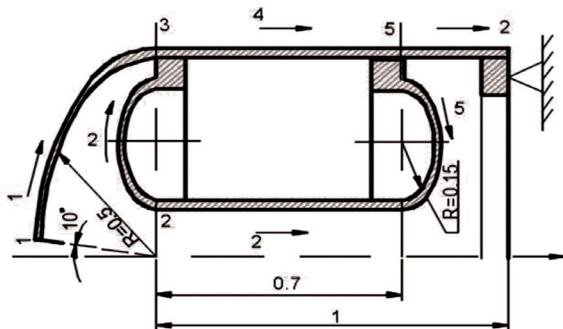


Рис.1. Расчетная схема структурно-неоднородной осесимметричной конструкции

Таблица 1
Структура оболочечной конструкции

Номер обол. элемент	Связь с узлом		Тип элемента	эксцентриситет			
	начало	конец		X0	Z0	XL	ZL
1	1	3	1	0	0.001	-2	3.49
2	2	3	2	0	0.001	-2	-50
3	3	4	3	2	0.001	-2	0
4	4	5	5	2	0.001	0	0
5	4	6	4	2	0.001	0	0

Таблица 2
Геометрические характеристики оболочечных элементов

№ типа	Вид оболочечных элементов	координаты		(A)	Бета (B)	Число точек ортого
		начало	конец			
1	пластинка	0	100	3.5	0	20
2	сфера	2	30	100	100	20
3	цилиндр	0	100	100	90	20
4	цилиндр	0	100	100	90	20
5	сфера	90	178	100	100	20

приведены на рис.1. Узел № 6 конструкции зашцеplен, оболочечные элементы № 1,4,6, а также шпангоуты упругие ($E = 2 \cdot 10^{11}$ н/м²; $\nu = 0,3$; $\rho = 7,8 \cdot 10^2$ кг/см³).

Толщина всех оболочечных элементов постоянна и равна 0,01 м. Геометрические характеристики поперечных сечений шпангоутов:

3 узел, площадь $F = 24, J_{zz} = 32, J_{xx} = 72, J_{xz} = 0$.

4 узел, площадь $F = 24, J_{zz} = 32, J_{xx} = 72, J_{xz} = 0$.

Механические характеристики шпангоутов:

3 узел, площадь $E = 2000000, G = 0, RO = 0, ALPA = 0.000012$.

4 узел, площадь $E = 2000000, G = 0, RO = 0, ALPA = 0.000012$.

Исходные данные вводятся следующим образом.

Ввод исходных данных:

6 1 2 5 5 3 5 1 1 1 0 2 2 5 5 10 0.001 2E6 0.3 12E-6

– характеристики 6-го узла конструкции;

1 3 1 2 3 2 3 4 5 4 5 5 6 6 – порядок соединения оболочечных и узловых элементов;

1-1 2-2-1 5 5 1 6 1 1 0 0 0 0 0 – граничные условия 6-го узла, 6 узел зашцеplен.

3.49 3.49 100 100 3.49 100 – радиусы узлов;

0 100 1 3.49 0 0 2 30 2 100 100 0 – геометрические характеристики оболочечных элементов;

90 100 1 100 90 0 0 100 1 100 90 0 178 2 100

100 0 20 20 20 20 20 – геометрические характеристики сферической и цилиндрической оболочек;

2 2 1 1 2 2 1 1 1 1 3 24 32 72 0 0 2E6 0 0 12E-6

– геометрические характеристики шпангоутов 3, 4 – го узлов;

4 24 32 72 0 0 2E6 0 0 12E-6

0 0 -2 2 0 -2 3 2 -2 4 2 5 2 0 – нагрузки на оболочечные элементы;

3 0 100 0 4 0 100 0 – геометрические характеристики оболочечных элементов;

3 100 0 0 4 100 0 0 2 100 100 3 100 100 4 0 0

5 100 100 – нагрузки;

0 1 0 0 0 0 2 0 0 100 100 3 0 0 100 100 4 0 0 0

0 5 0 0 100 100 – нагрузки на оболочечные элементы;

В таблице 3 приведены результаты расчетов, полу-

Таблица 3
Результаты расчетов напряженно-деформированного состояния осесимметричных структурно-неоднородных оболочечных конструкций

Координата x	Обобщенные перемещения Y	Обобщенные усилия T	Деформация E11	Момент M11	Напряжения S
0	0.001966	3219	0.0006	161	1850
5	0.004782	3219	0.0007	168	1861
10	0.007595	3219	0.0007	180	1880
15	0.010408	3218	0.0007	199	1908
20	0.013215	3218	0.0007	226	1948
25	0.016014	3217	0.0007	261	2000
30	0.018803	3217	0.0007	306	2068
35	0.021576	3216	0.0008	363	2153
40	0.024323	3214	0.0008	435	2260
45	0.027033	3213	0.0009	525	2394
50	0.029685	3210	0.0009	637	2561
55	0.032251	3207	0.0010	776	2768
60	0.034686	3204	0.0011	949	3025
65	0.036920	3198	0.0013	1163	3343
70	0.038849	3191	0.0015	1427	3736
75	0.040314	3182	0.0017	1755	4223
80	0.041068	3169	0.0019	2159	4824
85	0.040738	3151	0.0023	2659	5564

ченное на основе объектно-ориентированной процедуры ASD0Z-алгоритм определения напряженно-деформированного состояния осесимметричных структурно-неоднородных оболочечных конструкций. Приведенные результаты соответствуют первой оболочке конструкции. Аналогично можно привести таблицы значений для остальных оболочечных элементов конструкции.

Выводы.

Получено, что достаточная точность вычисления матрицы практически достигается при числе точек ортогонализации $m=8$, а при $m=32$ и $m=64$ элементы матрицы совпадают во всех значащих цифрах. На основе численного анализа исследования определено напряженно-деформированное состояние на конкретном примере.

№	Литература	References
1	Мяченков В.И., Мальцев В. Методы и алгоритмы расчета пространственных конструкций на ЭВМ. – Москва: Машиностроение, 1984. – 278 с.	Myachenkov V.I. and Maltsev V. 1984 <i>Metody i algoritmy rascheta prostranstvennykh konstruksiy na EVM</i> [Methods and algorithms for calculating spatial structures on a computer] Engineerin. Moscow. 278 p. (in Russian)
2	Мальцев А.А., Мальцев В.П., Мяченков В.И. Динамика осесимметричных оболочечных конструкций. – В кн. Механика деформируемых систем. ГГУ, 1979. – С.150-158.	Maltsev A. A., Maltsev V. P. and Myachenkov V. I. <i>Dinamika osesimmetrichnykh obolochechnykh konstruksiy</i> [Dynamics of axisymmetric shell structures] In: Mechanics of deformable systems GSU. 1979. Pp. 150-158. (in Russian)
3	Мальцев Л.Е. Замена точного уравнения динамической задачи вязкоупругости «приближенным» // «Механика полимеров». – Москва, 1977. – №3. – С. 408-416.	Maltsev L.E <i>Zamena tochnogo uravneniya dinamicheskoy zadachi vyazkouprugosti «priblizhennym»</i> , «Mekhanika polimerov» [Replacing the exact equation of the dynamic problem of viscoelasticity with "approximate" one Mechanics of Polymers] 1977 No3. Pp. 408-416. (in Russian)
4	Ильюшин А.А., Победря Б. Основы математической теории термовязкоупругости. – Москва: Наука, 1970. – 280 с.	Ilyushin A.A. Pobedrya B. <i>Osnovy matematicheskoy teorii termovyazkouprugosti</i> . [Fundamentals of the mathematical theory of thermoviscoelasticity] Moscow: Nauka. 1970. 280 p. (in Russian)
5	Koltunov M A, Mirsaidov M and Troyanovsky I E. Transient vibrations of axisymmetric viscoelastic shells Polymer Mechanics 1978 14(2) Pp. 233-238	Koltunov M A, Mirsaidov M and Troyanovsky I E. Transient vibrations of axisymmetric viscoelastic shells Polymer Mechanics 1978 14(2) Pp. 233-238
6	Arnold R.N., Warburton G.B. Flexural vibrations of the walls of thin cylindrical shells having freely supported ends., Proc. Roy.Soc., vol 197A, n.1049, 1949.	Arnold R.N., Warburton G.B. Flexural vibrations of the walls of thin cylindrical shells having freely supported ends., Proc. Roy. Soc., vol 197A, n.1049, 1949.
7	Weingarten V.I. Free vibration of thin cylindrical shells., AIAA Journal, vol 2, No 4, 1964.	Weingarten V.I. Free vibration of thin cylindrical shells., AIAA Journal, vol 2, No 4, 1964.
8	Григоренко Я.М. Беспалова Е.И. Численное решение краевых задач статики ортотропных слоистых оболочек вращения на ЭВМ типа М-220. Метод. пособие. - Киев: Наукова думка. 1971. – 151 с.	Grigorenko Ya.M. Bespalova E.I. <i>Chislennoye resheniye krayevykh zadach statiki ortotropnykh sloistykh obolochek vrashcheniya na EVM tipa M-220</i> [Numerical solution of boundary value problems of statics of orthotropic layered shells of revolution on an M-220 computer]. Method. allowance. Kiev: Naukova Dumka. Pp. 1971-151. (in Russian)
9	Григоренко Я.М., Китайгородский А.Б., Семенова В.В., Судацова Г.К., Шинкарь А.И. Расчет ортотропных слоистых оболочек вращения с переменными жесткостями на ЕС ЭВМ. - Киев: Наукова думка, 1980. – 102 с.	Grigorenko Ya.M., Kitaygorodsky A.B., Semenova V.V., Sudavtsova G.K., Shinkar A.I. <i>Raschet ortotropnykh sloistykh obolochek vrashcheniya s peremennymi zhestkostyami na YES EVM</i> [Calculation of orthotropic layered shells of revolution with variable stiffness on an ES computer]. Kiev: Naukova Dumka, 1980. 102 p. (in Russian)
10	Григоренко Я.М., Василенко А.Т. Методы расчета оболочек. Т.4, Теория оболочек переменной жесткости. - Киев: Наукова думка, 1981. – 543 с.	Grigorenko Ya.M., Vasilenko A.T. <i>Teoriya obolochek peremennoy zhestkosti</i> [Methods for calculating shells]. V.4, Theory of shells of variable stiffness. Kiev: Naukova Dumka, 1981. 543 p. (in Russian)
11	Поверус Л.Ю., Ряляит Р.К. Малые неосесимметричные собственные колебания упругих тонких конических и цилиндрических оболочек. Тр. Таллинского политехнического института, серия А, №147, 1958.	Poverus L. Yu. and Ryalit R. K. <i>Malyye neosesimmetrichnyye sobstvennyye kolebaniya uprugikh tonkikh konicheskikh i tsilindricheskikh obolochek</i> [Small non-axisymmetric natural vibrations of elastic thin conical and cylindrical shells] Tr. Tallinn Polytechnic Institute series A 1958 No 147. (in Russian)
12	T. Mavlanov, Sh. Khudainazarov Calculation of structural-inhomogeneous multiply connected shell structures with viscoelastic elements. Журнал E3S Web of Conferences 2019. Vol. 97, 04054 (2019). Pp.1-9. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199704054 FORM-2019	T. Mavlanov, Sh. Khudainazarov Calculation of structural-inhomogeneous multiply connected shell structures with viscoelastic elements. Журнал E3S Web of Conferences 2019. Vol. 97, 04054 (2019). Pp. 1-9. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199704054 FORM-2019
13	Sh. Khudainazarov, G.B.Abdieva, T.Mavlanov. Deformation Of Threads In The Course Of Spinning. International Journal of research, Vol. 6, Issue 4, April 2019. Pp.410-420.	Sh. Khudainazarov, G.B.Abdieva, T.Mavlanov. Deformation Of Threads In The Course Of Spinning. International Journal of research, Vol. 6, Issue 4, April 2019. Pp.410-420.
14	Мавланов Т. Динамика вязкоупругих осесимметричных и призматических конструкций. – Москва: Машиностроение, Расчеты на прочность, 1988. – Вып. 28. – С.186-199.	Mavlanov T. <i>Dinamika vzkouprugikh osesimmetrichnykh i prizmaticheskikh konstruksiy</i> [Dynamics of viscoelastic axisymmetric and prismatic structures]. Moscow: Strength calculations Engineering. 1988. issue 28. Pp. 186-199. (in Russian)

15	Мавланов Т.М., Дремова Н.В., Абдиева Г.Б. Динамическая прочность элементов текстильных машин на действие реальной осциллограммы. – Ташкент, 2013. – 36 с.	Mavlanov T. M., Dremova N. V. Abdieva G. B. <i>Dinamicheskaya prochnost' elementov tekstil'nykh mashin na deystviye real'noy ostsillogrammy</i> [The dynamic strength of textile machines elements on the action of a real oscillogram] Tashkent. 2013. 36 p. (in Russian)
16	Т.Мавланов, Э.Тошматов, Ж.Ярашов «ASVOO1Z» Собственные колебания вязкоупругих осесимметричных оболочечных конструкций № DGU 03349.	T. Mavlonov, E. Toshmatov, J. Yarashov «ASVOO1Z» <i>Sobstvennyye kolebaniya vyazkouprugikh osesimmetrichnykh obolochechnykh konstruktsiy № DGU 03349</i> ["ASVOO1Z" Natural vibrations of viscoelastic axisymmetric shell structures № DGU 03349]. (in Russian)
17	Мавланов Т. Расчеты на прочность, 28. – Москва: Машиностроение, 1988. – С. 186-199.	Mavlanov T. <i>Raschety na prochnost'</i> [Strength calculations], 28, Mechanical engineering, 1988. Pp. 186-199. (in Russian)
18	Ш.Худойназаров, Б.Юлдошев, Э.Тошматов, Б.Уринов, Ж.Ярашов Исследования установившихся колебаний грунтовых сооружений // Журнал "Irrigatsiya va Melioratsiya". – Ташкент, 2018. – №3. – С. 24-30	Khudainazarov Sh., Yuldoshev B., Toshmatov E., Urinov B. Yarashov J. <i>Issledovaniya ustanovivshikhsya kolebaniy gruntovykh sooruzheniy</i> [Studies of steady-state oscillations of soil structures]. Journal of "Irrigatsiya va Melioratsiya". Tashkent, 2018 №3. Pp. 24-30. (in Russian)
19	Мирсаидов М., Султанов Т.З., Юлдошев Б.Ш. Оценка динамики грунтовых плотин при многокомпонентном кинематическом воздействии // Журнал "Irrigatsiya va Melioratsiya". – Ташкент. 2018, спец. Выпуск. – С. 24-30.	Mirsaidov M., Sultanov T.Z., Yuldoshev B.Sh. <i>Otsenka dinamiki gruntovykh plotin pri mnogokomponentnom kinematicheskome vozdeystvii</i> [Assessment of the dynamics of earth dams under multicomponent kinematic action]. Journal of "Irrigatsiya va Melioratsiya". Tashkent. 2018, spec. Issue, Pp. 24-30. (in Russian)
20	Mirsaidov, M.M. An account of the foundation in assessment of earth structure dynamics. E3S Web of Conferences. 2019. 97, 04015	Mirsaidov, M.M. An account of the foundation in assessment of earth structure dynamics. E3S Web of Conferences. 2019. 97, 04015
21	Mirsaidov, M.M., Abdikarimov, R.A., Vatin, N.I., Khodzhaev, D.A., Normuminov, B.A. Nonlinear parametric oscillations of viscoelastic plate of variable thickness. Magazine of Civil Engineering. 2018. 82(6), Pp. 112-126.	Mirsaidov, M.M., Abdikarimov, R.A., Vatin, N.I., Khodzhaev, D.A., Normuminov, B.A. Nonlinear parametric oscillations of viscoelastic plate of variable thickness. Magazine of Civil Engineering. 2018. 82(6), Pp. 112-126.
22	Mirsaidov, M.M., Sultanov, T.Z. Use of linear heredity theory of viscoelasticity for dynamic analysis of earthen structures. Soil Mechanics and Foundation Engineering. 2013. 49(6), Pp. 250-256.	Mirsaidov, M.M., Sultanov, T.Z. Use of linear heredity theory of viscoelasticity for dynamic analysis of earthen structures. Soil Mechanics and Foundation Engineering. 2013. 49(6), Pp. 250-256.
23	Mirsaidov M. and Mekhmonov Ya. 1987 Non-axisymmetric vibrations of axisymmetric structures with associated masses and hollows (protrusions). Strength of Materials. March Vol. 19, Iss. 3, pp. 424-430 DOI: 10.1007/BF01524147	Mirsaidov M. and Mekhmonov Ya. 1987 Non-axisymmetric vibrations of axisymmetric structures with associated masses and hollows (protrusions). Strength of Materials. March Vol. 19, Iss. 3, pp. 424-430 DOI: 10.1007/BF01524147
24	Mirsaidov M and Troyanovsky I. E. 1975 Forced axisymmetric oscillations of a viscoelastic cylindrical shell Polymer Mechanics 11(6) Pp. 953-955	Mirsaidov M. and Troyanovsky I. E. 1975 Forced axisymmetric oscillations of a viscoelastic cylindrical shell Polymer Mechanics 11(6) Pp. 953-955
25	Т. Султанов, Ж. Ярашов, Т. Мавланов. Оценка состояния оболочечных элементов гидротехнических сооружений и их защита от различных динамических воздействий // "Агро илм" журналы. – Тошкент, 2018. Махсус сон. – Б. 39-40.	Sultanov T, Yarashov Zh. and Mavlanov T. <i>Otsenka sostoyaniya obolochechnykh elementov gidrotekhnicheskikh sooruzheniy i ikh zashchita ot razlichnykh dinamicheskikh vozdeystviy</i> [Assessment of the state of shell elements of hydraulic structures and their protection from various dynamic influences] Tashkent 2018. Pp. 39-40. (in Russian)
26	Sultanov T., Yuldoshev B., Toshmatov E., Yarashov J., Ergashov R., Mirsaidov M. Strength assessment feartdams. MATEC Web Conferences 265, 04015 (2019), GCCETS 2018.	Sultanov T., Yuldoshev B., Toshmatov E., Yarashov J., Ergashov R., Mirsaidov M. Strength assessment feartdams. MATEC Web Conferences 265, 04015 (2019), GCCETS 2018.

УДК: 532.53 (575.141)

ДИНАМИКА РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В РАЙОНЕ БЕСПЛОТНОГО ВОДОЗАБОРА

*Д.Р. Базаров - д.т.н., профессор, М.П.Ташханова, А.Гаюр, М.Сапаева - независимые исследователи
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства*

Аннотация

В работе сделан анализ динамики русловых процессов по результатам натурных исследований р.Амударья на участке бесплотинного водозабора в Каршинский Магистральный канал (КМК) и разработаны рекомендации по улучшению условия водозабора. По результатам натурных исследований головного участка подводящего канала, сделана оценка состояния русла р.Амударья в зоне водозабора. Обобщены результаты исследований гидравлического и наносного режимов реки Амударья в районе бесплотинного водозабора. Русловая обстановка в районе водозабора в КМК отличается не постоянством гидравлических характеристик во времени для одного и того же расхода воды т.е. при одинаковых отметках горизонта воды, расходы могут отличаться друг от друга примерно вдвое, а при одинаковых расходах отметки горизонта могут колебаться до $\pm 0,6$ м. Объясняется это крайней неустойчивостью и большой подвижностью русла, причем большие деформации русла происходят за короткий срок. Гидравлический режим реки характеризуется значительным перераспределением скоростей, глубин и ширины потока. Диапазон изменения их находится в пределах: максимальная скорость $V_{max} = 2-5$ м/с; средняя скорость $V_{cp} = 0,5-2,5$ м/с; глубина $H_{max} = 4-14$ м, $H_{cp} = 1-5$ м; ширина $B = 300-2000$ м; уклон $J = 0,00016-0,00030$. Характерной особенностью русла реки является то, что при постоянном расходе могут быть различные значения средних скоростей, глубин и ширины русла, так, например, при $Q_p = 1000$ м³/с соответственно $V = 0,6-1,7$ м/с, $B = 180-1030$ м, $H_{cp} = 1,1-4,3$ м.

Ключевые слова: бесплотинный водозабор, река, русло, процесс деформации, рекомендация, улучшение, головной участок, натурное исследование.

ТЎҒОНСИЗ СУВ ОЛИШ ИНШООТИ ЖОЙИДАГИ ДАРЁ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ ДИНАМИКАСИ

*Д.Р.Базаров - т.ф.д., профессор, М.П.Ташханова, А.Гаюр, М.Сапаева - мустақил тадқиқотчилар
Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти*

Аннотация

Мақолада Амударёнинг Қарши магистрал канали (КМК) тўғонсиз сув олиш иншооти жойидаги дала тадқиқоти натижалари асосида дарё жараёнларининг динамикаси таҳлил қилинган ва сув олиш шароитини яхшилаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган. Таъминот каналининг бош қисмини дала тадқиқотлари натижаларига кўра Амударёнинг сув олиш зонасидаги ҳолатини баҳолаш амалга оширилди. Амударёнинг гидравлика ва аллювиал режимларини тўғонсиз сув олиш ҳудудининг натижалари умумлаштирилди. КМК сув олиш иншооти зонасидаги каналларнинг ҳолати вақт ўтиши билан гидравлик тавсифларнинг бир хил сув сарфига мос келмаслиги билан фарқ қилади, яъни бир хил сув сатҳида сув сарфи бир-биридан деярли икки баравар фарқ қилиши мумкин ва шу вақтнинг ўзида сув сатҳи $\pm 0,6$ м гача ўзгариши мумкин. Бу дарёнинг ҳаддан ташқари беқарорлиги ва юқори ҳаракатчанлиги билан изоҳланади ва қисқа вақт ичида катта деформациялари юзага келади. Дарёнинг гидравлик режими тезликлар, чуқурликлар ва оқим кенгликларининг сезиларли равишда қайта тақсимланиши билан тавсифланади. Уларнинг ўзгариши диапазоли куйидаги чегараларда бўлади: максимал тезлиги $V_{max} = 2-5$ м/с; ўртача тезлик $V_{yrt} = 0,5-2,5$ м/с; чуқурлиги $H_{max} = 4-14$ м, $H_{yrt} = 1-5$ м; кенглиги $B = 300-2000$ м; қиялик $J = 0,00016-0,00030$. Дарёнинг ўзига хос хусусияти шундаки, доимий сув сарфида дарёнинг ўртача тезлиги, чуқурлиги ва кенглигининг турли хил қийматлари бўлиши мумкин, масалан, $Q_p = 1000$ м³/с га, $V = 0,6-1,7$ м/с, $B = 180-1030$ м, $H_{yrt} = 1,1-4,3$ м.

Таянч сўзлар: тўғонсиз сув олиш, дарё, канал, деформация жараёни, тавсия, яхшилаш, бош қисми, дала ўрганиши.

DYNAMICS OF RUNNING PROCESSES IN THE AREA OF UNDERLESS WATER INTAKE

*D.R.Bazarov - d.t.s., professor, M.P.Tashkhanova, A.Gayur, M.Sapaeva - researchers
Tashkent Institute of Irrigation Agricultural and Mechanization Engineers*

Abstract

The paper analyzes the dynamics of channel processes based on the results of field studies of the Amudarya River at the site of the damless water intake to the Karshi Magistralny Canal (KMK) and developed recommendations for improving the water intake conditions. Based on the results of field studies of the head section of the inlet channel, an assessment of the state of the Amudarya river bed in the water intake zone was made. The results of studies of the hydraulic and alluvial regimes of the Amu Darya River in the area of the damless water intake are generalized. The channel situation in the area of water intake at the KMK differs in the inconsistency of hydraulic characteristics over time for the same water flow rate, i.e. at the same water level, the flow rates can differ from each other by about half, and at the same flow rates, the level can fluctuate up to ± 0.6 m. This is explained by the extreme instability and high mobility of the channel, and large channel deformations occur in a short time. The hydraulic regime of the river is characterized by a significant redistribution of velocities, depths and flow widths. Their range of variation is within: maximum speed $V_{max} = 2-5$ m/s; average speed $V_{av} = 0.5-2.5$ m/s; depth $H_{max} = 4-14$ m, $H_{av} = 1-5$ m; width $B = 300-2000$ m; slope $J = 0.00016-0.00030$. A characteristic feature of the river channel is that at a constant flow rate there can be different values of the average velocities, depths and widths of the channel, for example, at $QR = 1000$ m³/s, respectively, $V = 0.6-1.7$ m/s, $B = 180-1030$ m, $H_{sr} = 1.1-4.3$ m.

Key words: damless water intake, river, channel, deformation process, recommendation, improvement, head section, field study.



Введение и постановка задачи. При бесплотинных водозаборах меняется динамика и гидродинамические характеристики потока, развитие руслового процесса оказывает отрицательное влияние на надежность и функционирование водозабора. Объектом исследований выбран участок реки Амударья в районе бесплотинного водозабора в Каршинский Магистральный Канал (КМК).

При бесплотинном водозаборе особое внимание необходимо уделять, уменьшению количества поступающих наносов при гарантированном отборе воды в головное сооружение. Проведение научных исследований по изучению интенсивности и направленности русловых процессов и разработка мероприятий по обеспечению гарантированного водозабора с минимальным количеством донных и взвешенных наносов при бесплотинном водозаборе считается актуальной задачей. Большинство рек зарегулировано в связи со строительством водохранилищ для энергетических и сельскохозяйственных нужд, но и бесплотинные водозаборы еще не изжили себя, примеров несколько на р. Амударья. Естественный ход руслового процесса в створе водозабора меняется и требуется прогноз этого изменения. Анализ результатов натурных исследований состояния русловой обстановки р. Амударья, в створе водозабора в КМК и разработка рекомендаций по улучшению его эксплуатации определена как основная цель настоящей работы.

После ввода в эксплуатацию Нурекского водохранилища по настоящее время в русле реки наблюдалось существенное изменение наносного режима, крупность влекомых наносов и их количество значительно увеличилось. За период наблюдений происходили существенные изменения режима твердого и жидкого стока, в результате чего наблюдались интенсивные русловые деформации р. Амударья, особенно в районе бесплотинного водозабора КМК. Головная часть КМК расположена на устойчивом берегу у мыса Пулизиндан. В условиях р. Амударья у бесплотинного водозабора проектирование и расчет русловых и выправительных сооружений, а также прогнозирование русловых процессов являются одним из актуальных вопросов. При неустойчивом русле и блуждании потока, без регулирования русла реки невозможно осуществлять плановый забор воды в ирригационные системы.

Сложность и многофакторность протекания русловых процессов в пространстве и во времени должна быть учтена при проектировании и эксплуатации бесплотинных водозаборов в реках, русло которых, вследствие больших уклонов, высоких скоростей течения и легкой размываемости (мелкопесчаные слабые грунты) подвержено чрезвычайно сложным интенсивным плановым и глубинным деформациям.

Можно отметить, что только численное или физическое моделирование может дать конкретный прогноз русловых деформаций в районе бесплотинных водозаборов.

Методы решения: Натурные исследования на участке реки Амударья в районе бесплотинного водозабора в Каршинский Магистральный Канал и оценка состояния русла р. Амударья в зоне водозабора велась методами исследований САНИИРИ (НИИИВП) и других ведущих НИИ в области гидротехники.

Анализ результатов и примеры. Сложение русла реки Амударья из легкоразмываемых грунтов способствует блужданию основного потока по широкой пойме. Высокие уровни воды во время паводков, низкие уровни воды в период межени и маловодные годы, отход стрежня потока от створа водозабора затрудняют режим эксплуатации бесплотинного водозабора в КМК. «Неустойчивое» состояние русла реки обусловлено различной водностью года и другими причинами, требует применения оперативных и

долгосрочных технических мер по плановому забору воды для орошения.

В маловодные годы и в период межени при низких горизонтах водной поверхности в реке значительно ухудшаются условия водозабора. В отдельные периоды по водности года наблюдалось интенсивное перемещение русла реки к противоположному берегу от точки водозабора. В таких ситуациях поступление водного потока из реки в головное сооружение Каршинского Магистрального Канала может практически прекратиться. В связи с этим постоянно принимаются меры по обеспечению нормального водозабора, путем проведения дноуглубительных и очистных работ земснарядами [1, 2, 3].

Исследуемый участок р. Амударья, где расположен створ бесплотинного водозабора в КМК находится на 22 км выше г. Керки. Общая длина исследуемого участка составляет 10–12 км. Он имеет два характерных участка: верхний – от головного водозабора выше на 6 км по течению, нижний находится между головным водозабором и пос. Кызылак [4, 5, 6, 7].

Верхний участок имеет неустойчивое русло, ложе реки сложено песчано-илистыми грунтами, берега - аллювиально-лессовидные суглинки. Основное русло проходит по середине реки или вдоль правого берега, а иногда отклоняется к левому берегу. Такое положение русла обусловлено образованием острова вдоль правого берега, который затопливается в паводок, но вновь появляется в межень. Остров в какой-то мере отклоняет поток в направлении мыса Пулизиндан. Поток образующийся вдоль правого берега у мыса Пулизиндан имеет наибольшие глубины, достигающие 8-12 м, а иногда до 14 м. Головная часть водозабора на правом берегу имеет выходы известняков горы Пулизиндан, обрывистый, неразмываемый участок образует Пулизинданское сужение с наименьшей шириной реки на всем ее среднем течении. Прибрежная зона пос. Кызылак расположена на втором участке, т.е. на 4-6 км ниже мыса Пулизиндан на левом берегу р. Амударья. В створе Кызылак пойма реки двухсторонняя, на подходе к левому берегу основной поток протекает по левобережной протоке [8, 9, 10]. В зимний период основное русло реки уменьшается до 0,25 км. В паводок образованные подводные отмели затопливаются, ширина значительно увеличивается в сторону правого берега и доходит до 1,5 км. Пойма реки в период весенне-летнего паводка затопливается при расходе воды 5500–6000 м³/с и более. Отметки зимней поверхности воды в прибрежной полосе пос. Кызылак не превышают 245,3–245,5 м (абсол.отм.м/Б.С.). В период летнего паводка расход воды р. Амударья по данным г/с г. Керки, воды при 5-10 %-ной обеспеченности составляет 6800 м³/с. Основной поток р. Амударья на этом участке проходит попеременно вдоль левого, правого берегов, а иногда по середине русла. При отклонении вправо поток обтекает мыс Пулизиндан, влево - от него отражается. Русло реки сложено легкоподвижными грунтами, берега реки из лессовидного суглинка. Уклон водной поверхности на этом участке составляет 0,0002–0,00024. Глубина воды у правого берега выше мыса Пулизиндан составляет 5–7 м и уменьшается вниз по течению, а средняя отметка дна реки в этом месте повышается на 0,2–0,3 м за счет сброса пульпы в пойму реки. Анализ русловой обстановки р. Амударья в районе головного водозабора КМК свидетельствует о том, что в русловой пойменной части реки произошли большие изменения глубинных деформаций, здесь основное русло реки блуждает по широкой пойме, образуя меандрирующее русло [11, 12, 13].

Результаты проведенных плановых съёмок показали что в период межени основной поток протекал по левобережной протоке, расход воды левобережной и пра-

вобережной протоков был почти одинаковым. В зимний период левобережная протока в районе на 5... км выше головной части водозабора постепенно смещаясь, полностью направлялась в сторону правого берега и, ударяясь о мыс Пулизиндан направлялась в сторону левого берега. Основной поток полностью перемещался на прибрежную зону пос. Кызылаяк, образуя свальное течение, в результате которого происходил интенсивный размыв прибрежной территории [14, 15].

В период зимнего паводка на верхнем участке выше головной части водозабора в русле р. Амударья произошло смещение основного потока от правобережной протоки на левобережный. В результате свального течения в зимнем паводковом расходе наблюдались глубинные и плановые деформации основного русла реки. Со стороны левого берега в результате свального течения наблюдался интенсивный размыв прибрежной территории пос. Кызылак, в зимний период уровни водной поверхности в районе бесплотинного водозабора в КМК оставались неизменными.

Основной русловой поток р. Амударья у головного водозабора в период спада паводка сильно блуждал по широкой пойме, который разделился на два рукава, тем самым в русле р. Амударья создались благоприятные условия для водозабора. В результате чего, обеспечивался плановый водозабор в Каршинский магистральный канал, что объясняется тем, что годы наблюдении. были многоводными, в русле р. Амударья проходили значительные расходы воды [16, 17].

Правобережная протока выше мыса Пулизиндан заносилась наносами и практически исчезала, так как основной поток переместился к левому берегу. Такое изменение русловых процессов и переформирование основного русла р. Амударья были неблагоприятными для водозабора в КМК. В период зимней межени наблюдаемый минимальный уровень водной поверхности у мыса Пулизиндан составлял 242,75 м., что усложняло условия водозабора и не обеспечивало плановый водозабор в КМК [18, 19].

Начиная с 2000 года по настоящее время поток. р. Амударья проходит в основном по правобережной протоке. При паводке основной поток р. Амударья выше головного водозабора смещается в сторону правого берега (рис. 1).

Были сопоставлены смещения основного русла реки и широкой поймы и плановые изменения русла р. Амударья за период наблюдений в районе интенсивного размыва прибрежной территории пос. Кызылаяк., где происходил береговой размыв (дейгиш) и протекание основного потока часто наблюдалось к левобережной полосе, где расположены культурные земли пос. Кызылаяк.

В результате этих русловых процессов наблюдались размывы левого берега реки ниже головного водозабора КМК, площадь которой за период 1991-1998 гг. составляла 200-250 га при ширине полосы 100-300 м. Площадь размыва пойменной части р. Амударья на этом участке в



Рис.1. План русла реки Амударья в районе бесплотинного водозабора в КМК

зоне свального течения прибрежной территории составляла 170–200 га, общая площадь размыва составляла 300–450 га. Исходя из сложившейся русловой обстановки в районе пос. Кызылаяк на подъеме и спаде паводка в связи с интенсивным изменением планового положения и деформации основного русла может создаваться аварийная ситуация, с разрушением населенного пункта Кызылаяк. Для предотвращения этого явления необходимо наметить первоочередные мероприятия, строительство систем коротких шпор и дамб обвалований. Учитывая значительность затрат по изготовлению и перевозке железобетонных изделий в дальнейшем необходимо укрепление и строительство дамб (шпор), выполняемых из местных отвалов с усиленными железобетонными конструкциями только напорных граней и оголовков дамб (шпор) [20, 21].

На сегодняшний день построены шпора 8 длиной 150 м, в русловой части – 50–60 м, береговой часть – 80–100 м, и шпора 9 длиной 20 м. Уровень водной поверхности у мыса Пулизиндан возле головной части подводящего канала (КМК), был выше 246,28 м пойменная часть р. Амударья была затоплена. Из-за усиленной русловой деформации в период летнего паводка р. Амударья ниже водозабора на противоположном левом берегу происходил размыв берега. Необходимо принять срочные меры для предотвращения дальнейшего размыва берега, усиления существующих и строительства новых шпор. На самом Каршинском канале из-за недостаточности объема очистных работ произошло заиливание, подъем дна, снизилась пропускная способность. Здесь также нужно принять срочные меры по увеличению пропускной способности канала. Затруднения по эксплуатации бесплотинного водозабора КМК на р. Амударья связаны с неустойчивостью русла реки на подходе к головному сооружению, что приводит к захвату большого количества наносов в каналы, недостаточность расходов и уровней воды в маловодные годы зимней межени приводит к серьезным затруднениям при эксплуатации. В связи с затруднением эксплуатации крупных бесплотинных водозаборов в зависимости от изменений русловых процессов и режима наносов, необходимо рассмотреть в перспективе возможность переноса места головных водозаборов на территорию Республики Узбекистан. Анализ уровня режима и расходов р. Амударья в районе головного водозабора КМК в зонах интенсивного размыва и в местах, где требуется осуществление регуляционных сооружений, а также изменений русловых профилей в многолетнем разрезе имеет важное практическое значение. Расчет минимальных расходов воды для створа КМК и мыса, Пулизиндан выполнен на основе ряда многолетних наблюдений г/с Керки расположенного в 21 км выше головы Каршинского магистрального канала.

Приводится анализ уровня режима р. Амударья в г. Керки с 1910–1995 гг. и даются расчетные кривые связи $Q=f(H)$ в виде трех огибающих: максимальный, средний и минимальный. За основу принятой кривой $Q=f(H)$ были использованы фактически измеренные гидрологические данные, учитывающие водозабор соответственно современному состоянию с поправкой на работу Нурекского водохранилища [22]. Минимальные расходы и соответствующие уровни р. Амударья в створе КМК и мыса Пулизиндан взаимосвязаны по наблюдениям уклонов водной поверхности исследуемого участка. Полученные результаты $Q=f(H)$ для г/с Керки и их перенос к мысу Пулизиндан в многолетнем разрезе выполнены с учетом поправочных коэффициентов $\pm 0,6$ м – учитывающих переформирование плановых и глубинных деформаций русла реки. Естественный сток р. Амударья в многолетнем разрезе откорректирован на величину объема стока р. Амударья на ирригационное и промышленное потребление с

учетом сброса возвратных вод в реку коллекторной сетью, а также внутригодового регулирования стока р. Вахш Нурекским водохранилищем. На основе гидрологической последовательности стоков р. Амударья обработан статистическим методом и вычислены минимальные расходы воды по месяцам. Водозабор в Каршинский магистральный канал бесплотинный и построен без шлюза регулятора, поэтому уровенный режим в аванкамере первой насосной станции определяется уровнем р. Амударья у точки водозабора и потерями напора вдоль подводящей части КМК (русловые и местные) [23, 24].

Изучены результаты натурных исследований русловой обстановки р. Амударья в районе водозабора в КМК. Русловая обстановка отличается непостоянством гидравлических характеристик по времени для одного и того же расхода воды т.е. при одинаковых отметках горизонта воды, расходы могут отличаться друг от друга примерно вдвое, а при одинаковых расходах отметки горизонта могут колебаться до $\pm 0,6$ м. Объясняется это крайней неустойчивостью и большой подвижностью русла, причем большие деформации русла происходят за короткий срок. Гидравлический режим реки характеризуется значительным перераспределением скоростей, глубины и ширины потока. Диапазон изменения их находится в пределах: максимальная скорость $V_{max} = 2...5$ м/с; средняя скорость $V_{cp} = 0,5...2,5$ м/с; глубина $H = 4...14$ м, $H_{cp} = 1...5$ м; ширина $B = 300...2000$ м; уклон $J = 0,00016...0,00030$. Характерной особенностью русла реки является то, что при постоянном расходе могут быть различные значения средних скоростей, глубин и ширины русла, так, например, при $Q = 1000$ м³/с соответственно $V = 0,6...1,7$ м/с, $B = 180...1030$ м, $H_{cp} = 1,1...4,3$ м.

Выводы. Анализом результатов натурных исследований, сделаны следующие выводы:

- наибольшие значения средних скоростей и глубин

при любых расходах р. Амударья наблюдаются на криволинейных участках русла, наименьшие - на прямолинейных, ширина русла, наибольшая - на прямолинейных и наименьшая - на криволинейных участках.

- интенсивное увеличение водозабора, перегрузка речного потока ниже створа водозабора, из-за частных сбросов наносов в пойму реки частично влияет на смещение основного потока на левый берег. Блуждание основного русла р. Амударья приводит к отложению наносов и подъему дна русла, влияет на смещение основного потока на левый берег.

- в результате русловых процессов наблюдались размывы левого берега реки ниже головного водозабора КМК. Площадь размыва за период 1991-1998 гг. составила 200-250 га при ширине полосы 100-300 м. Площадь размыва пойменной части р. Амударья на этом участке в зоне свального течения составляла 170-200 га, общая площадь размыва составляла 300-450 га. Исходя из сложившейся русловой обстановки в районе пос. Кызыляк на подъеме и спаде паводка в связи с интенсивным изменением планового положения и деформации основного русла может создаваться аварийная ситуация.

- для предотвращения нежелательных русловых процессов необходимо строительство систем коротких шпор и дамб обвалований из местных материалов с усиленными железобетонными конструкциями только напорных граней и оголовков дамб (шпор).

- расход р. Амударья достигает до 6800 м³/с, при этом уровень водной поверхности выше 246,28 м у мыса Пулизиандан в районе головной части подводящего канала (КМК). Пойменная часть р. Амударья затоплена, из-за усиленной русловой деформации в период летнего паводка ниже водозабора на противоположном левом берегу происходит размыв берега. Необходимо принять срочные меры для предотвращения дальнейшего размыва берега, усиления существующих и строительства новых шпор.

№	Литература	References
1	Уркинбаев Р.К., Хамдамов Ш.Б., Базаров Д.Р. Установление оптимальных размеров прокопа при проведении русло регулировочных работ на Аму - Дарье в районе бесплотинного водозабора. Тр. САНИИРИ «Совершенство расчетов русловых процессов водозаборных, защитно-регулирующих сооружений и каналов в условиях большого отбора воды из рек». – Ташкент, 1987.	Urkinbaev R.K., Khamdamov Sh.B., Bazarov D.R. <i>Ustanovlenie optimalnykh razmerov prokopa pri provedenii ruslo regulirovochnykh rabot na Amu - Dare v rayone besplotinnogo vodozabora</i> [Establishing the optimal size of the ditch when carrying out channel control work on the Amu-Darya in the area of the damless intake] Tr. SANIIRI "Perfection of calculations of channel processes of water intake, protective and control structures and canals in conditions of large water withdrawal from rivers" Tashkent, 1987. (in Russian)
2	Мухамедов А.М. Основные направления исследований по русловым процессам реки Амударья // Доклады всесоюзного совещания по водозаборным сооружениям и русловым процессам, – Ташкент, 1974. – С. 11-27.	Mukhamedov A.M. <i>Osnovnye napravleniya issledovaniy po ruslovyim protsessam reki Amudarya</i> [The main directions of research on channel processes of the Amu Darya River]. Reports of the All-Union meeting on water intake facilities and channel processes, Tashkent, 1974, Pp. 11-27. (in Russian)
3	D.R.Bazarov, O.F. Vokhidov, M. Tashkhanova, F.Uljayev. Results of a numerical study of currents in the vicinity of a damless water intake. Journal "Irrigation and Melioration". Tashkent. 2020. No 4(22). Pp. 61-63	D.R.Bazarov, O.F. Vokhidov, M. Tashkhanova, F.Uljayev. Results of a numerical study of currents in the vicinity of a damless water intake. Journal "Irrigation and Melioration". Tashkent. 2020. No 4(22). Pp. 61-63
4	Алтунин С.Т. Моделирование размываемых русел и речных сооружений. Русловые процессы. – Москва: Из-во АН СССР, 1958.	Altunin S.T. <i>Modelirovanie razmyvaemykh rusel i rechnykh sooruzheniy</i> [Modeling of eroded channels and river structures]. Channel processes. Moscow. From the USSR Academy of Sciences, 1958. (in Russian)
5	Барышников Н.Б. Русловые процессы. – Санкт-Петербург: Изд.РГТМУ, 2014. – 501 с.	Baryshnikov N.B. <i>Ruslovye protsessy</i> , [Run-off processes], St. Petersburg, Publishing house of the Russian State Technical University, 2014, 501 p. (in Russian)
6	Барышников Н.Б. Динамика русловых потоков. – Санкт-Петербург: Изд.РГТМУ, 2004. – 314 с.	Baryshnikov N.B. <i>Dinamika ruslovykh potokov</i> [The dynamics of channel flows], St. Petersburg, Publishing house of the Russian State Technical University, 2004, 314 p. (in Russian)
7	Гришанин К.В. Основы динамики русловых потоков. – Москва: Транспорт, 1990.	Grishanin K.V. <i>Osnovy dinamiki ruslovykh potokov</i> [Fundamentals of channel flow dynamics]. Moscow: Transport, 1990. (in Russian)
8	Барышников Н.Б. Антропогенное воздействие на русловые процессы. - Ленинград: изд. ЛГМИ, 1990.	Baryshnikov N.B. <i>Antropogennoe vozdeystvie na ruslovye protsessy</i> [Anthropogenic impact on channel processes]. Leningrad:ed. LGMI, 1990. (in Russian)
9	Барышников Н.Б., Самусева Е.А. Антропогенное воздействие на саморегулирующуюся систему «бассейн - речной поток - русло». - СПб.: изд. РГТМУ, 1999.	Baryshnikov N.B., Samuseva E.A. <i>Antropogennoe vozdeystvie na samoreguliruyushchuyu sistemu «basseyn - rechny potok - ruslo»</i> . - SPb.: ed. RGGMU, 1999. (in Russian)

10	Барышников Н.Б. Гидравлические сопротивления речных русел - СПб.: изд. РГГМУ, 2003.	Baryshnikov N.B. <i>Gidravlicheskie soprotivleniya rechnykh rusel</i> [Hydraulic resistance of river channels]. SPb: ed. RGGMU, 2003. (in Russian)
11	Исследования русловых деформаций на особо опасных участках в бытовом состоянии и на участках головных водозаборов // НТО НПО САНИИРИ. – Ташкент, 1995.	<i>Issledovaniya ruslovykh deformatsiy na osobo opasnykh uchastkakh v bytovom sostoyanii i na uchastkakh golovnykh vodozaborov</i> [Investigations of channel deformations in especially dangerous areas in everyday conditions and in the areas of head water intakes] NTO NPO SANIIRI, Tashkent, 1995. (in Russian)
12	Д.Р. Базаров, С.К. Хидиров, О.Ф. Вохидов, М.П. Ташханова, Абдулатиф Гаюр. Гашение избыточной энергии потока в водосбросных сооружениях // Журнал "Irrigatsiya va Melioratsiya". – Ташкент, 2020. – №4(22). – С. 44-48	D.R. Bazarov, S.K. Khidirov, O.F. Vohidov, M.P. Tashkhanova, Abdulatif Gayur. <i>Gasheniye izbytochnoy energii potoka v vodosbrosnykh sooruzheniyakh</i> [Extinguishing excess flow energy in spillway structures]. Journal "Irrigation and Melioration". Tashkent. 2020. No.4(22). Pp. 44-48. (in Russian)
13	Маккавеев Я.Я., Чалов Р.С. Русловые процессы. – Москва: Изд-во МГУ, 1986. – 264 с.	Makkaveev Ya.Ya., Chalov R.S. <i>Ruslovye protsessy</i> [Channel processes]. Moscow. Moscow State University Publishing House, 1986. 264 p.(in Russian)
14	Норкулов Б., Артыкбаева Ф., Нишанбаев Х., Результаты натурных исследований русловых процессов в земляном канале.. Международная в научно-практическая конференция, Молодых ученых по проблемам водных ресурсов, Алматы, Казахстан, 5-8 апреля 2018 года.	Norkulov B., Artykbaeva F., Nishanbaev Kh., <i>Rezultaty naturnykh issledovaniy ruslovykh protsessov v zemlyanom kanale</i> ["Results of field studies of channel processes in an earthen channel], V International Scientific and Practical Conference, Young Scientists on Water Resources Issues, Almaty, Kazakhstan, April 5-8, 2018. (in Russian)
15	Румянцев И.С. Научный обзор изученности вопросов проектирования и безаносной эксплуатации бесплотинных водозаборных гидроузлов / И.С. Румянцев, А.В. Кловский // Международный технико-экономический журнал. – Москва, 2014. – №2. – С.101-106.	Rumyantsev I.S. <i>Nauchnyy obzor izuchennosti voprosov proektirovaniya i beznanosnoy ekspluatatsii besplotinnykh vodozabornykh gidrouzlov</i> [Scientific review of the study of design and maintenance-free operation of damless water intake waterworks] I.S. Rumyantsev, A.V. Kloviskiy International technical and economic journal. 2014. No. 2. Pp.101-106. (in Russian)
16	Базаров Д.Р., Норкулов Б., Рuzимухамметова Д.М. "Изменение гидрологического режима реки при бесплотинном водозаборе" // Архитектура, Строительство, Дизайн. – Ташкент, 2011. № 4. – С.39-41.	Bazarov DR, Norkulov B, Ruzimukhammetova DM, <i>Izmenenie gidrologicheskogo rezhima reki pri besplotinnom vodozabore</i> [Changes in the hydrological regime of a river with a damless water intake]., Architecture, Construction, Design. No. 4,2011. Pp. 39-41. (in Russian)
17	Кловский А.К. Совершенствование конструкций бесплотинных водозаборных гидроузлов с донными циркуляционными порогами на малых горных реках. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2015. – 155 с.	Kloviskiy A.K., <i>Sovershenstvovanie konstruksiy besplotinnykh vodozabornykh gidrouzlov s donnymi stirkulyatsionnymi porogami na malyykh gornyykh rekakh</i> , <i>soiskanie uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk</i> [Improvement of the structures of damless water intake waterworks with bottom circulation sills on small mountain rivers, obtaining the degree of candidate of technical sciences]. Moscow 2015.155 p. (in Russian)
18	Нишанбаев Х., Эшонкулов З Проблемы эксплуатации бесплотинных водозаборов INTERNATIONAL ACADEMY JOURNAL 6(24), Vol.2, June 2018 Warsaw , Poland, 00-773 Website: https://ws-conference.com/ – С.32-36	Nishanbaev H., Eshonkulov Z <i>Problemy ekspluatatsii besplotinnykh vodozaborov</i> [Problems of operation of damless water intakes] INTERNATIONAL ACADEMY JOURNAL 6 (24), Vol.2, June 2018 Warsaw, Poland, 00-773 Website: https://ws-conference.com/ . Pp. 32-36.(in Russian)
19	Норкулов Б., Азимов С. С., Нишанбаев Х., Шарипов О. О., Джабуриев Т. Динамика уровней и расходов воды реки Амударья в районе водозабора в АБМК International academy JOURNAL 6(24), Vol.2, June 2018 Warsaw , Poland, 00-773 Website: https://ws-conference.com/ стр.40-46	Norkulov B., Azimov S. S., Nishanbaev Kh., Sharipov O. O., Dzhaburiev T. <i>Dinamika urovney i raskhodov vody reki Amudaryya v rayone vodozabora v ABMK</i> [Dynamics of water levels and discharges of the Amu Darya river in the area of water intake in the ABMK] International academy JOURNAL 6 (24), Vol.2, June 2018 Poland, 00-773 Website: https://ws-conference.com/ Pp. 40-46. (in Russian)
20	Артыкбаева Ф., Нишанбаев Х., Шарипов О. О., Азимов С. С., Улжаев С. М. Затруднения эксплуатации бесплотинного водозабора реки Амударья в Каршинский магистральный канал. International academy JOURNAL 6(24), Vol.2, June 2018 Warsaw , Poland, 00-773 Website: https://ws-conference.com/ стр.13-16	Artykbaeva F., Nishanbaev Kh., Sharipov O. O., Azimov S. S., Ulzhaev S. M. <i>Zatrudneniya ekspluatatsii besplotinnogo vodozabora reki Amudaryya v Karshinskiy magistrальный kanal</i> [Difficulties in the operation of the damless water intake of the Amu Darya river into the Karshi main canal] International academy JOURNAL 6 (24), Vol.2, June 2018 Warsaw, Poland, 00-773 Website: https://ws-conference.com/ . Pp. 13-16.(in Russian)
21	Норкулов Б, Назаралиев Д.В, Жумабаева Г.У, Изменение гидрологического режима реки при бесплотинном водозаборе // Ж: Агро Илл. – Ташкент. 2018, №6.	Norkulov B, Nazaraliev D.V, Zhumabaeva G.U, <i>Izmenenie gidrologicheskogo rezhima reki pri besplotinnom vodozabore</i> // Ж: Агро Илл. – Ташкент. 2018, №6. (in Russian)
22	Базаров Д.Р. Разработка рекомендации по улучшению условия эксплуатации головного сооружения в АБМК Отчет НТО в МСиВХ Республики Узбекистан. 2009, 52 с.	Bazarov D.R. <i>Razrabotka rekomendatsii po uluchsheniyu uslovii ekspluatatsii golovnogo sooruzheniya v ABMK</i> [Development of recommendations for improving the operating conditions of the head structure in ABMK], NTO Report in the Ministry of Agriculture and Water Resources of the Republic of Uzbekistan. 2009, 52 p. (in Russian)
23	Базаров Д.Р.,Норкулов Б.Э.,Шодиев Б. Aspects of the extension of forty exploitation of bulk reservoirs for irrigation and hydropower purposes. Volume 97, 29 May 2019, Номер статьи 0503022nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019; Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers Tashkent; Uzbekistan; 18 April 2019 до 21 April 2019; Код 148595. www.scopus.com	Bazarov D.R., Norkulov B.E., Shodiev B. Aspects of the extension of forty exploitation of bulk reservoirs for irrigation and hydropower purposes. Volume 97, 29 May 2019, Article Number 0503022nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019; Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers Tashkent; Uzbekistan; 18 April 2019 to 21 April 2019; Code 148595. www.scopus.com.
24	Youguo, R.A. Sediment control for irrigation intakes / M. Youguo, Z.Suzhen // Journal of Hydrodynamics, Ser. B, 1. 2001. Pp.122-126.	Youguo, R.A. Sediment control for irrigation intakes / M. Youguo, Z. Suzhen // Journal of Hydrodynamics, Ser. B, 1. 2001. Pp. 122-126.

УДК: 631.1

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОЙ СКОРОСТИ ОЧЕСЫВАЮЩЕГО БАРАБАНА

*Х.Х. Игамбердиев - к.т.н., доцент, А.Б. Мухитдинов - старший преподаватель
Джизакский Политехнический институт*

Аннотация

Статья посвящена теоретическому определению критической окружной скорости очесывающего барабана кенафоуборочного комбайна, которая зависит от диаметра барабана, диаметра и массы стеблей. Она определялась из равенства изменения количества движения стебля при ударе, т.е. от ударного импульса, действующего на стебель. Ударный импульс, определен при соприкосновении лопасти барабана со стеблем в процессе очеса, который действует на массу всего стебля. Продолжительность удара очеса барабана на стебель определялась по кинограммам скоростной киносъемки процесса, которая равна промежутку времени между моментами соприкосновения лопасти со стеблем. Установлено, что с увеличением окружной скорости барабана продолжительность удара уменьшается. При диаметре стеблей 10 мм и массы стеблей кенафа теоретическая окружная скорость составляет $V \leq 11,2$ м/с.

Ключевая слова: кенаф, аппарат, барабан, очес, листья, коробочки, стебель, лопасть, скорость, стержень.

СИДИРУВЧИ БАРАБАНИНГ АЙЛАНМА ТЕЗЛИГИНИ НАЗАРИЙ АНИҚЛАШ

*Х.Х. Игамбердиев - т.ф.н., доцент А.Б.Мухитдинов - катта ўқитувчи
Жиззах политехника институти*

Аннотация

Мақола каноф йиғим-терим машинасининг сидириш барабанининг айланма тезлигини назарий таърифига бағишланган бўлиб, у барабанининг диаметри, поя диаметри ва массасига боғлиқ. Сидириш барабанининг айланма тезлиги тенглама бўйича назарий аниқланган. Ҳаракат вақтидаги таъсир миқдорини ўзгариши, яъни пояга таъсир қилувчи зарба импульси аниқланган. Сидириш жараёнида барабан панжаси дастага текганда, бутун поянинг массасига таъсир қиладиган зарба импульси аниқланди. Барабани сидиришининг дастагига таъсирининг давомийлиги, жараённинг юқори тезликдаги киносёмка кинограммаси билан аниқланди, бу панжанинг даста билан тегиш моментлари орасидаги вақт оралиғига тенг. Барабанининг айланма тезлигининг ошиши билан зарба давомийлиги пасайиши аниқланди. Барабанининг критик айланиш тезлигининг қиймати барабанининг диаметрига, пояларнинг диаметри ва массасига боғлиқ. Поянинг диаметри 10 мм ва поя массасини ҳисобга олган ҳолда назарий айланма тезлик куйидагини ташкил этади $V \leq 11,2$ м/с.

Таянч сўзлар: каноф, аппарат, барабан, сидириш, барг, кусак, поя, лопасть, тезлик, стержень.

TO THE DETERMINATION OF THE CRITICAL CIRCUIT SPEED OF THE SHARING DRUM

*Kh. Kh. Igamberdiev - Ph.D., associate professor, A.B. Mukhitdinov - senior lecturer
Jizzakh Polytechnic Institute*

Abstract

The article is devoted to the theoretical definition of the critical circumferential speed of the stripping drum of a kена harvester, which depends on the drum diameter, diameter and weight of the stems. It was determined from the equality of the change in the momentum of the stem during impact, i.e. from a shock impulse acting on the stem. The shock impulse is determined when the drum blade touches the stem in the process of stripping, which acts on the mass of the entire stem. The duration of the impact of the drum stripping on the stem was determined from the high-speed filming of the process, which is equal to the time interval between the moments of contact of the blade with the stem. It was found that with an increase in the circumferential speed of the drum, the duration of the impact decreases. With a stem diameter of 10 mm and a mass of kenaf stems, the theoretical peripheral speed is.

Key words: kenaf, apparatus, drum, fleece, leaves, capsules, stem, blade, speed, core.

Введение. На уборке кенафа применяется кенафоуборочный комбайн для обработки стеблей лубяных культур, с целью выделения луба и порционной укладки его для просушки. Однако, кенафоуборочный комбайн не очесывает листья и коробочки, и стебли обрабатываются вместе с ними. Из-за этого ухудшается процесс лубоотделения и повышается засорённость луба. Повышенная заостренность луба снижает выход и качество волокна. Наличие листьев и коробочек способствует спутыванию стеблей, что приводит к частым нарушениям технологического процесса работы комбайна. Кроме

того, листья с коробочками по кормовой ценности почти не уступают люцерне. В то же время, при переработке кенафа они теряются в поле, а оставшаяся часть их на лубе отделяется на лубзаводах при мочке и переработке, засоряя водоёмы и снижая выход волокна.

Недостатком кенафоуборочный комбайн является некачественная обработка, в особенности верхушечной части стеблей, где наибольшее количество листьев и семенных коробочек. В процессе обработки стеблей бильными барабанами, листья и коробочки за счет их большой сцепляемости запутываются в лубе и затрудняют удале-

ние отделенной от луба костры, повышая тем самым его заостренность, такой луб хуже сохнет и склонен к порче. Кроме того, листья и семенные коробочки, имеющие высокие кормовые качества, при механической обработке попадают в отходы в смеси с кострой. Для устранения вышеуказанных недостатков разработано устройство для отделения листьев и коробочек кенафа, который обеспечивает повышение качества волокна и расширяет технологическую возможность за счёт одновременного сбора листьев и коробочек [1].

Постановка задачи. С целью улучшения качества получаемого луба и уменьшения затрат труда при уборке зеленцового кенафа к кенафуборочному комбайну разработан очесывающий аппарат для отделения со стеблей листьев и семенных коробочек [2].

В процессе очеса листьев и коробочек лопасть очесывающего барабана непосредственно соприкасается со стеблем, лубяной слой которого может повредиться от больших ударных нагрузок. Поэтому необходимо определить критическую окружную скорость барабана [3, 4, 5].

Методы решения. Теоретический анализ выполнен при следующих допущениях: стебель принят как жесткий стержень, защемленный в плуцильных вальцах и имеющий возможность колебаться относительно вальцов. Пусть лопасть барабана ударяется о стебель в точке А. (рис. 1)

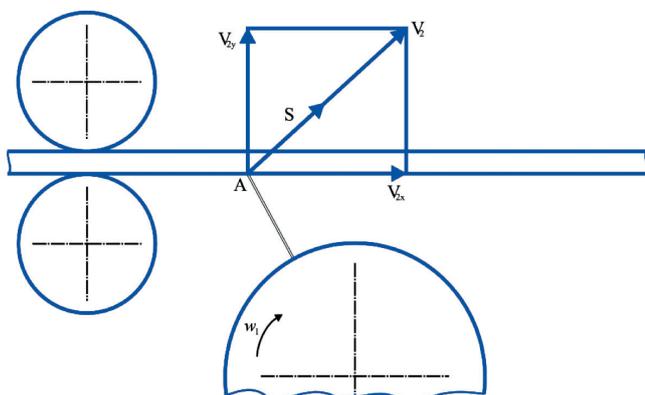


Рис.1. Распределение скоростей при встрече рабочей кромки лопасти со стеблем

Изменение количества движения стебля при ударе, т.е. ударный импульс S , действующий на стебель, определяется из равенства:

$$\left(\sum m_2 V_2\right) - \left(\sum m_1 V_1\right) = \sum S \quad (1)$$

где: $m_1 V_1$ и $m_2 V_2$ – количество движения стебля соответственно до и после удара, V_1 и V_2 – относительная скорость стебля в начале и конце удара.

Спроектировав эти скорости на ось y , получено:

$$m(V_{2y} - V_{1y}) = S_y \quad (2)$$

Так как стебель до удара был в состоянии покоя тогда выражение (2) можно переписать так: $mV_{2y} = S_y$, но так как $S_y = S \sin \alpha$

$$S \sin \alpha = mV_{2y} \quad (3)$$

где: V_{2y} - проекция на ось скорости стебля в конце удара.

Далее рассмотрим движение лопасти. Во время удара в точке А со стороны стебля приложен ударный импульс на рис.1. На основании принципа равенства действия и противодействия принимаем теорему об изменении главного момента количества движения системы материальных точек в приложении к мгновенным силам (относительно оси вращения барабана), т.е.:

$$J_0 (w_2 - w_1) = \sum M_z(S) \quad (4)$$

где: w_1 и w_2 – угловая скорость барабана в начале и конце удара. Следовательно

$$J_0 (w_2 - w_1) = \sum M_z(S) \quad (5)$$

где: J_0 – момент инерции лопасти относительно оси вращения барабана, R – радиус барабана.

Определяем скорость стебля в конце удара. Учитывая, что $V_{2y} = R w_2 = S \sin \alpha$ уравнение 5 можно представить в следующем виде:

$$J_0 \frac{R V_{2y}}{R \sin \alpha} - J_0 w_1 = m R \frac{V_{2y}}{\sin \alpha}$$

$$\text{Откуда получено: } V_{2y} = \frac{J_0 R w_1 \sin \alpha}{J_0 - m R^2} \quad (6)$$

Подставляя в уравнение (6) значение момента инерции барабана получена скорость стебля в конце удара:

$$V_{2y} = \frac{P R w_1 \sin \alpha}{P - 2 m g} \quad (7)$$

где: P – масса барабана.

Ударный импульс S определится подстановкой значения V_{2y} в уравнение (3):

$$S = \frac{m P R w_1}{P - 2 m g} \quad (8)$$

или через окружную скорость барабана:

$$S = \frac{m P V}{P - 2 m g} \quad (9)$$

По формуле 9 определяется ударный импульс, действующий на массу всего стебля. Однако при соприкосновении лопасти барабана со стеблем в процессе очеса ударный импульс распространяется только на определенную часть длины стебля. С учетом массы этой длины стебля Δm формула 9 переписывается так:

$$S = \frac{\Delta m P V}{P - 2 m g} \quad (10)$$

Для определения массы стебля, участвующего в ударе, академиком В.П.Горячкиным, предложена следующая формула:

$$\Delta m = \left\{ \frac{33}{140} + \frac{2}{9} \left[\left(\frac{3}{2} \cdot \frac{\ell}{\ell_1} - \frac{1}{2} \right)^3 - 1 \right] \right\} \frac{\delta \ell_1}{2g}$$

где: ℓ_1 – расстояние от комля до места удара по длине стебля; ℓ – общая высота стебля; δ – удельный вес стебля на единицу высоты.

Как известно, импульс силы равен:

$$S = \int_0^{\Delta t} P dt \quad (11)$$

где: P – сила удара; Δt – продолжительность удара, тогда:

$$P_{\max} = 2 \frac{S}{\Delta t} \quad (12)$$

Продолжительность удара Δt , определялась по киносъемкам скоростной киносъемки процесса, которая равна промежутку времени между моментами соприкосновения лопасти со стеблем и его отхода (начало и конец удара). Было установлено, что с увеличением окружной $V \Delta t$ уменьшается, причем скорость V и Δt связаны следующей эмпирической зависимостью:

$$\Delta t = 0,00389 + \frac{0,333R}{V} \quad (13)$$

где: V – окружная скорость барабана,

Тогда с учетом уравнения (13)

$$P_{\max} = \frac{2S}{0,00389 + \frac{0,333R}{V}} \quad (14)$$

где: P_{\max} – максимальная сила удара.

После соответствующих подстановок получено уравнение максимальной силы удара:

$$P_{\max} = \frac{2\Delta mPV^2}{(P - 2\Delta mg)(0,00389V + 0,333R)} \quad (15)$$

В уравнении (15) масса очесывающего барабана значительно больше чем масса стебля, поэтому последнюю из уравнения можно исключить:

$$P_{\max} = \frac{2\Delta mV^2}{0,00389V + 0,333R} \quad (16)$$

Для определения критического значения окружной скорости концов лопасти может быть применена следующая методика расчета. Максимальное значение нормального

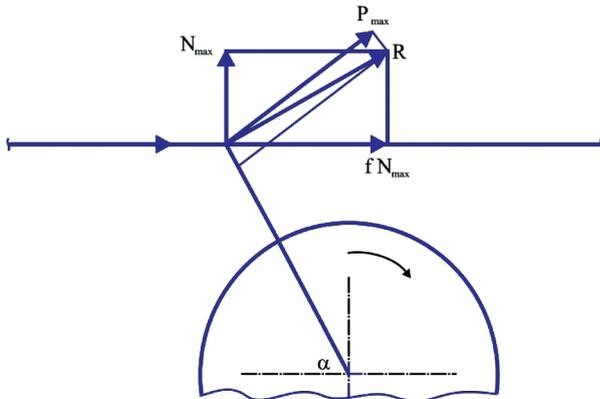


Рис.2. Схема сил, действующих на стебель в момент удара лопасти

к поверхности стебля усилия N_{\max} (рис.2) определяется по формуле:

$$N_{\max} = \frac{P_{\max}}{\sin \alpha} \quad (17)$$

тогда с учетом формулы (16) можно написать:

$$N_{\max} = \frac{2\Delta mV^2}{(0,00389V + 0,333R)\sin \alpha} \quad (18)$$

Принимая, что площадкой контакта конца лопасти со стеблем является полусфера с радиусом $d/2$, можно определить допустимое удельное давление:

$$q = \frac{N_{\max}}{\pi \cdot \frac{d}{2}}$$

или $N_{\max} = 1,57 \cdot qd$ (19)

Предыдущими исследованиями установлено, что среднее допустимое удельное давление на стебель составляет. Решая совместно уравнения (15) и (17) определяем критическую окружную скорость очесывающего барабана:

$$V = \frac{0,0061qd \sin \alpha + \sqrt{(0,0061qd \sin \alpha)^2 + 4,16\Delta mRqd \sin \alpha}}{4\Delta m} \quad (20)$$

Выводы. Таким образом анализ формулы (20) показывает, что величина критической окружной скорости барабана зависит от диаметра барабана, диаметра и массы стеблей. При диаметре стеблей 10 мм и массы стеблей $\Delta t = 100$ г теоретическая окружная скорость составляет $V \leq 11,2$ м/с.

№	Литература	References
1	Игамбердиев Х.Х., Мухитдинов А.Б. Устройство для обработки стеблей лубяных культур. Инновацион технологиялар. Илмий техник журнал. КаршиММИ. 2019. – С. 42-49.	Igamberdiev X.X., Muxitdinov A.B. <i>Ustroystvo dlya obrabotki stebley lubyanykh kultur</i> [Ig amberdiev Kh.Kh., Mukhitdinov A.B. A device for processing stalks of bast crops. Innovation technology. Ilmiy technician magazine]. KarshiMII. 2019. Pp. 42-49. (in Russian)
2	Игамбердиев Х.Х., Соатов А.М., Ахмедов Т.К. Кенафуборочный комбайн с очесывающим аппаратом. Молодой ученый. – Москва, 2016. – № 3. – С. 107-109.	Igamberdiyev X.X. Soatov A.M., Axmedov T.K. <i>Kanafuborochniye kombayn s ochesyvayushim apparatom</i> [Igamberdiev Kh.Kh., Soatov A.M., Akhmedov T.K. Cana harvester harvester with a stripper] Young scientist. Moscow city. 2016. No3. Pp. 107-109. (in Russian)
3	Абдукадыров А. Исследование и обоснование параметров дискового режущего аппарата для уборки кенафа в условиях поливного земледелия Средней Азии. Автореферат. 1967. Янгиюль, Рес. Узбекистан	Abdukadyerov A. <i>Issledovanie i obosnovanie parametrov diskovogo rezhushchego apparata dlya uborki kenafa v usloviyakh polivnogo zemledeliya</i> [Abdukadyrov A. Research and substantiation of the parameters of the disc cutter for harvesting kenaf in the conditions of irrigated agriculture] in Central Asia. Abstract. 1967 Yangiyul, Res. Uzbekistan. (in Russian)
4	Гительмахер М.И., Максимова Е.Н. К вопросу о взаиморасположении первичных и вторичных волокон в стеблях кенафа, Хлопковая промышленность. 1970, – №1. – 28 с.	Gitelmakher M.I., Maksimova Ye.N. <i>K voprosu o vzaimoraspolozhenii pervichnykh i vtorichnykh volokon v stebyakh kenafa</i> [Gitelmakher M.I., Maksimova E.N. On the question of the interposition of primary and secondary fibers in the stems of kenaf] Cotton industry. 1970, No.1, Pp. 28. (in Russian)
5	Игамбердиев Х.Х., Соатов А.М., Ахмедов Т.К. Обоснование параметров очесывающего аппарата кенафа уборочного комбайна. Молодой ученый. – Москва, 2016. – №2. – С. 161-162.	Igamberdiyev X. X. Soatov A.M., Axmedov T.K. <i>Obosnovanie parametrov ochesyvayushchego apparata kenafuborochnogo kombayna</i> [Igamberdiev Kh.Kh., Soatov A.M., Akhmedov T.K. Substantiation of the parameters of the stripping apparatus of the kenafouter harvester] Young scientist. Moscow city. 2016. No2. 161-162. (in Russian)
6	Горшков Б.А. Исследование и обоснование некоторых параметров рабочих органов лубоподборщика кенафа. Автореферат. – Ташкент, 1973.	Gorshkov B.A. <i>Issledovanie i obosnovanie nekotorykh parametrov rabochikh organov lubopodborschshika kenafa</i> [B.A. Gorshkov Research and substantiation of some parameters of the working bodies of the kenaf bast picker] Abstract. Tashkent, 1973. (in Russian)
7	Игамбердиев Х.Х., Соатов А.М., Ахмедов Т.К. Теоретическое обоснование увязки очесывающего аппарата с лубоотделяющей частью лубокомбайна. Молодой ученый. – Москва, 2016. – №7-2. – С. 57-59.	Igamberdiyev X.X., Soatov A.M., Axmedov T.K. <i>Teoreticheskoe obosnovanie uvязki ochesyvayushchego apparata s luboottelayushchey chast'yu lubokombayna</i> [Igamberdiev Kh.Kh., Soatov A.M., Akhmedov T.K. Theoretical substantiation of linking the stripper apparatus with the bast-separating part of the lubo-harvester] Young Scientist. Moscow city. 2016. No7-2. Pp. 57-59. (in Russian)

8	Мифтахов Ш.Ф. Исследование и обоснование технологической части и основных параметров рабочих органов лубоотделяющей части лубокомбайна. Автореферат. – Янгиюль, 1974.	Miftaxov Sh.F. <i>Issledovanie i obosnovanie texnologicheskoy chasti i osnovnykh parametrov rabochikh organov luboottdelayayushchey chasti lubokombayna</i> [Miftakhov Sh.F. Research and substantiation of the technological part and the main parameters of the working bodies of the bast separating part of the freezing machine] Abstract. Yangiyul, 1974. (in Russian)
9	Ачилдиев Ш. Обоснование параметров лубоотделителя с дифференцированной обработкой стеблей кенафа. Автореферат. – Янгиюль, 1982.	Achildiev Sh. <i>Obosnovanie parametrov luboottdelitelya s differensirovannoy obrabotkoy stebley kenafa</i> [Achildiev Sh. Substantiation of the parameters of the bast separator with differentiated processing of kenaf stems] Abstract. Yangiyul, 1982. (in Russian)
10	Игамбердиев Х.Х., Соатов А.М. Коэффициент трения скольжения листьев и коробочек зеленцового кенафа. Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований. – Москва, 2020. – С. 50-53.	Igamberdiyev X.X., Soatov A.M. <i>Koeffitsient treniya skol'zheniya list'ev i korobochek zelenovogo kenafa</i> [Igamberdiyev Kh.Kh., Soatov A.M. Coefficient of sliding friction of leaves and bolls of green kenaf] Questions of technical and physical and mathematical sciences in the light of modern research. Moscow. 2020. Pp. 50-53. (in Russian)
11	Умаров А.Р. Содержание и качество первичного и вторичного волокна в стеблях кенафа в зависимости от условий произрастания. Хлопковая промышленность, 1981, – №1, – 17 с.	Umarov A.R. <i>Soderzhanie i kachestvo pervichnogo i vtorichnogovolokna v steblyakh kenafa v zavisimosti ot usloviy proizrastaniya</i> [Umarov A.R. Content and quality of primary and secondary fibers in kenaf stems depending on growing conditions] Cotton industry, 1981, No.1, Pp. 17. (in Russian)
12	Тукубаев Т. Изыскание схемы и исследование основных параметров рабочих органов лубоотделителя для переработки зеленого кенафа. Автореферат. – Янгиюль, 1972.	Tukubaev T. <i>Izyskanie skhemy i issledovanie osnovnykh parametrov rabochikh organov luboottdelitelya dlya pererabotki zelenogo kenafa</i> [Tukubaev T. Search of the scheme and study of the main parameters of the working bodies of the bast separator for the processing of green kenaf] Abstract. Yangiyul, 1972. (in Russian)
13	Игамбердиев Х.Х., Соатов А.М. Изучение динамики сушки порций луба комбайнового расстила. Инженерные решения. – Москва, 2020. – №4. – С. 13-14.	Igamberdiyev X. X., Soatov A.M. <i>Izuchenie dinamiki sushki porсий luba kombaynovogo rasstila</i> [Igamberdiyev Kh. Kh., Soatov A.M. Studying the dynamics of drying portions of bast of a combine spreading] Engineering solutions. Moscow. 2020. No4. Pp. 13-14. (in Russian)
14	Канивец М.А., Абдукадыров А., Тукубаев Т., Мифтахов Ш.Ф., Карнаузов Н.И., Ачилдиев Ш., Игамбердиев Х.Х. Устройство для обработки стеблей лубяных культур. А.С. № 968110. Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. №39, 1982.	Kanives M.A., Abdukadyrov A., Tukubaev T., Miftaxov Sh.F., Karnauzov N.I., Achildiev Sh., Igamberdiyev X.X. <i>Ustroystvo dlya obrabotki stebley lubyanykh kultur</i> [A device for processing stalks of bast crops] A.S. No. 968110. Discoveries, inventions, industrial designs, trademarks. 1982. No.39. (in Russian)
15	Игамбердиев Х. Х., Игамбердиев Д. Х., Мухитдинов А. А. Комбайн для уборки высокостебельных лубяных культур. Science Time. – Казан, 2019. – №2. – С. 35-37.	Igamberdiyev X. X., Igamberdiyev D. X., Muxitdinov A. A. <i>Kombayn dlya uborki vysokostebelnykh lubyanykh kul'tur</i> [Igamberdiyev Kh. Kh., Igamberdiyev D. Kh., Mukhitdinov A.A. Combine for harvesting high-stemmed bast crops] Science Time. Kazan. 2019. No2. Pp. 35-37. (in Russian)
16	Канивец Михаил Александрович. Обоснование параметров питающих рабочих органов лубоотделителя. Автореферат. – Янгиюль, 1985.	Kanives Mixail Aleksandrovich. <i>Obosnovanie parametrov pitayuchshikh rabochikh organov luboottdelitelya</i> [Kanivets Mikhail Alexandrovich. Substantiation of the parameters of the feeding working bodies of the bast separator] Abstract. Yangiyul, 1985. (in Russian)
17	Андреев В.В., Мостейкене-Пакалкайте И.Ю. Изучение некоторых конструктивных и технологических факторов процесса трепания волокна. Научно-исследовательские труды. Москва, ЦНИИЛВ, Том 20, "Легкая индустрия", 1955.	Andreev V.V., Mosteykene-Pakalkayte I.Yu. <i>Izuchenie nekotorykh konstruktivnykh i tekhnologicheskikh faktorov protsessa trepaniya volokna</i> [Andreev V.V., Mostykene-Pakalkaite I.Yu. The study of some of the design and technological factors of the scuttle process. volokna]. Research works. Moscow, TsNIILV, Volume 20, "Light Industry", 1955. (in Russian)
18	Игамбердиев Х.Х., Абдурахманов А.М. Математическое моделирование процесса очеса при исследованиях некоторых параметров очесывателя для очеса зеленных листьев и коробочек кенафа. Universum: технические науки. – Москва, 2020. – № 3-1 (72).	Igamberdiyev X. X., Abduraxmanov A.M. <i>Matematicheskoe modelirovaniye prosessa ochesa pri issledovaniyakh nekotorykh parametrov ochesivatelya dlya ochesa zelennykh list'ev i korobochek kenafa</i> [Igamberdiyev Kh.Kh., Abdurakhmanov A.M. Mathematical modeling of the stripping process in the study of some parameters of the stripper for stripping green leaves and kenaf bolls] Universum: technical sciences. Moscow. 2020. No 3-1 (72). (in Russian)

УЎТ: 631.3

САКСОВУЛ ВА ЧЕРКЕЗ ЎСИМЛИКЛАРИНИНГ СОЧИЛМАЙДИГАН УРУҒЛАРИНИ ЭКАДИГАН ИННОВАЦИОН СЕЯЛКА

Э.Т.Фармонов - т.ф.н., доцент

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти

Аннотация

Мақолада сочилмайдиган чўл озукабоп ўсимликлар уруғларини механизациялашган ҳолда экадиган сеяланинг мавжуд эмаслигининг асосий сабаблари таҳлил этилган. Муаллиф томонидан, сочилмайдиган уруғларини, жумладан, саксовул ва черкез уруғларини экишда, уларни экиш аппаратининг бункерида тиқилиб, эзилиб, синишини олдини оладиган ва уларнинг биологик унувчанлиги камаймаган ҳолда, дала майдони бўйлаб белгиланган меъёр ва саёз чуқурликда, бир хил ва барқарор экилишни таъминлайдиган технология ва универсал экиш аппаратага эга инновацион сеялка тавсия этилган. Экиш аппарати бункерининг пастки қисмида, кичик ўлчамдаги уруғўзигич ва меъёрлаш новларига эга ажратгич барабани ўрнатилган. Универсал экиш аппаратага эга инновацион сеяланинг дала экспериментлари 2020 йил февраль ойида, Бухоро шаҳрининг атрофида ташкил этилаётган “Яшил қалқон” дастури доирасида, Бухоро вилоятининг Ромитан тумани давлат ўрмон хўжалиги ҳудудида, чўл қумоқ тупроқли майдонларда ўтказилди. Дала экспериментларида қуйидагилар аниқланди: инновацион сеялка нотекис рельефга эга чўл қумоқ тупроқли майдонларда манёврчан ва барқарор ҳаракатланди; сеялка саксовул ва черкез ўсимликлари уруғларини белгиланган меъёрда (уруғлик аралашмани 10–15 кг/га,) ва саёз, (2 см. дан ортиқ бўлмаган) чуқурликда экилишини ҳамда уларнинг кўмилишини таъминлади; смена вақтида, экспериментал инновацион сеялка билан, тракторнинг 5,2–7,2 км/соат ҳаракатланиш тезликларида, 35–40 га, қумоқ тупроқли чўл майдонларда уруғларини агротехника талабларида белгилангандек сифатли экилиши аниқланди; саксовул экилган қумоқ тупроқли майдонларда 1200–1650 дона саксовул уруғи униб чиқиши мумкинлиги кўрсатиб ўтилди ва бу сони саксовул уруғини экишга қўйиладиган агротехника талабларини қаноатлантиради; инновацион сеялка экиш аппаратининг универсаллиги алоҳида таъкидланди ва унинг билан бошқа шуларга ўхшаш чўгон, изен, куйровуқ, пахтабош, астрагал, қум акацияси, янтоқ каби чўл ўсимликлар уруғларини механизациялашган ҳолда экиш мумкинлиги ҳам кўрсатиб ўтилди.

Таянч сўзлар: саксовул, черкез, сочилмайдиган уруғ, инновация, сеялка, универсал экиш аппарати, бункер, конструкция, меъёрлаш новлари, ажратгич барабани, дала экспериментлари.

ИННОВАЦИОННАЯ СЕЯЛКА ДЛЯ ПОСЕВА НЕСЫПУЧИХ СЕМЯН САКСАУЛА И ЧЕРКЕЗА

Э.Т.Фармонов - к.т.н., доцент, Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Аннотация

В статье проанализированы основные причины отсутствия сеялки для механизации посева несыпучих семян кормовых растений пустынь. Автором разработана технология посева несыпучих семян, в том числе семян саксаула и черкеза, предотвращающая забивание, раздавливание и поломку в бункере сеялки, а также обеспечивающая равномерный и стабильный посев при установленной норме и небольшой глубине по всей площади поля без снижения их биологической всхожести. Рекомендуется инновационная сеялка с универсальным высевальным аппаратом. Полевые опыты инновационной сеялки с предлагаемой универсальной сеялкой были проведены в феврале 2020 года в рамках программы «Зеленый щит» в окрестностях города Бухара, на территории государственного лесного хозяйства на песчаных почвах Ромитанского района Бухарской области, в пустыне. Полевые эксперименты выявили следующее: инновационная сеялка была маневренной и устойчивой на песчаных пустынных почвах с неровным рельефом; при условии, что семена саксаула и черкеза были посеяны в установленной норме (семенная смесь 10–15 кг/га) и неглубоко (не более 2 см) и засыпаны; в смену опытной инновационной сеялкой на скорости трактора 5,2–7,2 км/ч на 35–40 га на песчаных пустынных территориях было установлено, что семена посеяны соответственно качеству, указанного в агротехнических требованиях; показано, что на песчаных почвах, может прорасти 1200–1650 семян саксаула, и это количество удовлетворяет агротехнических требованиям к посеву семян саксаула; была подчеркнута универсальность высевального аппарата, а также что она может механизировано сеять семена других пустынных растений, таких как чогон, изень, кейрук, астрагал, песчаная акация, полынь, верблюжья колючка.

Ключевые слова: саксаул, черкез, несыпучие семена, инновация, сеялка, универсальный, высевальный аппарат, бункер, конструкция, мерные желобки, разделительный барабан, полевые опыты.

AN INNOVATIVE SEEDER FOR SOWING NON-LOOSE SEEDS OF SAXAUL AND CHERKEZ

E.T.Farmonov - c.t.s., associate professor, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

Abstract

The main reasons for the absence of a seeder for mechanized sowing of non-loose seeds of fodder plants in deserts are analyzed in the article. The author has developed a technology for sowing non-loose seeds (saxaul and cherkez), which prevents clogging, crushing and breakage in the seeder hopper, and provides for uniform and stable sowing at a set rate and shallow depth over the entire field area without reducing the biological germination. An innovative seeder with a universal sowing unit is recommended. Field tests of the innovative seeder with the proposed universal sowing unit were conducted in February 2020,

as a part of the "Green Shield" program in the vicinity of the city of Bukhara, on the territory of the state forestry on sandy soils of the Romitan district of Bukhara region, in the desert zone. Field experiments revealed the following: the innovative seeder was maneuverable and stable on sandy desert soils with uneven terrain; provided that the seeds of saxaul and cherkez were sown at the established rate (seed mixture 10-15 kg/ha) and at shallow depth (no more than 2 cm) and covered up with soil; it was found that with the experimental innovative seeder at a tractor speed of 5.2-7.2 km/h on 35-40 hectares of sandy desert territories, the seeds were sown with the quality specified in the agrotechnical requirements. It was shown that on sandy soils, 1200-1650 saxaul seeds can germinate, and this amount meets the agrotechnical requirements for sowing saxaul seeds; it was emphasized that the universal sowing unit can mechanically sow the seeds of other desert plants, such as chogon, izen, keyruk, astragalus, sand acacia, wormwood, camel thorn.

Key words: saxaul, cherkez, non-loose seeds, innovation, seeder, universal, sowing unit, drum, construction, measuring grooves, separating drum, field experiments.

Кириш. Ҳозирги пайтга қадар чўл озуқабоп бута ўсимликлардан саксовул, черкез ва ярим бута ўсимликлардан изен, кейровуқ, терескен ва шуларга ўхшаш бошқа ўсимликларнинг сочилмайдиган уруғларини агротехник талабда кўрсатилгандек экадиган сеялка мавжуд эмас. Шу сабабдан кейинги пайтларда Жиззах вилоятининг Фориш ва Зомин туманлари ҳамда Бухоро, Самарқанд ва бошқа вилоятларда ҳам сочилмайдиган чўл озуқабоп ўсимликлар уруғлари дала амалиётида қўлда, сочма усулда экилиб келинмоқда (1-расм). Бунда уруғлар трактор тиркамаларига юкланиб, 2–3 нафар ишчи тиркама эгаллаган кенгликда (3,5–4,0 м) тиркаманинг олдинги томонидан қўл билан уруғ сепиб боришади [1, 2].



1-расм. Яйловларни яхшилашнинг анъанавий усули

Бундай экиш усулида уруғларни бир текис сифатли экилиши, ерга қадалиши, қимматбаҳо уруғларни иқтисоди қилиш масалалари муаммоли албатта.

Худди шунингдек, Бухоро вилоятининг давлат ўрмон хўжалиқларига қарашли, "Қизилқум" нинг қумоқ тупроқли майдонларида, МТЗ-80 тракторга осма ўрнатилган ПЛН-3-35 плугдан иборат машина-трактор агрегати (МТА) ёрдамида саксовул уруғлари қўл кучи билан сепилмоқда (2-расм). Бунда тракторга осма ўрнатилган плугнинг устки қисмига, горизонтал ҳолатда 2-3 дона, 1,0–1,5 м узунликдаги ёғоч тўсинлар боғланиб, унинг устига уруғ солинган



2-расм. Қумоқ тупроқли майдонларда саксовул уруғларини қўл кучи билан сепиб экиш жараёни

қоплар ортилади. Плугнинг устига бир нафар ишчи жойлашиб олади ва қопдаги уруғлардан, омоч билан ҳайдалган қумоқ тупроқнинг устига сепади ва уруғлар омочга ўрнатилган занжир ёрдамида кўмилиб борилади.

Бундай усул билан чўл озуқабоп ўсимликлар уруғларни экишда белгиланган уруғ экиш меъёрини таъминлашнинг имконияти йўқ. Уруғлар енгил ва қанотчалари ҳисобига улар экиш қаторидан, чеккага учиб кетади. Натижада уруғлар дала майдони бўйлаб, нотекис ва сифатсиз экилади. Қимматбаҳо уруғларнинг сарфи ошиб кетади. Чўл озуқабоп ўсимликлар уруғларини қишда совуқ, чанг, ёмғирли ва қорли кунларда экилишини инobatга олсак, бу ҳолат уруғ сепувчининг соғлиғига жиддий таъсир кўрсатади. Шулар қаторида, айтиш жоизки, чўл майдонлар нотекис, уруғ сепувчининг осма плуг устида ўтирган жойи жуда хафли. Бу ҳолат ёмон оқибатларга олиб келиши мумкин. Шунингдек, чўл озуқабоп ўсимликлар уруғларини уруғ етиштириш хўжалиқларида экишнинг мавжуд ҳолати ҳам замонавий талабларга жавоб бермайди.

Уруғларни қўл кучи ёрдамида сепиб экилишининг асосий сабабларидан бири, сочилмайдиган озуқабоп ўсимликлар уруғларининг физик-механик хоссаларининг бошқа қишлоқ хўжалиги экинлари сочилувчан уруғлари физик механик хоссаларидан кескин фарқланишидир: уруғлар енгил; 1000 дона уруғнинг оғирлиги 3–4 граммдан ортмайди; улар сочилмайдиган, механик таъсирдан осонгина шикастланадиган; уруғларнинг юзаси силлиқ эмас ва қанотчаларга эга; тозаллиги паст (30–35%). Шулар билан бирга уруғларни тозалаш муаммолари ҳам ечилмаган. Уларни тозалаш учун махсус уруғ тозалаш машиналари мавжуд эмас. Қўл кучи ёрдамида уруғларни тозалашда, уларга доимий механик таъсир этилиши ҳисобига, уруғларнинг эзилиб синиши ортади. Натижада уруғларнинг биологик унвучлиги камаяди. Бундан ташқари, чўл худудларда уруғларни тозалаш учун меҳнат ресурсларнинг етишмаслиги ва сарф-харажатларнинг юқорилиги ҳисобига, одатда уруғлар тозаланмасдан уруғлик аралашма ҳолатида экилади.

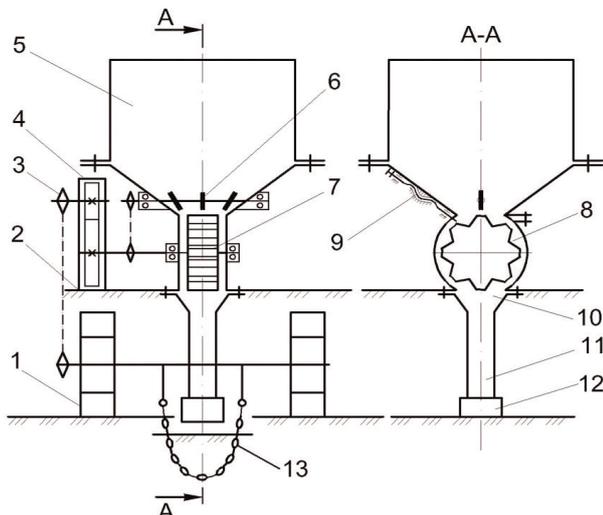
Кўриб чиқилаётган муммонинг ҳозирги ҳолатининг таҳлили. Сочилмайдиган озуқабоп ўсимликлар уруғларини дон сеялкалар ёки улар учун ясалган экспериментал экиш аппаратлари билан экишда, уруғлар бункернинг ичида тикилиб, зичланиб, уюмланиб қолади. Бункернинг ичида, зичланиб қолган уруғлар уюмларини тўзатиш ва уларни бункернинг уруғ тушириш ойнасига қадар етказиш мақсадида турли конструкциядаги сурувчи ва узаттирувчи (роторли, куракчали, шнекли ва бошқ) ишчи қисмлар таклиф қилинган [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Тажриба синовлари жараёнида аниқланишича, экиш аппаратларида ўрнатилган бундай конструкциялардаги ишчи қисмларининг камчилиги, кенг энли бункернинг ичида, енгил ва осон шикастланувчан уруғларни судраб, узаттириши ҳисобига уларга доимий механик таъсир қилинади. Шулар билан

бирга бундай ишчи қисмларнинг уруғларни ҳаракатлантириш доирасининг кичиклиги сабабли, уруғларнинг маълум бир қисмигина уруғ тушириш ойнасигача етказилади ҳолос. Қолган қисм уруғлар бункер ичида қолади ва уруғларни бункердан тушириб экиш жараёни тўхтайди.

Сочилмайдиган чўл озукабоп ўсимликларидан саксовул ва черкез уруғларини экишни механазациялаш учун, муаллиф уларни қаторлаб экадиган универсал экиш аппаратига эга инновацион сеялка ва бункер ҳам яратди. Бункернинг уруғларни тушириш ойнасининг юқори қисмида уюм ҳолатидаги уруғларни эичланиб, эзилиб синишини олдини олиш мақсадида, уларни биологик унувчалигини камайтирмасдан тўзитаиб, бойитиб бир хил ва барқарор тушириш жараёнини таминлайдиган ҳамда уруғлар билан қисқа вақтда ўзаро таъсирда бўладиган кичик ўлчамлардаги уруғтўзитгич ва меъёрлаш новларига эга ажратгич барабани ўрнатилган [12, 13, 14, 15, 16, 17].

Муаммонинг қўйилиши ва ечиш усули. Қумоқ тупроқли чўл майдонларда сочилмайдиган саксовул, черкез ва шуларга ўхшаш бошқа уруғларини механазациялашган ҳолда экиш учун муаллиф сеялка ишлаб чиқди. Тавсия қилинган сеялка тракторга тиркалади ёки осма ҳолатда ўрнатилиб ишлатилади. Универсал экиш аппаратига эга инновацион сеяланинг технологик иш жараёни, қуйида расмда келтирилган (3-расм).

МТЗ-80.10 русумли трактор ва ПЛН-3-35 плугдан иборат машина-трактор агрегати (МТА) инновацион сеялка тиркалади. МТА таркибида инновацион сеялка универсал экиш аппаратининг технологик иш жараёни қуйидагича



3-расм. Универсал экиш аппаратида эга инновацион сеяланинг конструкцияси ва технологик иш жараёнининг схемаси

бажарилади. Иш бошланишидан олдин бункер (5) уруғ билан тўлдирилади. МТА дала бўйлаб ҳаракатланиши билан сеяланинг ғилдираклари (1) занжирли узатма (3) ёрдамида айланма ҳаракатни редукторга (4) узатади. Редуктор (4) ўз навбатида айланма ҳаракатни бункернинг (5) ичида ўрнатилган уруғтўзитгич (6) ва ажратгич барабанини (7) айлантиради. Уруғ тўзитгич (6) ёрдамида бир хил ва барқарор тўзитаиб бойитилган уруғлар, бункер (5) ажратгич барабанининг (7) уруғ меъёрлаш новларига (8) туширилади. Ажратгич барабани (7) меъёрлаш новларининг (8) юқори қисмида ортиб қолган уруғлар, уруғ чеклагич (9) ёрдамида чекланади ва улар кетма-кет келаётган меъёрлаш новларини (8) янада тўлдириб боради. Ажратгич барабанининг (7) айланishi ҳисобига, меъёрлаш новларидаги (8) уруғлар, уруғйўналтиригичга (10) уруғтўказгичга

(11) ва экигичга (12) туширилиб МТА нинг плуг корауси ҳосил қилинган жўякга экилади ва улар занжирли (13) кўмгичлар билан кўмилади. Уруғларни жўякга экишдан мақсад, қиш ёгингарчиликларида йиғилган намлик унда узоқ муддатгача сақланади. Намлик, баҳорда уруғларни гуркураб кўп сонли бўлиб униб чиқишини таъминлайди.

Уруғларнинг белгиланган экиш меъёри, инновацион сеялка экиш аппаратининг рамасида (2) ўрнатилган редуктор (4) ёрдамида, уруғтўзитгич (6) ва ажратгич барабанининг (7) керакли айланishiлар сонни танлаш йўли билан амалга оширилади. Шунингдек универсал экиш аппаратининг бункери (5) пастки иккинчи қисмини ўгрилган трапеция шаклида ва унинг деворларини уруғ тўзитгичга (6) нисбатан сирпаниш бурчагини уруғларнинг металл юзаси бўйича табиий сирпаниш бурчагидан катта бурчақда, ясаилиши ҳисобига, бункернинг (5) иккинчи қисми пасткида, уруғларни уюмлашиб, эичланиб синмасдан, биологик унувчанлиги камаймаган ҳолда, бир хил ва барқарор уруғтўзитгичга (6) ва ажратгич барабанининг новларига (7) сирпаниб туширилишини таъминлайди. Экиш аппаратининг универсаллиги шундаки, унинг бункери (5) ичида ўрнатилган ажратгич барабани меъёрлаш новларининг асосланган ҳажми, турли ўлчамдаги майда, сочилмайдиган чўл озукабоп ўсимликлар уруғларини меъёрлайди.

Натижалар таҳлили ва мусоллар. Универсал экиш аппаратида эга инновацион сеяланинг дала экспериментлари, 2020 йил февраль ойида, Бухоро шаҳрининг атрофида ташкил этилаётган “Яшил қалқон” дастури доирасида, Бухоро вилоятининг Ромитан тумани давлат ўрмон хўжалигига қарашли чўл қумоқ тупроқли майдонларда, Қорақўлчилик ва чўл экологияси, Ўрмон хўжалиги илмий тадқиқот институтлари, Бухороқўл-яйлов ўсимликлари уруғчилиги илмий ишлаб чиқариш маркази, Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механазациялаш муҳандислари институти олимлари ҳамда Бухоро вилояти ўрмон хўжалиги бошқармаси ва Қоровулбозор давлат ўрмон хўжалигининг мутахассиларидан иборат экспертлар гуруҳи иштирокида ўтказилди. Дала экспериментлари стандарт услублар ва меъёрий ҳужжатлар асосида амалга оширилди [18, 19]. Эксперименталар мобайнида 76 гектар чўл қумоқ тупроқли майдонларида чўл озукабоп ўсимликларидан саксовул ва черкез уруғлари белгиланган меъёр саёз чуқурликда сифатли қилиб экилди.

Эксперименталарда инновацион сеялка универсал экиш аппаратининг уруғларни белгиланган меъёрда экиш сифати, қумоқ тупроқли майдонлар плуг билан ҳайдалиб, ҳосил қилинган жўякларнинг пастки қисмида уруғларни бир текис ва барқарор экилишини, қўл кучи билан сепилганга нисбатан таққослаш мақсадида ўтказилди. Бунда тавсия этилган инновацион сеяланинг самарадорлиги ва иш унумининг юқорилиги аниқланди.

Инновацион сеялка универсал экиш аппаратининг муҳим кўрсаткичларидан бири ундаги меъёрлаш новларига эга ажратгич барабанининг уруғларни белгиланган меъёрда экилишини таъминлаши ҳисобланади. Бу кўрсаткич экилган уруғларни униб чиқишига бевосита таъсир қиладди. Дала экспериментларида универсал экиш аппаратидан экигичга тушаётган уруғлар миқдорини аниқлаш учун ҳар 100 м масофада намуналар олинди. Тажириба 5 маротаба такрорланди. Экилаётган уруғларнинг миқдори “Бухоро чўл-яйлов озукабоп ўсимликлари уруғчилиги” илмий-ишлаб чиқариш маркази лабораториясида аниқланди. Синов давомида бир неча позицияда уруғ сарфи синаб кўрилди. Натижада 100 метр масофада уруғларни қаторлаб ва улар оралигини 3 м. дан қилиб экилганда, бир гектар майдонга

2 кг уруғ экилиши аниқланди. Саксовул уруғи 1000 донасининг оғирлиги ўртача 3 г эканлигини ҳисобга олсак, унда 2 кг биринчи классдаги уруғларда, уларнинг сони 2 млн. донани ташкил этади. Саксовул уруғини униб чиқиши 60–85% бўлганида ҳар бир гектарда 1200–1650 дона саксовул уруғи униб чиқади. Бу кўрсаткич саксовул уруғини экилишига қўйиладиган агротехника талабларини қаноатлантиради. Бундан ортиқ қалинликда экилган саксовул туплари яйловдаги бошқа ўсимликларнинг ўсиб ривожланишига салбий таъсир этиб, яйлов ҳосилдорлигини пасайтиради [20, 21]. Шунингдек, универсал экиш аппарати эга инновацион сеялканинг ўтказилган дала экспериментларида қуйидагилар ҳам аниқланди: иновацион сеялка нотекис рельефга эга чўл қумоқ тупроқли майдонларда манёврчан ва барқарор ҳаракатланди; иновацион сеялка саксовул ва черкез ўсимликлари уруғларини белгиланган меъёрга (уруғлик аралашмани 10–15 кг/га.) ва саёз (2 см. дан ортиқ бўлмаган) чуқурликда экилишини ҳамда уларнинг кўмилишини таъминлади; смена вақтида, экспериментал иновацион сеялка билан, тракторнинг 5,2–7,2 км/соат ҳаракатланиш тезликларида, 35–40 га қумоқ тупроқли чўл майдонларда уруғларини агротехника талабларда белгилангандек сифатли экилиши аниқланди; иновацион сеялка экиш аппаратининг универсаллиги алоҳида таъкидланди ва унинг билан бошқа шуларга ўхшаш чўгон, изен, куйровуқ, пахтабош, астрагал, қум акацияси, янтоқ каби чўл ўсимликлар уруғларини механизациялашган ҳолда



4-расм МТАга тиркалган универсал экиш аппарати эга инновацион сеялка билан саксовул ва черкез ўсимликлари уруғларини экиш жараёни

экиш мумкинлиги ҳам кўрсатиб ўтилди. Тавсия қилинган янги технология ва универсал экиш аппарати билан жиҳозланган инновацион сеялка, чўл озукабоб ўсимликлар уруғларини механизациялашган ҳолда экиш учун керакли миқдорда ишлаб чиқариш зарурлиги алоҳида кўрсатиб ўтилди. МТАга тиркалган ва универсал экиш аппарати эга инновацион сеялка билан саксовул ва черкез ўсимликлари уруғларини экиш технологик иш жараёнини бажарилиши кўрсатилган.

Хулосалар:

- ҳозирги кунга қадар саксовул ва черкез ўсимликлари уруғларини агротехник талабларда кўрсатилгандек экилган сеялка мавжуд эмас;
- сочилмайдиган уруғларини, жумладан, саксовул ва черкез уруғларини экишда уруғларини сеялканинг экиш аппарати бункерида тиқилиб, эзилиб, синишининг олдини оладиган ва уларни биологик унвчанлиги камаймаган ҳолда, дала майдони бўйлаб белгиланган меъёр ва саёз чуқурликда, бир хил ва барқарор экилишни таъминлайдиган технология ва универсал экиш аппарати эга инновацион сеялка яратилди. Қумоқ тупроқли чўл майдонларда сочилмайдиган саксовул, черкез ва шуларга ўхшаш бошқа уруғларини механизациялашган ҳолда экилган иновацион сеялка ишлаб чиқилди;
- тавсия этилган экспериментал иновацион сеялка, тракторнинг 5,2–7,2 км/соат ҳаракатланиш тезликларида, смена вақтида, 35–40 га қумоқ тупроқли чўл майдонларда уруғларини агротехника талабларда белгилангандек сифатли экилиши аниқланди;
- иновацион сеялка экиш аппарати универсал бўлиб, унинг билан бошқа шуларга ўхшаш чўгон, изен, куйровуқ, пахтабош, астрагал, қум акацияси, янтоқ каби чўл озукабоб ўсимликлар уруғларини механизациялашган ҳолда экиш мумкин;
- иновацион сеялка билан саксовул ва черкез ўсимликлари уруғлари экилганда қўл меҳнати ярмига камайиб, сифатли экиш ва ҳосилдорликни кескин оширишга шароит яратади. Бу эса яйлов ўсимликлари уруғчилигини ривожлантиришнинг асосий омилларидан бири бўлиб ҳисобланади.

№	Адабиётлар	References
1	Тошболтаев М.Т., Садыров А.Н., Тўлаганов Б.Қ., Фофурова Л.А., Набиева Г.М., Раббимов А. Чўл озукабоб ўсимликлари уруғларини етиштиришга оид тавсиялар. – Тошкент, 2016. – 21 б.	Toshboltaev M.N., Sadirov A.N. To'laganov B. Q., G'ofurova L.A., Nabiyeva G.M., Rabbimov A. <i>Chul ozukabob usimliklari urug'larini etishtirishga oid tavsiyalar</i> [Recommendations for growing seeds of desert edible plants]. Tashkent, 2016, 21 p. (in Uzbek)
2	Раббимов А., Бобоқулов Н.А., Муқимов Т. //Қорақўл ва Зомин туманларининг чўл ва ярим чўл яйловларини яхшилашга оид тавсиялар. – Тошкент, 2017. – Б. 10-23.	Rabbimov A., Boboqulov N.A., Muqimov T. <i>Korakul va Zomin tumanlarining chul va yarim chul yaylovlarini yaxshilashga oid tavsiyalar</i> [Recommendations for the improvement of desert and semi-desert pastures of Karakol and Zamin districts] Tashkent, 2017, Pp.10-23. (in Uzbek)
3	Хайновский Е.И. А. С. № 180886. СССР; МПК А 01 С. Лесная сеялка // Открытия Изобретения. – Москва, 1966. –№ 8.	Khaynovskiy E. I. A.S. №180886. SSSR; МПКА 01 С. <i>Lesnaya seyalka</i> [A.S.№180886.SSSR; МПКА01С. Forest seeder] Discoveries Inventions. Moscow. 1966. No 8. (in Russian)
4	Курзов П.К., Плащевский М.А., Винницкий С.Я., Кривошей М.Н., Пономаренко Н.Г., Комаристов В. Е., Андренко Г.П.. А. С. № 296498. СССР; МПКА 01 С. 7/08, А 01 С. 15/18 Сеялка для посева малосыпучих и несипучих материалов //Открытия Изобретения. Москва.1971.№ 9.	Kurzov P.K., Plashvskiy M.A., Vinnitskiy S.Y., Krivoshey M.H., Ponomarenko N.G., Andrenko G.P. A.S № 296498. SSSRP; МПК А 01 С. 7/08, А 01 С. 15/18. <i>Seyalka dlya vyseva malosypuchikh i nesypuchikh materialov</i> [A.S. № 296498. SSSRP; МПК А 01 С. 7/08, А 01 С. 15/18. Seeder for seeding low-flowing and non-flowing materials] Discoveries Inventions. Moscow.1971.№9. (in Russian)
5	Арсланов М.А. Конструктивные параметры высевальной части сеялки для посева несипучих семян трав ширококормным способом. Автореферат дис. канд. техн. наук. – Нальчик: 2007. – 23 с.	Arslanov M.A. <i>Konstruktivniye parametri visevayushey chasti seyalki dlya poseva nesipuchih semyan trav shirokoryadnim sposobom. Avtoreferat diss. kand. nauk</i> [Design parameters of the seeding part of the seeder for sowing non-loose grass seeds in a wide-row method]. Abstract dis. cand. tech. sciences.Nalchik: 2007. 23 p.(in Russian)
6	Эвиев В.А., Беляева Б.И., Очиров Н.Г. Технологии и технические средства для посева несипучих семян кормовых трав //В сборнике: Фундаментальные основы научно-технической и технологической модернизации АПК (ФОНТ и ТМ-АПК-13) - материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Москва, 2013. – С. 343-347	Eviev B.A., Belyev B.I., Ochirov N.G. <i>Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva dlya postva nesypuchih semyan kormovikh trav</i> [Technologies and technical means for sowing non-flowing seeds of forage grasses] //In the collection: Fundamentals of scientific, technical and technological modernization of the agro-industrial complex (FONT and TM-APK-13) materials of the All-Russian scientific and practical conference. Moscow. 2013. Pp 343-347. (in Russian)

7	Трухачев Е.Д., Малиев В.Х. Обоснование режима работы и конструктивных параметров высевающей части сеялки для посева несylучих семян кормовых растений. // Вестник АПК Ставрополя, 2013. – №2(10) – С.127-131.	Turkxachev E.D., Maliev V.Kh. <i>Obosnovaniye rekhimov raboti konstruktivnykh parametrov visevayushchey chasti seyalki dlya poseva nesyluchikh semyan kormovykh rasteniy</i> [Justification of the operating mode and design parameters of the seeding part of the seeder for sowing non-loose seeds of forage plants] Bulletin of the agro-industrial complex of Stavrapolye-2013. №2(10). Pp127-131. (in Russian)
8	Мусаев Т. Исследование и обоснование параметров высевающего аппарата для посева семян пустынных кормовых растений в каракулеводческих пастбищах Узбекистана. Автореферат дис. канд. техн. наук. – Ташкент, 1969. – 34 с.	Musaev T. <i>Issledovaniye i obosnovaniye parametrov vysevayushchego apparata dlya vyseva semyan pustynnykh kormovykh rasteniy v karakulevodcheskikh pastbishchakh Uzbekistana</i> [Research and substantiation of the parameters of the seeding apparatus for sowing seeds of desert fodder plants in astrakhan pastures in Uzbekistan] Abstract dis. cand. tech. sciences. Tashkent, 1969. 34 p. (in Russian)
9	Шаймарданов Б.П., Ибрагимов Д.А., Арипов А. О., Мирсаидов Р., Мамаджанов С. И. Сельскохозяйственные машины для улучшения аридных пастбищ. – Ташкент: Иктисодиёт, 2018. – С.33-58.	Shaymardonov B.P., Ibragimov D.A., Aripov A.O., Mirsaidov R., Mamadjanov S.I. <i>Sel'skokhozyaystvennyye mashiny dlya uluchsheniya aridnykh pastbishch</i> [Agricultural machines to improve arid pastures] Tashkent: Economics Publishing House, 2018.Pp 33-58. (in Russian)
10	Адуов М.Д., Нукушева С.А., Каспакоев Е.Ж. Обоснование конструктивных параметров машин для посева несylучих семян трав // Международный научный журнал механизация в сельском хозяйстве и экономия ресурсов, web issn 2603-3712; печать issn 2603-3704. YEAR LXV, ISSUE 2, Pp. 50-52 (2019).	Aduov M.D., Nukusheva S.A., Kaspakov E.J. <i>Obosnovaniye konstruktivnykh parametrov mashin dlya poseva nesyluchikh semyan trav</i> [Substantiation of the design parameters of machines for sowing non-dry grass seeds International scientific journal mechanization in agriculture and resource saving], web issn 2603-3712; printing issn 2603-3704. YEAR LXV, ISSUE 2, Pp. 50-52 (2019). (in Russian)
11	Астанакулов К.Д., Обидов Р., Хазиев С.А., Умирзаков З.А. Восстановление деградированных каракулеводческих пастбищ Узбекистана. // Техническое обеспечение сельскохозяйственного. – Ташкент, 2019.– №1 (1).– С.145-152.	Astanakulov K.D., Obidov R., Khaziev S.A., Umurzakov Z.A. <i>Vocstanovleniye degradirovannykh karakulevodcheskikh pastbishch Uzbekistana</i> [Restoration of degraded karakulovodsky pastures of Uzbekistan] Agricultural technical support, No. 1 (1), Tashkent. 2019, Pp.145-152. (in Russian)
12	Фармонов Э. Т., Корсун А. И., Горлова И. Г. Патент РУз № IAP 04515. Сеялка широкозахватная //Бюлл. 2009. – №7	Farmonov E.T., Korsun A.I., Gorlova I.G. Patent RUz № 04515. <i>Seyalka shirokozakhvatnaya</i> [Wide-grip seeder] Byull. 2009. No.7. (in Russian)
13	Фармонов Э.Т., Аликулов С., Фармонова Ф.Э. Чул озукабоп экинлари уруғларини экиш сеялкасини такомиллаштириш //Agrosanoat tarmoqlarida elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini osirish muammolari mavzusidagi halqaro ilmiq-amaliy anjuman materiallari, – Тошкент, 2018. 28 ноябрь, III-шўба, – Б. 39-43.	Farmonov E.T., Aliqulov S., Farmonova F.E. <i>Chul ozukabop ekinlari uruglarini ekish seyalkasini takomillashtirish</i> [Improving the sowing of seeds of desert forage crops] Proceedings of the international scientific-practical conference on the problems of increasing the efficiency of electricity in the agro-industrial sector, Tashkent, 2018, November 28, Part III, Pp.39-43. (in Uzbek)
14	Э.Т.Фармонов, А.Н.Садыров, Ф.Э. Фармонова Чул сеялкаси уруғ таксимлаш барабанининг асосий кўрсаткичларини аниқлаш // "Irrigatsiya va Melioratsiya" журналы. – Тошкент, 2018. – №4 (14). – Б. 86-89.	Farmonov E.T., Sadirov A.N. , Farmonova F.E. <i>Chul seyalkasi urug taksimlash barabaning asosiy kursatkichlarini aniklash</i> [Determination of the main parameters of the seed drum of the desert drill] Journal "Irrigatsiya va Melioratsiya". Tashkent, 2018, No4 (14) Pp.86-89 (in Uzbek)
15	E. Farmonov, A. Igamberdiev, A. Sadirov, F. Farmonova, Sh. Aynakulov Model for Determining the Parameters of the Distribution Drum of the Sowing Seeder Hopper of Seeds of Desert Fodder Plants // International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-4, November 2019 Pp 7648-7650.	E. Farmonov, A. Igamberdiev, A. Sadirov, F. Farmonova, Sh. Aynakulov Model for Determining the Parameters of the Distribution Drum of the Sowing Seeder Hopper of Seeds of Desert Fodder Plants International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-4, November 2019 Pp 7648-7650.
16	Farmonov Erkin, Sdirov Amir, Berdimuratov Parakhat, Tulaganov Bahtiyor, Mirnimatov Botir Improvement of Sowing Units to Strengthen the Feeding of Aridic Livestock Breeding // International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-4, November 2019 Pp 7651-7654	Farmonov Erkin, Sdirov Amir, Berdimuratov Parakhat, Tulaganov Bahtiyor, Mirnimatov Botir Improvement of Sowing Units to Strengthen the Feeding of Aridic Livestock Breeding. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-4, November 2019 Pp 7651-7654
17	Farmonov E., Abdilaev T., Ismoilova Z., Farmonova F. To the issue of mechanized sowing of seeds of desert fodder plants. //for taking part in the International Scientific Conference «Costuction Mashines, Hudraulics and Water Resources Engentring» (CONMECHYDRO-2020) held on April 23-25, 2020 in Tashkent, Uzbekistan Pp1-6	Farmonov E., Abdilaev T., Ismoilova Z., Farmonova F. To the issue of mechanized sowing of seeds of desert fodder plants. //for taking part in the International Scientific Conference «Costuction Mashines, Hudraulics and Water Resources Engentring» (CONMECHYDRO-2020) held on April 23-25, 2020 in Tashkent, Uzbekistan Pp1-6
18	РД. 10.4.3-91 «Испытания сельскохозяйственные техники. Машины посевные. Программа и методы испытаний». – Москва, 1991, – 57 с.	RD. 10.4.3-91 « <i>Ispytaniya sel'skokhozyaystvennyye tekhniki</i> [Agricultural machinery tests]. Machines for the settlement. Test programs and methods. Moscow, 1991, 57 p. (in Russian)
19	О`zRH63.06-2001«Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Программа и методы испытаний». – Ташкент, 2001. – 47 с.	O`z RH 63.06-2001 « <i>Ispytaniya sel'skokhozyaystvennyye tekhniki</i> [Agricultural machinery tests]. Machines for the settlement. Test programs and methods. Tashkent. 2001. 47 p. (in Russian)
20	Техникавий шартлар. Чул-яйлов ўсимлик навлари уруғлари, экиш сифатлари. – Самарқанд, 2014. – Б. 2-3.	<i>Tekhnikaviy shartlar</i> [Specifications]. Seeds of desert-pasture plant varieties, sowing qualities. Samarkand, 2014, Pp. 2-3 (in Uzbek)
21	Шамсутдинов З. Ш., Ибрагимов И.О. Долголетние пастбищные агрофитоценозы в аридной зоне Узбекистана. – Ташкент, 1983. – С. 79-81.	Shamsutdinov Z. Sh., Ibragimov I. O. <i>Dolgoletniye pastbishchnyye agrofittotsenozy v aridnoy zone Uzbekistana</i> [Long-term pasture agrophytocenoses in the arid zone of Uzbekistan]. Tashkent, 1983, Pp.79-81. (in Russian)

УДК: 631.312:633(575.1)

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СМЕННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КОМБИНИРОВАННОЙ МАШИНЫ

А.А. Ахметов - д.т.н, профессор

ООО «Конструкторско-технологический центр сельскохозяйственного машиностроения»

Л.Б. Муратов - докторант, Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Аннотация

В статье описаны конструкция и варианты комплектации сменными рабочими органами комбинированной машины для осуществления сплошной обработки почвы, для формирования гребней и гряд под посев повторных культур. Обоснованы параметры гребнеформовщика и фартука-выравнивателя этой машины. Рациональными значениями параметров гребнеформовщика являются: длина 600 мм, ширина входной кромки 680 мм, высота отвала 160 мм, длина боковой грани отвала 178 мм. Рациональными значениями рабочей длины и высоты фартука-выравнивателя являются 220 мм и 200 мм, а значение радиуса кривизны нижней части ее рабочей поверхности – 101,5 мм.

Ключевые слова: комбинированная машина, пассивный рабочий орган, бороздорез, ротор, фартук-выравниватель, гребень.

КОМБИНАЦИЯЛАШГАН МАШИНАНИНГ АЛМАШИНУВЧИ ИШЧИ ҚИСМЛАРИ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ АСОСЛАШ

А.А. Ахметов - т.ф.д. профессор, МЧЖ «Қишлоқ хўжалиги техникаларини лойиҳалаш технологик маркази»

Л.Б. Муратов - докторант, Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти

Аннотация

Мақолада тупроққа доимий ишлов бериш, такрорий экинларни экиш жараёнида қирралар ва тизмалар ҳосил қилиш учун алмашувчан ишчи қисмлари билан комбинациялашган машинанинг умумий конструкцияси ва вариантлари тасвирланган. Машинанинг қирра ҳосил қилувчи ва юза-кўрсаткичлари асосланди. Қирраловчи параметрларининг рационал қийматлари: узунлиги 600 мм, кириш қиррасининг кенлиги 680 мм, пичоқнинг баландлиги 160 мм, пичоқнинг ён юзининг узунлиги 178 мм. Юзали(фартук)-текислагичнинг ишчи узунлиги ва баландлигининг рационал қийматлари 220 мм ва 200 мм бўлиб, унинг ишчи юзаси пастки қисмининг эгрилик радиуси қиймати 101,5 мм. ни ташкил этади.

Таянч сўзлар: комбинациялашган машина, пассив ишчи қисм, эгат олувчи, ротор, юзали(фартук)-текислагич, тароқ.

JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF REPLACEABLE WORKING PARTS OF A COMBINED MACHINE

A.A. Akhmetov - d.t.s., professor, LLC "Design and Technology Center for Agricultural Engineering"

L.B. Muratov - doctorate, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

Abstract

In article are described the design and options for completing the replaceable working parts of the combined machine for continuous tillage which of the formation of ridges and ridges for sowing re-crops. The parameters of the ridge former and apron-leveler of this machine have been substantiated. The rational values of the parameters of the comb-former are: length 600 mm, width of the entrance edge 680 mm, height of the blade 160 mm, length of the side edge of the blade 178 mm. The rational values of the working length and height of the leveling apron are 220 mm and 200 mm, and the radius of curvature of the lower part of its working surface is 101.5 mm.

Key words: combined machine, passive working body, furrow cutter, rotor, apron-leveler, comb.

Введение. Традиционная технология подготовки почвы под посев повторных культур в Среднеазиатском регионе в подавляющем большинстве случаев для качественной разделки почвы включает в себя чизелевание, боронование и малование [1, 2]. Такое многократное воздействие на почву приводит к излишним затратам энергии и материально-технических ресурсов, а многократный проход машинно-тракторных агрегатов по полю приводит к переуплотнению пахотного слоя почвы [3, 4]. Между тем за счет применения комбинированных почвообрабатывающих машин подготовку почвы под посев повторных культур можно осуществить за один проход агрегата [5, 6].

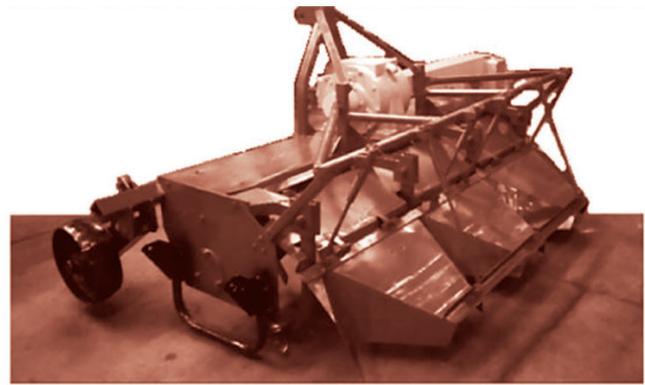
Методы и результаты. Учитывая вышеизложенное, в Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства (НИИМСХ) разрабатывается комбинированная машина [7, 8]. снабженная унифицированными

сменными рабочими органами (рис.1). Наличие в комплекте комбинированной машины сменных рабочих органов и возможность комплектации комбинированной машины различными сочетаниями этих рабочих органов позволяет провести как сплошную, так и грядковую или гребневую обработку почвы.

Комбинированная машина, снабженная унифицированными, сменными рабочими органами для сплошной, грядковой и гребневой обработки почвы состоит из рамы с навесным устройством, на которой установлены опорные колеса, центральный и боковой редукторы с промежуточным валом привода, ротор с кожухом и боковины с откидными подставками. Остальные рабочие органы такие, как пассивный рабочий орган, бороздорез, фартук-выравниватель, гребнеформовщик сменные и они устанавливаются в зависимости от выполняемой технологической операции.



(а), для сплошной



(б), для грядковой и гребневой

Рис.1. Комбинированная машина, снабженная унифицированными сменными рабочими органами.

В пассивных рабочих органах использованы стрельчатые лапы новой конструкции, у которых крылья выполнены с возвышенностями [9]. Поэтому у них угол крошения по всей длине крыла не одинаковый, как у обычных серийных рабочих органов, в начале и в конце, а также между возвышенностями будет одним, по вершине возвышенности – другим, по поверхностям этих возвышенностей будет третьим. Причем по продолжительности рабочей поверхности возвышенностей он, постоянно меняется, то растет, то уменьшается. В результате постоянно меняющегося угла крошения отрезанная лезвием почва до схода с поверхности крыла подвергается напряжениям сжатия и растяжения, постоянно деформируется, как в продольном, так и в поперечном сечении. Следовательно, по всей ширине захвата крыла почва будет испытывать различное напряженное состояние, вызывая эффект Баушингера сопровождающийся с интенсивным разрушением почвы [10,11]. Ротор комбинированной машины также имеет новую конструкцию, и он снабжен ножами с эквидистантной траекторией движения [12].

В первом варианте (рис.1, а), т.е. при настройке комбинированной машины на сплошную обработку почвы из унифицированных сменных рабочих органов используются только ротор, рыхлительная лапа, фартук-выравниватель и уплотнительный каток. В этом варианте комбинированная машина производит пассивными рабочими органами глубокое рыхление почвы на глубину 14-18 см, ротационную обработку поверхностного слоя почвы на глубину 8-10 см с последующим ее выравниванием фартуком-выравнивателем и уплотнением катком.

Во втором варианте (рис.1, б), т.е. при настройке комбинированной машины на обработку почвы с образованием гряд из унифицированных сменных рабочих органов используются только ротор и формовщик грядков. В этом варианте комбинированная машина производит ротационную обработку поверхности почвы на глубину 8-10 см с последующим формированием грядков.

В третьем варианте, т.е. при настройке комбинированной машины на обработку почвы с образованием гребней из унифицированных сменных рабочих органов используются ротор, бороздорез и формовщик гребней. В этом варианте комбинированная машина производит ротационную обработку поверхности почвы на глубину 8-10 см с последующим нарезкой борозд на глубину до 18 см с формированием гребней.

У этой машины во всех случаях обработки мелкокомковатая поверхностная разделка почвы производится ножевым ротором, тогда как остальные рабочие органы

комплекуются в зависимости от вида выполняемой комбинированной машиной технологической операции.

Анализ результатов и примеры. Основными рабочими органами комбинированной машины придающей обработанной почве поверхностный вид, т.е. в виде ровной поверхности или же в виде гребня или грядок является фартук-выравниватель или гребнеформовщик. Как показали априорные исследования, и предварительные эксперименты равномерность обработанной поверхности или же качество формирования гребней у этой машины во многом зависит от формы и параметров фартука-выравнивателя и гребнеформовщика.

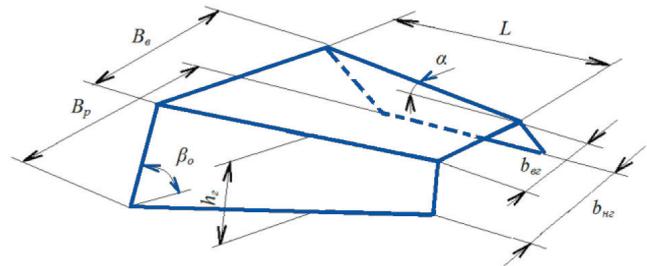


Рис.2. Основные параметры гребнеформовщика

Основными параметрами гребнеформовщика (рис.2) являются ширина входной и выходной кромки гребнеформовщика, угол установки боковых отвалов к направлению движения α и к горизонтальной плоскости β_0 , длина гребнеформовщика L , длина бокового отвала $L_{б}$.

При работе боковые отвалы гребнеформовщика, воздействуя на почву, производят деформацию почвы (рис.3). При этом частицы почвы перемещаются по боковому направлению вверх. Этому способствует сжимающая почву сила $P_{сж}$, образующаяся в результате действия силы P на почву. Если составляющая сила P силы трения F стремится увлечь почву вместе с отвалами по ходу движения, то нормальные силы N стремятся их сжимать под силой $P_{сж}$.

Оптимальный угол установки α боковых отвалов АВ и СD к направлению движения определяется из условия обеспечения свободного скольжения почвы по отвалам, т.е.

$$\alpha \leq \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}, \quad (1)$$

где: φ - максимальный угол трения почвы по металлу.

По данным многих авторов [13] угол трения почвы по металлу колеблется от 21 до 42°. Тогда принимая максимальное значение угла трения почвы равной 42° согласно (1) определив величину угла $\alpha \leq 23^\circ$, принимается ее значение $\alpha = 22^\circ$.

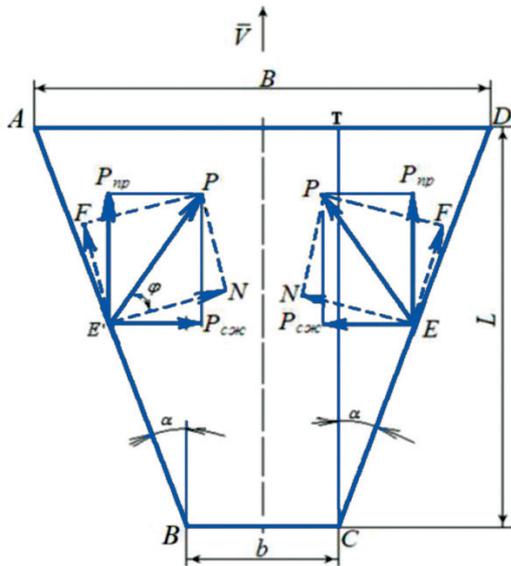


Рис.3. Схема к определению угла установки боковых отвалов к направлению движения

При $\alpha = 22^\circ$ происходит скольжение почвы по боковым отвалам гребнеформовщика и уплотнение почвы достаточное для образования устойчивого гребня.

Из рис. 4 видно

$$L_c = \frac{1}{2} (B_p - b_{nc}) \operatorname{ctg} \alpha \quad (2)$$

$$B_o = 2L_t \operatorname{tg} \alpha + b_{oc} \quad (3)$$

где: B_p - рабочая ширина захвата, м. Обычно для гребнеформовщика она равняется ширине основания гребня, т.е. 70 см [14]; b_{nc} - ширина основания выходной кромки гребнеформовщика, м. Согласно агротехническим требованиям в зависимости от возделываемой культуры она колеблется в пределах 200-300 мм; b_{oc} - ширина верхней части выходной кромки, м.

Подставив в (2) и (3) значения B_p , b_{nc} и α получим, что длина гребнеформовщика должна быть в пределах $L = 495,0-618,8$ мм. Принимаем ее значение с учетом конструктивных соображений $L = 600$ мм.

Далее определяя значение ширины верхней части выходной кромки равной $b = 220$ мм находим ширину входной кромки гребнеформовщика $B_o = 619,9-719,3$ мм, принимаем с учетом конструктивных соображении $B_o = 680$ мм.

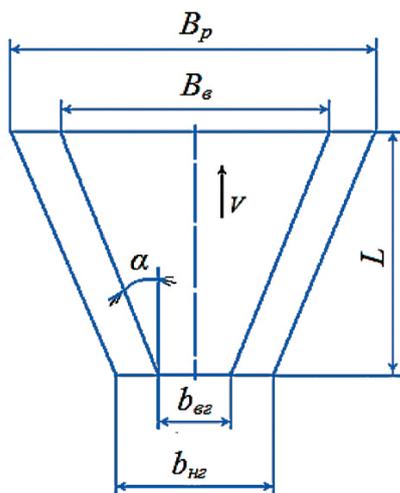


Рис. 4. Схема к определению длины гребнеформовщика

В результате изучения способа формирования площадки для работы рабочих органов посевных машин выявлено, что необходимо провести уплотнение боковой грани гребня с целью устранения его осыпания [15]. Для этого, согласно работе [16] необходимо было выполнить условие, чтобы угол наклона боковой грани гребня к плоскости поля (рис. 5) был не более:

$$\beta_{oc} \leq \beta_e + \varphi_n \quad (4)$$

где: φ_n - угол внутреннего трения почвы, градус;
 β_e - угол естественного откоса, градус.

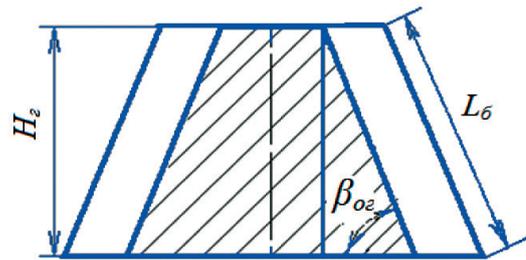


Рис.5. Схема к обоснованию угла установки боковых отвалов к горизонту

Угол наклона боковой грани гребня β_{oc} зависит от его уплотнения. Если угол естественного откоса почвы на боковой грани в зависимости от влажности колеблется от 32° до 41° , а с его уплотнением угол β_{oc} может быть увеличен до $42-45^\circ$ [17].

Исходя из этого, с целью устранения осыпания боковых граней гребня необходимо располагать боковые отвалы гребнеформовщика под углом $\beta_{oc} = 42-45^\circ$ к горизонтальной плоскости поля. Среднюю высоту отвала h принимаем равной минимально допустимой высоте гребня H_s , т.е. $h_s = 160$ мм.

При этих параметрах боковых отвалов гребнеформовщика на поле осуществляется формирование гребня высотой не менее 160 мм и плотностью $1,0-1,2$ г/см³, при котором длина боковой грани отвала гребнеформовщика будет $L_b = 178$ мм.

Как уже было сказано равномерность поверхности обработанной комбинированной машины во многом зависит от параметров фартука-выравнивателя, который работает совместно с кожухом ротора в режиме клапана, срабатывающего при избыточном объеме почвенной призмы волочения, образованной перед этим фартуком-выравнивателем и, тем самым, предотвращает сгуживание почвы и излишние энергзатраты.

Основными параметрами фартука-выравнивателя являются ее рабочая длины l_ϕ и высота h_ϕ , радиус кривизны нижней части рабочей поверхности r_s .

Числовые значения рабочей длины l_ϕ и высоты h_ϕ определяются из размеров призмы волочения, находящейся в динамическом равновесии [18]. При поступлении излишней порции почвы во время встречи ротора с бугорками либо с другими препятствиями, с целью предотвращения сгуживания почвы и повторного воздействия ротора на уже обработанную почву, излишняя часть обрабатываемого объема почвы должна быть вынесена из зоны воздействия ротора. Это может произойти только в том случае, когда излишняя часть объема призмы волочения пересыпается через верхнюю грань фартука-выравнивателя (рис.6), т.е. при условии:

$$h_\phi = h_{np}^{(M)} \quad (5)$$

где: $h_{np}^{(M)}$ - максимальное значение высоты призмы волочения, находящейся в динамическом равновесии, м.

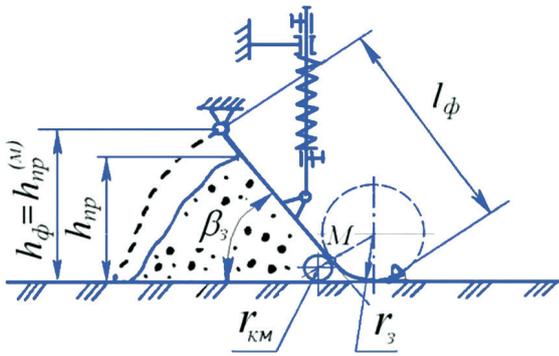


Рис.6. Расчетная схема для определения параметров фартука-выравнивателя

Согласно рис.6, это условие обеспечивается при:

$$l_{\phi} = \frac{h_{np}^{(M)}}{\sin \alpha_n}, \tag{6}$$

где: α_n - максимально допустимый угол наклона фартука-выравнивателя относительно горизонта, градус.

Исследованиями установлено, что с превышением высоты призмы волочения более 200 мм за счет попадания осыпающей части почвы на ротор происходит отброс почвы вперед по ходу движения машины. Следовательно, для устранения отброса почвы необходимо либо уменьшить высоту призмы волочения, либо увеличить расстояние между ротором и фартуком-выравнивателем. Однако в последнем случае увеличиваются габаритные размеры, следовательно, и масса машины, что также нежелательно.

Анализируя результаты исследования, можно отметить, что рациональным значением рабочей длины

фартука-выравнивателя, обеспечивающего нормальный технологический процесс работы ротационной почвообрабатывающей машины, является 205–220 мм.

В процессе работы перед фартуком-выравнивателем образуется почвенный валик. Он частично вдавливается вниз и частично перемещается по ходу движения фартука-выравнивателя. Объем той части, которая вдавливается вниз, зависит, главным образом, от радиуса кривизны r_3 нижней части рабочей поверхности фартука-выравнивателя, рациональное значение которой определяется из условия обеспечения во время защемления комков скольжение частиц почвы вниз, то есть:

$$\beta_3 < \varphi_c + \varphi_n \tag{7}$$

где: β_3 - угол защемления, градус.

Удовлетворение условия (7) для критического случая, соответствующего защемлению почвенных комков фартуком-выравнивателем происходит при:

$$r_3 \geq \frac{r_{KM} [1 + \cos(\varphi_c + \varphi_n)]}{1 - \cos(\varphi_c + \varphi_n)} \tag{8}$$

Анализ выражения (8) показывает, что в пределах допустимых исходных требований к размерам почвенных комков значение радиуса r_3 должно быть более 101,5 мм, в противном случае происходит сгруживание почвы и рост тягового сопротивления.

Выводы. На основе проведенных исследований установлено, что рациональными значениями параметров гребнеформовщика являются: длина 600 мм, ширина входной кромки 680 мм, высота отвала 160 мм, длина боковой грани отвала 178 мм. Рациональными значениями рабочей длины и высоты фартука-выравнивателя являются 220 мм и 200 мм, а значение радиуса кривизны нижней части ее рабочей поверхности - 101,5 мм.

№	Адабиётлар	References
1	Система машин и технологий для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 2011-2016 г. Ч. 1, растениеводство. – Ташкент: НПЦ при МСВХ РУз, 2012. – 199 с.	<i>Sistema mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii sel'skokhozyayst-vennogo proizvodstva na 2011-2016 gg. Ch.1, rasteniyevodstvo</i> [System of machines and technologies for complex mechanization of agricultural production for 2011-2016 Part 1, crop production.] NPTs pri MSVX RUz, 2012. Tashkent. 199 p. (in Russian)
2	Кондратюк В. П. "Обработка почвы под посев хлопчатника в Средней Азии" – Ташкент: Фан, 1972. – 287 с.	Kondratyuk V. P. "Obработка pochvy pod posev khlopchatnika v Sredney Azii" [Treatment of the soil for sowing of cotton in Central Asia] Tashkent: Fan, 1972. 287 p. (in Russian)
3	В.А.Николаев. "Изменение агрофизических свойств почвы в зависимости от уплотняющего воздействия колесных тракторов" Земледелие. – Ташкент, 2015. – №3. – С. 24-25.	V.A. Nikolaev, "Izmeneniye agrofizicheskikh svoystv pochvy v zavisimosti ot uplotnyayushchego vozdeystviya kolesnykh traktorov" [Changes in the agrophysical properties of the soil depending on the compaction effect of wheeled tractors] Zemledelie. 2015. Tashkent. No3. Pp. 24-25. (in Russian)
4	Christa Hofmann, "Wirkung mehrjährig pflugloser Bodenbearbeitung auf die N- Dynamik im Boden und den Ertrag von Zuckerruben" Zuckerindustrie. – Москва, 1996. – №8. – С. 616-622.	Christa Hofmann, "Wirkung mehrjährig pflugloser Bodenbearbeitung auf die N- Dynamik im Boden und den Ertrag von Zuckerruben" Zuckerindustrie. Moscow. 1996. No8. Pp. 616-622.
5	А.А. Зангиев, "Оптимизация энергонасыщенности трактора с учетом уплотняющего воздействия на почву" Техника в сельском хозяйстве. – Москва, 2000. – №2. – С. 12-14.	A.A. Zangiev, "Optimizatsiya energonasyshchennosti traktora s uchetom uplotnyayushchego vozdeystviya na pochvu" [Optimization of tractor energy saturation, taking into account the compaction effect on the soil] Texnika v selskom xozyaystve. Moscow. 2000. No2. Pp. 12-14. (in Russian)
6	Жук А.Ф. "Почвосберегающие агроприемы, технологии и комбинированные машины" – Москва: Росинформагротех, 2012. – 143 с.	Juk A.F. "Pochvosberegayushchiye agropriyemy, tekhnologii i kombinirovannyye mashiny" [Soil-saving agricultural practices, technologies and combined machines] Moscow: 2012. Rosinformagrotex, 143 p. (in Russian)
7	Жук А.Ф., Ревякин Е.Я. "Развитие машин для минимальной и нулевой обработки почвы" Научно-аналитический обзор. – Москва: ФГНУ Росинформагротех. – 156 с.	Juk A.F., Revyakin E.Ya. "Razvitiye mashin dlya minimal'noy i nulevoy obrabotki pochvy" [Development of machines for minimum and zero tillage] Nauchno-analitcheskiy obzor. Moscow: 2007. FGNU Rosinformagrotex, 156 p. (in Russian)

8	Ахметов А.А., Воинов С.Н., Рахимов А.Ш. “Результаты приемочного испытания комбинированной машины КМ-3,0 для предпосевной обработки почвы” Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини ишлаб чиқариш, сақлаш ва қайта ишлашнинг тежамкор технологиялари ва уларнинг инновацион ечимлари. Республика илмий ва илмий-техник анжумани материаллари. 1 қисм. – Фарғона: 20-21 апрель, 2017. ООО Express-Poligraf, 2017. – С. 287-289.	Axmetov A.A., Voinov S.N., Raximov A.Sh. “Rezultaty priyemochnogo ispytaniya kombinirovannoy mashiny KM-3,0 dlya predposevnoy obrabotki pochvy” [Results of the acceptance test of the combined KM-3.0 machine for pre-sowing tillage] Economical technologies of production, storage and processing of agricultural products and their innovative solutions. Materials of the Republican scientific and scientific-technical conference. Part 1. Fergana: April 20-21, 2017. ООО Express-Poligraf, 2017. Pp. 287-289. (in Russian)
9	Ахметов А.А., Муротов Л.Б. “Пассивный рабочий орган, работающий на принципе Баушингера” Международная научно-практическая конференция «Наука, образование и инновации для АПК: Состояние, проблемы и перспективы». 22-23 ноябрь. – Ташкент, 2019. II том. – С. 281-284.	Axmetov A.A., Murotov L.B “Passivnyy rabochiy organ, rabotayushchiy na printsipe Baushingera” [Passive working on, working on the principle of bausinger] Mejdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Nauka, obrazovanie i innovatsii dlya APK: Sostoyanie, problemi i perspektivi». 22-23 noyabr. Tashkent, 2019. II tom. Pp. 281-284. (in Russian)
10	И.М. Панов, “Выбор энергосберегающих способов обработки почвы” Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1990. №8. – С. 32-35.	I.M. Panov, “Vybor energosberegayushchikh sposobov obrabotki pochvy” Traktori i selskokhozyaystvennie mashini [The choice of energy-saving methods of soil treatment] 1990. No8. Pp.32-35. (in Russian)
11	А.А.Ахметов, Д.А.Ибрагимов, Л.Б.Муратов, “Повышение интенсивности воздействия пассивного рабочего органа на почву” Қишлоқ хўжалигида ресурс тежовчи инновацион технология ва техник воситаларни яратиш ҳамда улардан самарали фойдаланиш истиқболлари. 2019. – С. 97-100.	A.A.Axmetov, D.A.Ibragimov, L.B.Muratov, “Povysheniye intensivnosti vozdeystviya passivnogo rabocheho organa na pochvu” [Increasing the intensity of the impact of the passive working body on the soil] Prospects for the creation and effective use of resource-saving innovative technologies and technical means in agriculture 2019. Pp. 97-100. (in Russian)
12	А.А. Axmetov, “Comparative researches of varios rotors of rotary preseedling soil cultivation machine” Theoretical and Applied Sciences in the USA, proceedings of the 4th International scientific conference. pp. 12–15. 2015. iune 26. [Theoretical and Applied Sciences in the USA, proceedings of the 4th International scientific conference, 97 p. 2015].	A.A. Akhmetov, “Comparative researches of varios rotors of rotary preseedling soil cultivation machine” Theoretical and Applied Sciences in the USA, proceedings of the 4th International scientific conference. pp. 12–15. 2015. iune 26. [Theoretical and Applied Sciences in the USA, proceedings of the 4th International scientific conference, 97 p. 2015].
13	М.М. Муродов, П.У. Бахтин, И.Н. Николаева, “Тупроқ хоссаларини текшириш методлари”. – Тошкент: Мехнат, 1986. – Б. 67-74.	M.M. Murodov, P.U. Baxtin, I.N. Nikolaeva, “Tuproq, khossalarini tekshirish metodlari” [Methods of checking soil properties] Tashkent: Mekhnat, 1986. Pp. 67-74. (in Uzbek)
14	О.А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина. “Физико-механические параметры почвы при выращивании картофеля на грядах” Земледелие. 2018. – №5. – С.16–20.	O.A. Starovoytova, V. I. Starovoytov, A. A. Manoxina. “Fiziko-mekhanicheskiye parametry pochvy pri vyrashchivanii kartofelya na gryadakh” [Physical and mechanical parameters of the soil when growing cartofel on ridges] Zemledelie. 2018. No5. Pp. 16–20. (in Russian)
15	Kh.G. Abdulkhaev, “About field on implement for presowing cultivation of ridges” European Applied sciences. 2015. №6. – С.54-55.	Kh.G. Abdulkhaev, “About field on implement for presowing cultivation of ridges” European Applied sciences. 2015. No6. Pp.54-55.
16	М. Ахмеджанов, Т. Авазгурдиев, “Уплотнение валиков” Земледелие. 1982. №7. – С. 7-8.	M. Axmedjanov, T. Avazgurdiyev, “Uplotneniye valikov” Zemledelie. [Уплотнение валиков] Земледелие]. 1982. No7. Pp. 7-8. (in Russian)
17	А.А.Ахметов. “Повышение качество работы кожухов и фартуков-выравнивателей ротационных машин” Горный вестник. 2015. – №2 (61). – С. 92-95.	A.A.Axmetov. “Povysheniye kachestvo raboty kozhukhov i fartukov-vyravnivateley rotatsionnykh mashin” [Improving the quality of the work of the casings and aprons-levelers of rotary machines] Gorniy vestnik. №2 (No61). Pp.92-95. 2015. (in Russian)
18	Ахметов А.А., Хушвактов Б.В., Камбарова Д.У., Муратов Л. Б. “Обоснование формы и параметров фартука-выравнивателя” Инновацион технологиялар, 2020, Махсус сон. – С. 45-48.	Axmetov A.A., Xushvaktov B.V., Kambarova D.U., Muratov L.B. “Obosnovaniye formy i parametrov fartuka-vyravnivatelaya” [Justification of the shape and parameters of the equalizer apron] Innovative technologies. 2020, Maxsus son. Pp. 45-48. (in Russian)
19	Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – Москва: Колос, 1980.	Klenin N.I., Sakun V.A. Sel'skokhozyaystvennyye i meliorativnyye mashiny. [Agricultural and reclamation machines.]. Moscow: Kolos, 1980. (in Russian)
20	Ахметов А.А. Тенденции совершенствования конструкции хлопководческих предпосевных почвообрабатывающих машин-орудий. – Ташкент: Фан, 2017.	Axmetov A.A. Tendentsii sovershenstvovaniya konstruksii khlopkovodcheskikh predposevnykh pochvoobrabatyvayushchikh mashin-orudiy. [Trends in improving the design of cotton-growing pre-sowing tillage machines-tools] Tashkent: 2017. Fan. (in Russian)

УДК: 519.711.3:57.083.13

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ НЕПРЕРЫВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Ш.Р.Рахманов - к.т.н. доцент

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Аннотация

В статье проанализированы возможные критерии оптимальности в виде технико-экономических показателей процесса культивирования микроорганизмов, экстремум которых наилучшим образом отвечает задачам производства и отражает основные стороны функционирования объекта управления. Выполнен анализ возможных режимов культивирования микроводорослей. Обоснованы два алгоритма оптимизации. Первый основан на методе случайного поиска с абсолютным смещением алгоритма оптимизации процесса культивирования микроорганизмов при непрерывной регенерации потока в одном культиваторе. Второй, представляет собой алгоритм определения оптимального времени пребывания частиц хлореллы в многостадийных культиваторах, ориентированный на метод динамического программирования, реализованный при рекуррентном соотношении Веллмана. Разработанный алгоритм оперативного прогнозирования и автоматического управления процессом культивирования хлореллы позволяет при заданных производственных условиях и составе питательных веществ повысить производительность технологического оборудования и улучшить качество целевого продукта, а также заблаговременно предотвратить различные нежелательные, непредвиденные и аварийные производственные ситуации.

Ключевые слова: автоматизация, хлорелла, микроводоросли, математическая модель, критерий оптимальности, алгоритм.

МИКРООРГАНИЗМЛАРНИ ЎСТИРИШНИНГ УЗЛУКСИЗ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ АЛГОРИТМИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Ш.Р. Рахманов - т.ф.н., доцент

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти

Аннотация

Мақолада мумкин бўлган барча мақбуллик мезонлари микроорганизмларни етиштириш жараёнининг техник-иқтисодий кўрсаткичлари шаклида таҳлил қилинган, аниқланган экстремуми ишлаб чиқариш вазифаларига айнан мос келади ва бошқариш объекти фаолиятининг асосий жиҳатларини акс эттиради. Микросув ўтларини етиштиришнинг мумкин бўлган усулларини таҳлил қилиш амалга оширилди. Иккита оптималлаштириш алгоритми асосланган. Биринчиси, мутлақ силжиш билан тасодифий қидириш усулига, битта культиваторда оқимнинг узлуксиз янгиланиши билан микроорганизмларни етиштириш жараёнини оптималлаштириш алгоритмига асосланган. Иккинчиси - хлорелла зарраларининг кўп босқичли культиваторларда оптимал яшаш вақтини аниқлаш алгоритми, Веллманнинг такрорланиш муносабати билан амалга ошириладиган динамик дастурлаш услубига йўналтирилган. Хлорелла етиштириш жараёнини тезкор прогнозлаш ва автоматик бошқариш алгоритми ишлаб чиқариш шароитида ва озуқа моддаларининг таркибида технологик ускуналарнинг унумдорлигини оширишга ва мақсадли маҳсулот сифатини яхшилашга имкон беради, шунингдек, олдиндан турли хил ҳолатларнинг, қутилимаган ва фавқулудда ишлаб чиқариш вазиятларининг олдини олишга имкон беради.

Таянч сўзлар: автоматлаштириш, хлорелла, микроалгеялар, математик модели, мақбуллик мезонлари, алгоритм.

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR OPTIMIZATION OF CONTINUOUS TECHNOLOGICAL PROCESS OF CULTIVATION OF MICROORGANISMS

Sh.R. Rakhmanov - c.t.s., associate professor

Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

Abstract

In article the analysis of possible modes of microalgae cultivation has been carried out. Two optimization algorithms are substantiated. The first one is based on the method of random search with an absolute bias, an algorithm for optimizing the process of cultivating microorganisms with continuous regeneration of the flow in one cultivator. The second is an algorithm for determining the optimal residence time of chlorella particles in multistage cultivators, focused on the method of dynamic programming, implemented in Wellman's recurrence relation. The developed algorithm for operational forecasting and automatic control of the chlorella cultivation process allows, under given production conditions and the composition of nutrients, to increase the productivity of technological equipment and improve the quality of the target product, as well as to prevent in advance various unforeseen and emergency production situations.

Key words: automation, chlorella, preparation process, mathematic model, cultivation, algorithm.

Введение. При реализации задач управления технологическими процессами, нахождения оптимальных управляющих воздействий и создания алгоритмов управления, реализующих оптимально режимы технологических процессов, необходимо представить критерий оптимальности в виде функции цели, экстремум которой наилучшим образом отвечает предназначению данного объекта и выраженной в виде соответствующих технико-экономических показателей. Критерий оптимальности должен представлять собой интегральный показатель, отражающий основные стороны деятельности производства. В качестве такого критерия для типовых микробиологических производств чаще всего принимают прибыль — как наиболее обобщенный показатель, отражающий практически все аспекты деятельности предприятия. Микробиологические процессы характеризуются режимом работы, при котором сложная биохимическая реакция и явления массообмена сопровождаются интенсивным потреблением различных питательных веществ и одноклеточным ростом и размножением культуры или же образованием целевого продукта. При этом, как показал анализ результатов моделирования, содержание питательных веществ постоянно уменьшается и уменьшается скорость роста, хотя на начальной стадии значение этих показателей интенсивно возрастает [1, 2, 3, 4].

Попытка оптимизировать процесс по соответствующим критериям, в каждый момент времени приводит к форсированному падению скорости роста культуры. В результате работа ферментера оказывается далека от оптимальных режимов. Поэтому при оптимизации необходимо выбрать такой режим и желаемую траекторию скорости роста (в зависимости от режима венил микробиологического процесса хемостата или трубостата), которые обеспечивали бы оптимальное значение целевой функции и одновременно удовлетворяли бы ограничениям накладываемым на режим работы культиваторов, описываемых системой уравнений (1) [5, 6, 7].

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx_i}{dt} = \frac{V}{V_i}(x_{i-1} - x_i) + \mu_i x_i \\ \frac{dSp_{ij}}{dt} = \frac{V}{V_i}(Sp_{i-1,j} - Sp_{i,j}) - \alpha_i \mu_i x_i \\ \frac{dSm_{ij}}{dt} = \frac{V}{V_i}(Sm_{i-1,j} - Sm_{i,j}) - \mu_i x_i \\ \mu_i = \mu_m \frac{S_{ij}}{K_{S_i} + S_{ij}} \exp \left[-\frac{(ph - \varphi_1)^2}{\sigma_1^2} - \frac{(T - \varphi_2)^2}{\sigma_2^2} - \frac{(l - \varphi_3)^2}{\sigma_3^2} \right] \\ \frac{dS_{ij}}{dt} = \frac{V}{V_i}(S_{i-1,j} - S_{ij}) - (\alpha \mu_i + m) x_i \end{array} \right. \quad (1)$$

Ввиду сложности и недостаточной изученности рассматриваемого класса процессов наилучший в определенном смысле технологический режим не может быть определен заранее, так как его выбор зависит от ряда факторов, информация о которых выявляется уже в ходе самого процесса. Для оптимизации объекта необходимо реализовать условия обеспечения наилучшего качества выходного продукта, соответствующего экономическим нормам и конкретным производственным условиям. Отмеченные обстоятельства приводят к тому, что свойства и качества выпускаемого целевого продукта изменяются в широких пределах. Поэтому необходимо решить сложную оптимизационную задачу, которая учитывала бы заданные значения входных и управляющих параметров [8, 9, 10].

Методы решения. Задача решается на основе математической модели с привлечением эффективных вычислительных методов и современных средств вы-

числительной техники. Объект управления описывается уравнением типа:

$$\frac{dx}{dt} = f_s(x_1, \dots, x_n, u_1, \dots, u_n, t). \quad (2)$$

Пусть задано начальное значение x^0 в момент времени $t = t_0$. Тогда каждому управлению $U \in V$ (U - некоторое множество, содержащее ограничение, вытекающее из условий технологического регламента, отвечает текущее состояние)

$$x = x(t, u, x^0, t_0).$$

где: S - некоторая поверхность в пространстве переменных t, x_1, \dots, x_n задаваемая уравнением:

$$S(t_1, x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$$

Задача оптимального управления состоит в таком выборе $U \in V$ чтобы в некоторый момент t , модель, описываемая системой уравнения (1), достигла поверхности S и при этом управление (U_1, \dots, U_n) и фазовые координаты $(x_1, \dots, x_n, u_1, \dots, u_n, t)$ удовлетворяли бы ограничениям:

$$F_i(x_1, \dots, x_n, u_1, \dots, u_n, t) \leq 0, \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (3)$$

Ограничения F_i могут быть функционалами.

Обратимся к процессу оптимизации культиватора на интервале времени $(0, T)$. Здесь T может быть переменной величиной или же заданным фиксированным моментом окончания процесса. В этом случае на управляющие функции наложены ограничения:

$$U(t) \in V, \quad 0 \leq t \leq T$$

где: V - заданное ограничение, соответствующее условиям технологического регламента.

При этом задача оптимизации заключается в определении допустимого вектора функции $u(t)$, которая доставляет экстремум условному критерию, описываемому функционалом вида:

$$I = \int_0^T Y(u, x) dt \quad (4)$$

Пусть в n -мерном пространстве движущаяся с постоянной скоростью точка равна следующей зависимости:

$$\frac{dx_s}{dt} = U_s.$$

$$\sum_{s=1}^n U_s = 1, \quad S = 1, 2, \dots, n$$

Предположим, что в начальный момент $t = t_0$ она находится в точке X не являющейся оптимальной для функции $f(X)$. Рассмотрим вопрос о том, при движении в каком направлении точки из X значения функции $f(X)$ возрастает (убывает) с наибольшей скоростью. Известно, что такое направление определяется градиентом функции $f(x)$, вычисленной в точке $X = \bar{X}$, т.е.:

$$\Delta f = \left\{ \frac{df}{dx_1} / x = \bar{x}_1, \dots, \frac{df}{dx_n} / x = \bar{x}_n \right\} \quad (5)$$

Действительно, если направление движения точки входящей из состояния X определить вектором $i = \{l_1, \dots, l_n\}$, то уравнение этого движения можно представить в виде:

$$x = x_s + l_s t; \quad s = 1, 2, \dots, n$$

$$t \geq 0$$

Скорость возрастания функции $f(x)$ вдоль луча из начальной точки X определяется формулой:

$$\frac{df}{dt} / t = 0 = \sum_{s=1}^n \frac{df(\bar{X})}{dx_s} l_s \quad (6)$$

Правая часть этого соотношения имеет наибольшее значение при:

$$l = \frac{\frac{df(\bar{X})}{dx_s}}{\sqrt{\sum_{s=1}^n \left(\frac{df(\bar{X})}{dx_s}\right)^2}} \quad (7)$$

Формула (7) дает выражение для компонента единичного вектора, направленного по градиенту функции $f(x)$. Функция $f(x)$ при движении из точки \bar{X} имеет наибольшую скорость убываний обратно направлению вектора (7).

Это свойство градиента $f(x)$ положено в основу метода численного отыскания значений управляющих параметров, при которых $f(x)$ имеет минимум. Этот метод дает хорошие результаты лишь при наибольшем числе входных параметров. Он эффективен также в сочетании с другими методами.

Основная идея метода заключается в случайном выборе направления движения на каждом шаге. При всем многообразии методов случайного поиска их объединяет применение случайного вектора Δx имеющего равную вероятность различного направления в последующем пространстве переменных. При формировании случайного вектора используются случайные числа [11,12].

Рассмотрим использованный алгоритм случайного поиска с абсолютным смещением [13,14].

Метод случайного поиска с абсолютным смещением применяется для многократного выполнения случайного шага до тех пор, пока это не приведет к успеху. Если $\Delta x^{(j)}$ - успешный шаг, то выбирается $\Delta x^{(j+1)} = -\Delta x^{(j)}$ и проверяется, успешен ли такой выбор? Если же $\Delta x^{(j)}$ привел к неудаче, то выбирается: $\Delta x^{(j+1)} = \Delta x^{(j)}$

Таким образом, используется стратегия абсолютного смещения в положительном и отрицательном направлениях. Блок-схема алгоритма вычисления j -го пробного шага по этой стратегии приведена на рис. 1.

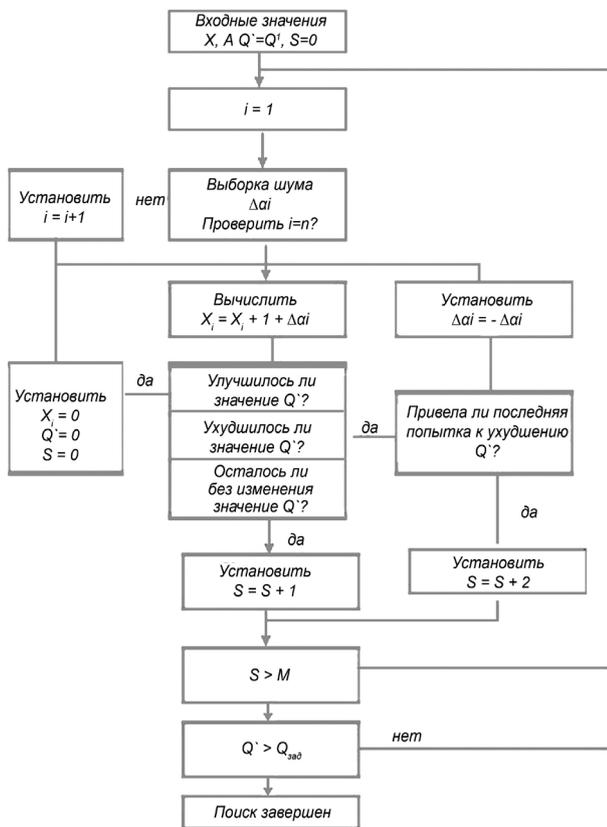


Рис.1. Блок-схема алгоритма случайного поиска

Задача оптимизации технологического процесса выращивания микроводорослей решалась на ЭВМ.

Анализ результатов и примеры. Задача оптимизации процесса культивирования хлореллы при непрерывной регенерации потока в одном культиваторе решена выше.

Однако зачастую процесс культивирования реализуется в нескольких последовательно соединенных каскадах культиваторов, где поток непрерывно протекает из одного культиватора в другой в многостадийном переключательном режиме. Для оптимизации таких многостадийных про-

цессов важно определить оптимальное время культивирования в отдельных культиваторах с тем, чтобы получить на выходе максимальную концентрацию хлореллы [15,16]

Для рассматриваемой задачи выбран критерий оптимальности вида:

$$R_1 = \sum_{i=1}^N x_i \quad (8)$$

где:

$$x_i = \frac{D_i - \mu_i}{D_i x_{i-1}}$$

μ_i - удельная скорость роста микроорганизмов в i -ом культиваторе;

X_i - концентрация микроорганизмов в i -ом культиваторе

Для случая $I = 1$ имеем:

$$X_1 = \frac{D_1 - \mu_1}{D_1 X_0} \quad (9)$$

$$Z = 0, \quad i = 1, 2, \dots, N-1; \quad Z_n = x^{(N)}$$

Пусть на управляющие переменные процесса D_i наложены ограничения:

$$D^{(n)} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{D_i}} \quad (10)$$

При переходе от стадии к стадии на первом этапе решения задачи методом динамического программирования размерность ее увеличивается на единицу за счет ограничения типа равенства (10) в области изменения $D^*(8, 9)$.

Чтобы снова вернуться к исходной разности, используется неопределенный множитель Лагранжа λ . Для оценки критерия оптимальности на каждой стадии формируются новые выражения:

$$Z^* = \lambda D_i; \quad r^* = \lambda * D_n + x^{(N)}$$

С введением неопределенного множителя Лагранжа исходный критерий видоизменяется:

$$R_i^* = x^{(n)} + \frac{\lambda}{\sum_{i=1}^n 1/D} = R_1 + \frac{\lambda}{\sum_{i=1}^n 1/D_i} \quad (11)$$

Максимальное значение критерия оптимальности в этом случае является функцией двух величин $X(0)$ и λ однако значение λ уже не связано с ограничением выбора управления на стадии. Поэтому от математической формулировки принципа оптимальности для последнего реактора многоступенчатого процесса зависит рекуррентное соотношение Веллмана:

$$f(x^{(N-1)}, \lambda) = D_n \max \left\{ \lambda D_n + \frac{D_i - \mu_i}{D_i x_{N-1}} \right\} \quad (12)$$

Изменение концентрации x_i в процессе непрерывного культивирования хлореллы описывается уравнением:

$$\frac{dx_i}{dt} = D_i(x_{i-1} - x_i) + \mu_i * x_i \quad (13)$$

Чтобы получить значения концентрации хлореллы (9) для случая стационарного режима, достаточно в этом уравнении (13) производные по времени положить равными нулю:

$$D_i(x_{i-1} - x_i) + \mu_i * x_i = 0 \quad (14)$$

Значение x_i из уравнения (14) и оптимальное значение D_n для последнего культиватора определяется из следующего условия:

$$\frac{\delta}{\delta D_n} \left\{ \lambda D_n + \frac{D_n - \mu_n}{D_n * x_{N-1}} \right\} \quad (15)$$

позволяющего получить уравнение:

$$\lambda + \frac{\mu_n}{D_n^2 * x_{N-1}} = 0$$

его решение такое:

$$D_n = \frac{\sqrt{\mu_n}}{\lambda * x_{N-1}} \quad (16)$$

Пользуясь соотношением (14), полученные значения подставляем в уравнение (12) и имеем:

$$f_1(x^{N-2}, \lambda) = D_{N-1} \max \quad (17)$$

$$\left\{ \lambda D_{N-1} + \lambda \sqrt{\frac{\alpha_N X_N}{\lambda X_{N-1}}} + x^{(N-1)} + \frac{\sqrt{\alpha_{N-1} X_{N-1} - \mu_N}}{\sqrt{\frac{\alpha_{N-1} X_{N-1}}{\lambda X_N X_{N-1}}}} \right\}$$

На основе уравнения (9) записываем рекуррентное соотношение Беллмана для (N-1) культиватора:

$$f_2(x^{(N-2)}, \lambda) = D_{N-1} \max \quad (18)$$

$$\left\{ \lambda D_{N-1} + \lambda \sqrt{\frac{\alpha_N}{\lambda X_{N-1}}} + x^{(N-1)} + \frac{\sqrt{\alpha_{N-1} X_{N-1} - \mu_N}}{\sqrt{\frac{\alpha_{N-1}}{\lambda X_N X_{N-1}}}} \right\}$$

При этом: $x^{(N-1)} = x^{(N-2)} + \frac{D_{N-1} - \alpha_{N-1}}{D_{N-1} X_{N-2}}$ (19)

Подставляя значение $x^{(N-1)}$ в уравнение (18), получим:

$$f_2(x^{(N-2)}, \lambda) = D_{N-1} \max \quad (20)$$

$$\left\{ \lambda D_{N-1} + \lambda \sqrt{\frac{\alpha_{N-1}}{\lambda X_{N-1}}} + x^{(N-2)} + \frac{D_{N-1} - \alpha_{N-1}}{D_{N-1} X_{N-2}} + \frac{\alpha_N X_N X_{N-1}}{\sqrt{\frac{\alpha_{N-1} X_{N-1}}{\lambda}}} \right\}$$

Аналогично находим D_{N-1} и $f_2(x^{(N-2)}, \lambda)$ из условия (15):

$$D_{N-1} = \sqrt{\frac{\alpha_{N-1} X_{N-1}}{\lambda}} \quad (21)$$

$$f_2(x^{(N-2)}, \lambda) = \lambda \sqrt{\frac{\alpha_N X_N}{\lambda}} + x^{(N-2)} + \frac{\alpha_N X_N X_{N-1}}{\sqrt{\frac{\alpha_{N-1} X_{N-1}}{\lambda}}} + \frac{\alpha_N X_N}{\sqrt{\frac{\alpha_N X_N}{\lambda}}} \quad (22)$$

Для (N-2) – ого культиватора точно также можно вывести следующие уравнения:

$$D_{N-2} = \sqrt{\frac{\alpha_{N-2} X_{N-2}}{\lambda}} \quad (23)$$

$$f_3(x^{(N-3)}, \lambda) = \lambda \sqrt{\frac{\alpha_{N-2} X_{N-2}}{\lambda}} + \lambda \sqrt{\frac{\alpha_{N-2} X_{N-2}}{\lambda}} + \lambda \sqrt{\frac{\alpha_N X_N}{\lambda}} + x^{(N-3)} + \frac{\alpha_N X_N X_{N-2}}{\sqrt{\frac{\alpha_{N-2} X_{N-2}}{\lambda}}} + \frac{\alpha_N X_N X_{N-1}}{\sqrt{\frac{\alpha_{N-1} X_{N-1}}{\lambda}}} + \frac{\alpha_N X_N}{\sqrt{\frac{\alpha_N X_N}{\lambda}}} \quad (24)$$

Из уравнений (16), (23), а также с учетом выражений (17), (22), и (24) для произвольного i -ого реактора выводятся следующие формулы:

$$D_i = \sqrt{\frac{\alpha_i X_i}{\lambda}} \quad (25)$$

$$f_{N-i+1}(x^{(i-1)}, \lambda) = \lambda \sum_{j=0}^{N-i} \sqrt{\frac{\alpha_{N-j} X_{N-j}}{\lambda}} + x^{(i-1)} + \sum_{j=0}^{N-j} \frac{\alpha_{N-j} X_{N-j}}{\sqrt{\frac{\alpha_{N-j} X_{N-j}}{\lambda}}} \quad (26)$$

Пользуясь уравнениями (25) и (26) для первого реактора каскада при $i=1$ получаем:

$$D_i = \sqrt{\frac{\alpha_i X_i}{\lambda}} \quad (27)$$

$$f_N(x^{(0)}, \lambda) = \lambda \sum_{j=0}^{N-i} \sqrt{\frac{\alpha_{N-j} X_{N-j}}{\lambda}} + x^{(0)} + \sum_{j=0}^{N-j} \frac{\alpha_{N-j} X_{N-j}}{\sqrt{\frac{\alpha_{N-j} X_{N-j}}{\lambda}}}$$

На этом первый этап решения оптимизационной задачи методом динамического программирования заканчивается, а дальнейший ход решения состоит в отыскании оптимальных значений D_i , которые в данном случае могут быть найдены как функции неопределенного множителя Лагранжа λ . Подставляя значения (27) в уравнение (9) для $i=1$ получаем:

$$x_1 = \frac{D_1 - \mu_1}{\lambda_1 x_0} = \frac{\sqrt{\mu_1 / \lambda x_1} - \mu_1}{\sqrt{\mu_1 / \lambda x_1} x_0}$$

По формуле (25) рассчитывается оптимальное значение для случая $i=2$

$$D_2 = \sqrt{\frac{\mu_2}{\lambda x_1}}$$

Подставляя найденные как функции величины D_i из выражения (25) в условие (10), определяем значения λ . В этом случае уравнение принимает вид

$$\lambda_i = \lambda^{(N)} N$$

Из этого выражения следует, что для N последовательно соединенных культиваторов общее время пребывания $T=1/\lambda^N$ должно распределяться одинаково по всем культиваторам, если в отдельности они имеют одинаковый объем. При $\mu=const$ имеем также $x=const$. Следовательно, для выявления времени пребывания частиц культивируемой массы в каждом культиваторе необходимо выполнить расчет на ЭВМ.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что максимальное значение концентрации хлореллы X на выходе из последнего культиватора можно выразить в виде (11), если иметь ввиду, что максимальное значение R^* отражается соотношением (28).

$$f_N(x^{(0)}, \lambda) = \lambda \sum_{j=0}^{N-i} \sqrt{\frac{\alpha_{N-j} X_{N-j}}{\lambda}} + x^{(0)} + \sum_{j=0}^{N-j} \frac{\alpha_{N-j} X_{N-j}}{\sqrt{\frac{\alpha_{N-j} X_{N-j}}{\lambda}}} \quad (28)$$

$$D^{(N)} = \frac{1}{\sum_{j=0}^N \frac{1}{D_i}} = \frac{1}{\sum_{j=0}^N \frac{1}{\sqrt{\frac{\mu_i}{\lambda x_i}}}}$$

$$\lambda = \frac{1}{(D^{(N)} \sum_{j=0}^N \frac{1}{\sqrt{\frac{\mu_i}{\lambda x_i}}})^2}$$

Найденные значения λ подставляем в уравнение (25) и получается скорость разбавления для произвольного i -ого культиватора в виде:

$$D_i = D^{(N)} \sqrt{\alpha_i * x_i} \left(\sum_{j=0}^N \sqrt{\frac{x_j}{\mu_j}} \right) \quad (29)$$

При $\mu_i=const$ и $x_i=const$ уравнение (29) принимает следующий вид:

$$D_i = D^{(N)} * N \quad (30)$$

или

$$D_i = \frac{1}{T}, \quad i = \overline{1, N}$$

Выводы. Разработанный алгоритм прогнозирования и управления процессом культивирования хлореллы позволяет при заданных производственных условиях и составе питательных веществ повысить производительность и качество целевого продукта, а также заблаговременно предотвращать различные непредвиденные и аварийные производственные ситуации. На базе разработанных моделей и алгоритмов предложена функционально-алгоритмическая структура системы управления процессом культивирования хлореллы, ориентированной на решение следующих задач: сбор и первичная обработка информации, прогнозирование хода технологического процесса, оптимизация режимных параметров и управление ходом технологического процесса.

№	Литература	References
1	Кирьяненко В.С. Проблемы автоматизации микробиологического эксперимента. Управляемый микробный синтез, – Рига: Зинатне, 1973. – С. 5-24.	Kirichenko V. S. <i>Problemi avtomatizatsii mikrobiologicheskogo eksperimenta. Upravlyаемый mikrobniiy sintez</i> [Problems of automation of microbiological experiment. Controlled microbial synthesis], Riga: zinatne, 1973, Pp. 5-24.(in Russian)
2	Музаффаров А.М., Таубаев Т.Т. Хлорелла. – Ташкент: «Фанат», 1974. – 130 с.	Muzaffarov a.m., Taubaev T. T. <i>Xlorella</i> [Chlorella], "Fanat", Tashkent, 1974, 130 p. (in Russian)

3	Музаффаров А.М. Выращивание водорослей и высших водных растений в Узбекистане. – Ташкент: Фан, 1972, – 146 с.	Muzaffarov A. M. <i>Virashivanie vodorosley i vysshikh vodnykh rasteniy v Uzbekistane</i> [The Cultivation of algae and higher aquatic plants in Uzbekistan], Tashkent, Fan, 1972, 146 p. (in Russian)
4	Зудин Д.В., Кантера В.Н., Угодчиков Г.А., Автоматизации биотехнологических исследований. – Москва: "Высшая школа", 1987.	Zudin D.V., Kantera V.N., Ugodchikov G.A., <i>Avtomatizatsii biotekhnologicheskikh issledovaniy</i> [Automation of biotechnological research]. Moscow "Higher School", 1987. (in Russian)
5	Ш.Р. Рахмонов, Ш.Р. Убайдуллаева Математическое моделирование технологического процесса культивирования хлореллы // Журнал «Irrigatsiya va Melioratsiya». – Ташкент, 2019. Спец.выпуск. – С.132–134.	Sh.R. Rakhmonov, Sh.R. Ubaydullaeva <i>Matematicheskoye modelirovaniye tekhnologicheskogo protsesssa kul'tivirovaniya khlorely</i> [Mathematical modeling of the technological process of chlorella cultivation]. Journal "Irrigation and Melioration". Tashkent. Special issue, 2019, Pp.132-134. (in Russian)
6	Перт С.Д. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. Перевод Санг. (Под ред. Н.Л. Роботневой). – Москва. "Мир", 1978. – 332 с.	Perth S.D. <i>Osnovy kul'tivirovaniya mikroorganizmov i kletok</i> [Fundamentals of the cultivation of microorganisms and cells]. Translation by Sang. (Edited by N.L. Robotneva). Moscow. "Mir" 1978. 332 p. (in Russian)
7	Sh.Rakhmonov, A.M.Nematov, N.Sh. Azizova, D.A.Abdullayeva and E.E.Tukhtaev. Mathematical modeling of the hydrodynamic structure of flows in the apparatus for cultivating Chlorella. Parametric identification of a mathematical model. ICECAE Deceber 2020 IOP Conference series Earth and Enviromental Science. 6/4:012152 doi:10.1088/1755-1315/614/1/012152	Sh.Rakhmonov, A.M.Nematov, N.Sh. Azizova, D.A.Abdullayeva and E.E.Tukhtaev. Mathematical modeling of the hydrodynamic structure of flows in the apparatus for cultivating Chlorella. Parametric identification of a mathematical model. ICECAE Deceber 2020 IOP Conference series Earth and Enviromental Science. 6/4:012152 doi:10.1088/1755-1315/614/1/012152
8	Бондарь А.Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов. – Киев, Высшая школа, 1973. – 279 с.	Bondar A. G. <i>Matematicheskoe modelirovanie khimiko-tekhnologicheskikh protsessov</i> [Mathematical modeling of chemical and technological processes]. Kiev, 1973. Higher school, 279 p. (in Russian)
9	Блохина И.Н., Огаркев В.Н., Угоджаков Г.А. Управление процессами культивирования микроорганизмов. Горький Волго-Вятское кн. Издательство, 1983. – 173 с.	Blokhina I.N., Ogarkev V.N., Ugodgakov G.A. <i>Upravleniya protsessami kul'tivirovaniya mikroorganizmov</i> [Controlling the processes of cultivation of microorganisms]. Gorky Volgo-Vyatka book. Publishers, 1983. 173 p. (in Russian)
10	Рахманов Ш. Абдуганиев А. Реализация моделей и алгоритмов в задачах управления процессом культивирования хлореллы // Журнал «Агро илм». – Ташкент, 2020, – №2 (65). – С. 118-119, ISSN - 2091-5616	Rakhmonov sh. Abduganiev A. <i>Realizatsiya modeley i algoritmov v zadachakh upravleniya protsessom kul'tivirovaniya khlorely</i> [Implementation of models and algorithms in problems of controlling the process of Chlorella cultivation]. Journal Agro ILM, Tashkent, 2020, No.2 (65), Pp. 118-119, ISSN-2091-5616. (in Russian)
11	Р.Т. Газиева, А.М. Нигматов, Э.О. Озодов Минимизация схем управления с помощью логических элементов // Журнал «Irrigatsiya va Melioratsiya». – Ташкент, 2020. – №1(19). – С. 64–66.	R.T. Gazieva, A.M. Nigmatov, E.O. Ozodov. <i>Minimizatsiya skhem upravleniya s pomoshch'yu logicheskikh elementov</i> [Minimizing control circuits using logic gates]. Journal "Irrigation and Melioration". Tashkent. 2020. Pp. 64-66. (in Russian)
12	Ш.Р. Убайдуллаева, Ш.Р. Рахмонов Кечикишга эга автоматик бошқариш тизимларнинг шарҳи «Irrigatsiya va Melioratsiya» журнаги. Тошкент. Махсус сон, 2019, – Б.115–117.	Sh.R. Ubaydullaeva, Sh.R. Raxmonov. <i>Kechikishga ega avtomatik boshkarish tizimlarning sharhi</i> [Review of automatic control systems with delay]. Journal "Irrigation and Melioration". Tashkent. Special issue, 2019, Pp.115-117. (in Uzbek)
13	Бекмуратов Т.Ф., Камилов М.М., Рахимов Т.Н. Идентификация химико-технологических объектов. – Ташкент: Фан, 1970. – 183 с.	Bekmuratov T. F., Camel M. M., Rakhimov T. N. <i>Identifikatsiya khimiko-tekhnologicheskikh ob'ektov</i> [Identification of chemical and technological objects]. Tashkent: Fan. 1970. 183 p. (in Russian)
14	Бирюков В.Б., Кантере В.М. Оптимизация периодических микробиологического синтеза: – Москва: Наука, 1985. – 296 с.	Biryukov V. B., Kanter V. M. <i>Optimizatsiya periodicheskikh mikrobiologicheskogo sinteza</i> [Optimization of microbiological synthesis methods]. Moscow: Nauka. 1985. 296 p. (in Russian)
15	Васиьев М.Н., Амбросов В.А., Складнев А.А. Моделирование процессов микробиологического синтеза. – Москва: «Лесная промышленность», 1975. – 341 с.	Vasiyev M.N., Ambrosov V.A., Skladnev A.A. <i>Modelirovaniye protsessov mikrobiologicheskogo sinteza</i> [Modeling the processes of microbiological synthesis]. Moscow "Timber Industry" 1975. 341 p. (in Russian)
16	Рахманов Ш. Методы решения оптимального управления культивируемых микроводорослей // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги журнаги. – Ташкент, Махсус сон. 2019, – С. 24-25.	Rakhmonov Sh. <i>Metody resheniya optimalnogo upravleniya kul'tivirovannykh mikrovodorosley</i> [Solution methods of optimal management of cultivated microalgae] Journal Agriculture of Uzbekistan]. Tashkent. Special edition. 2019, Pp.24-25. (in Russian)
17	Ахметов К.А., Исмаилов М.А. Математическое моделирование и управление технологическими процессами биохимического производства. – Ташкент: «Фан», 1986. – 96 с.	Akhmetov K.A., Ismailov M.A. <i>Matematicheskoe modelirovanie i upravlenie tekhnologicheskimi protsessami biokhimicheskogo proizvodstva</i> [Mathematical modeling and control of technological processes of biochemical production]. Tashkent, "Fan", 1986, 96 p.(in Russian)
18	Упитис В.В. Макро- и микроэлементы в оптимизации минерального питания микроводорослей. – Рига: Изд-во Зинатне. – 296 с.	Uptis V.V. <i>Makro- i mikroelementi v optimizatsii mineral'nogo pitaniya mikrovodorosley</i> [Makro - and micronutrients in the optimization of mineral nutrition of microalgae]. Riga, Publishing house Sinlge, 296 p.(in Russian)
19	Романовский О.М., Степанова Н.В., Чернявский Д.С. Математическая биофизика, Наука, 1978. – 304 с.	Romanovsky O. M., Stepanova N. V., Chernyavsky D. S. <i>Matematicheskaya biofizika</i> [Mathematical Biophysics], Nauka, 1978, 304 p. (in Russian)
20	Sh.Rakhmonov, A. Abduganiev, D. Abdullayeva, N. Azizova, A.Albaraliev and E.Kamalov. Automatic control system for the technological process of Chlorella cultivation. IOP Conf. series: Materials science and Engineering 883 (2020) 012086. doi: 10.1088/1757-899x/883(1)012086	Sh.Rakhmonov, A. Abduganiev, D. Abdullayeva, N. Azizova, A.Albaraliev and E.Kamalov. Automatic control system for the technological process of Chlorella cultivation. IOP Conf. series: Materials science and Engineering 883 (2020) 012086. doi: 10.1088/1757-899x/883(1)012086

UDC: 338.1

COVID-19 IMPACT TO FAMILY FOOD CONSUMPTION AND INCOME IN UZBEKISTAN: RESULTS OF AN ONLINE SURVEY

Kh. Pardaev - PhD student, Tashkent State University of Economics

Sh.Hasanov - D.Sc., director, S.Mamasoliev - researcher, Samarkand branch of Tashkent State Agrarian University

Sh.Muratov - PhD, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

R.Kalandarov, U.Nurullaev - researcher, Samarkand branch of Tashkent State Agrarian University

Abstract

This article aims to study the impact of the pandemic on food consumption by families in Uzbekistan. The shock of the pandemic is threatening the well-being of families in Uzbekistan, as in all developing countries. The study focuses on the effects of changes in food prices, declining consumption, and changes in household incomes. The Instrumental regression model was used in the factor impact analysis. Data for analysis were collected online by messenger groups from families in urban and rural areas of Uzbekistan. Results of the Econometric analysis demonstrated that the decline in food consumption in households was assessed by a decrease in income, a growth in total expenditures, and debt factors. The declining food supply in rural areas did not have a significant impact on consumption, but this figure was higher in urban regions.

Key words: COVID-19, family borrow, food consumption, income

ЎЗБЕКИСТОН ОИЛАЛАРИДА ОЗИҚ-ОВҚАТ МАҲСУЛОТЛАРИ ИСТЕЪМОЛИ ВА ДАРОМАДИГА COVID-19 НИНГ ТАЪСИРИ: ОНЛАЙН СЎРОВНОМА НАТИЖАЛАРИ

Х.Пардаев - докторант, Тошкент давлат иқтисодиёт университети

Ш.Ҳасанов - и.ф.д., директор, С.Мамасолиев - илмий ходим

Тошкент давлат аграр университети Самарқанд филиали

Ш.Муратов - докторант

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти

Р.Қаландаров-илмий ходим, У.Нуруллаев - илмий ходим, Тошкент давлат аграр университети Самарқанд филиали

Аннотация

Ушбу мақола пандемиянинг Ўзбекистондаги оилалар озиқ-овқат маҳсулотларини истеъмол қилишига таъсирини ўрганишга қаратилган. Пандемиянинг салбий таъсири барча ривожланаётган мамлакатлар сингари Ўзбекистондаги оилалар фаровонлигига таҳдид солмоқда. Мақолада озиқ-овқат маҳсулотлари нархларининг ўзгариши, истеъмолнинг пасайиши ва уй хўжаликлари даромадларининг ўзгаришига омиллар таъсири тадқиқ қилинган. Омиллар таъсирини таҳлил қилишда Инструментал регрессия модели ишлатилган. Таҳлил қилиш учун маълумотлар онлайн равишда Ўзбекистоннинг шаҳар ва қишлоқларидаги оила бошлиқларидан ижтимоий тармоқлар орқали олинди. Эконометрик таҳлил натижалари шуни кўрсатдики, уй хўжаликларида озиқ-овқат истеъмолининг пасайиши даромадларнинг пасайиши, умумий харажатларнинг ўсиши ва қарз омиллари билан баҳоланди. Қишлоқ жойларида озиқ-овқат таъминотининг пасайиши истеъмолга сезиларли таъсир кўрсатмаган, аммо бу кўрсаткич шаҳар ҳудудларида юқори бўлган.

Таянч сўзлар: COVID-19, оилавий қарз, озиқ-овқат истеъмоли, даромад.

ВЛИЯНИЕ COVID-19 НА ПОТРЕБЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ И ДОХОД СЕМЕЙ В УЗБЕКИСТАНЕ: РЕЗУЛЬТАТЫ ОНЛАЙН-ОПРОСА

Х. Пардаев - докторант, Ташкентский государственный экономический университет

Ш.Гасанов - д.т.н., директор, С. Мамасолиев - научный сотрудник

Самаркандский филиал, Ташкентский государственный аграрной университет

Ш.Муратов - докторант, Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Р. Каландаров - научный сотрудник, У.Нуруллаев - научный сотрудник

Самаркандский филиал Ташкентского государственного аграрного университета

Аннотация

Эта статья направлена на изучение влияния пандемии, на потребление продуктов питания в семьях Узбекистана. Как и во всех развивающихся странах, шок от пандемии угрожает благополучию семей в Узбекистане. Основное внимание в исследовании, уделяется влиянию изменений цен на продукты питания, снижения потребления и изменений доходов домохозяйств. При факторном анализе воздействия использовалась модель инструментальной регрессии. Данные для анализа были собраны онлайн группами в мессенджерах, по данным полученным от семей из городских и сельских районов Узбекистана. Результаты эконометрического анализа показали, что снижение потребления продуктов питания в домохозяйствах оценивалось по снижению доходов, росту общих расходов и долговым факторам. Уменьшение предложения продуктов питания в сельской местности не оказало значительного влияния на потребление, но этот показатель был выше в городских районах.

Key words: COVID-19, семейные займы, потребление продуктов питания, доход.



Introduction. COVID-19 pandemic ripple is affecting to the almost each of sectors in all countries in the world. Especially, staple food supply chain sector and monetary policy of developing countries have lost its stability (ADB, 2020). Lockdown policies are leading families to food insecurity and malnutrition in the countries (FAO, 2020). At the same time, during this period, the purchasing power parity of food products in these countries has decreased (Wyplosz, 2020), food prices have risen (Food Security Information Network, 2020), employers have cut jobs and unemployment has increased for many temporary workers (Acs and Karpman, 2020).

Like all developing countries, since the outbreak of the COVID-19 pandemic in Uzbekistan (March, 2020), the family food supply system has been disrupted and all sectors have been suspended due to lockdown policies, and incomes have declined (OECD, 2020). The government is taking a number of measures to mitigate the effects of the COVID-19 pandemic with the financial support of a number of international organizations and local funds.

This study aims to pearn the impact of the COVID-19 pandemic in Uzbekistan on family incomes and their food consumption. Section 2 provides a brief literature review on the role of social protection and families` state to access for food consumption in blunting shocks. Section 3 presents the lockdown policies in Uzbekistan. Section 4 describes the conducted key data and methodology employed. Section 5 presents results with a focus on family food consumption and borrowing. Section 6 summarizes and concludes, marking the starring role of social protection and measures to wellbeing family food consumption.

Pandemic shocks and its consequences. The shocks of the COVID-19 pandemic have caused great losses not only for the economies of developing countries, but also for households. (Diao & Mahrt, 2020; FAO, 2020a). Due to the pandemic lockdown introduced to prevent the spread of the disease, the sharp increase in demand for food and medicines in the initial stage, stationery, education, business agreements and other communication converge to remote - virtual implementation, unemployment rate increased, amount of remittance decreased and other such similar shocks increased sharply. The unbalance in the economy has increased. In low-income families and those with low levels of education (mainly those working part-time and seasonal jobs), the risk of food insecurity has increased due to low incomes. (Arndt et al., 2020; Siman et al., 2020). Besides that, as Béné, (2020) points out, in low and middle income countries, two generalized problems, namely structural issues and shocks and stressors, have led to the physical and economic disruption of the food supply chain for families. As a result, the level of shock to food security in these countries has increased, and the price gap in urban and rural areas has widened. As a result, there are socio-economic risks associated with the negative consequences of the pandemic. Studies have shown that pandemic shocks have reduced food purchases due to reduced household incomes. (Arndt et al., 2020; Qian & Fan, 2020; Barker & Russell, 2020). At the same time, the level of indebtedness has increased in most vulnerable families (Crossley et al., 2020). Unemployment has risen due to rising unemployment in the seasonal and temporary workforce, resulting in an increase in criminal activity and anti-social behaviour (Ejiogu et al., 2020). This means that if the pandemic continues for a long time period, it will be difficult to stop or eliminate anti-social behaviour. (FAO, 2020a).

Another important sector related to food supply is international trade. International trade is the most important

component that ensures the balance of food supply of countries (Udmale et al., 2020a), therefore, a decrease in supply will lead to a rise in prices and a reduction in consumption due to increased trade restrictions in import-dependent countries (Udmale et al., 2020b) and such countries automatic links to the external economic shocks (Hickey & Unwin, 2020). Pandemic shocks test humanity's readiness for various adverse events in the future, as well as urge them to take precautionary measures in the future.

Lockdown policy in Uzbekistan. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated January 29, 2020 No F-5537 "On the establishment of the Republican Special Commission to prepare a program of measures to prevent the entry and spread of a new type of coronavirus in the Republic of Uzbekistan", measures to prevent the entry and spread of coronavirus in the Republic of Uzbekistan have been prepared since the early detection of COVID-19 infection in China. Despite strict control measures, the infection entered the territory of the Republic of Uzbekistan in March 2020. The government quickly took drastic measures to prevent the spread of this dangerous infection. Since then, on March 24, 2020, the government has imposed a number of restrictions:

Regular flights between all countries of the world and the Republic of Uzbekistan, as well as passenger traffic have been suspended; Persons entering the territory of the country were quarantined for 14 days in a specially allocated medical institution or on the bases adapted for the organization of quarantine measures; Stopped the operation of entertainment facilities and all kinds of public events;

The state higher education institutions, general secondary, secondary special, out-of-school and pre-school educational institutions, as well as all non-governmental educational institutions have suspended the educational process and introduced an online education system.

In order to combat the spread of coronavirus infection and other macroeconomic stability in the face of other global threats, to ensure the uninterrupted operation of sectors and industries, to stimulate foreign economic activity, to provide effective social support and to prevent a sharp decline in incomes, Decree of the President of the Republic of Uzbekistan sets out to take initial measures to mitigate the negative impact of the coronavirus pandemic and the global crisis on the economy .

Data and methods. *Study design and data collection.*

In the context of the COVID-19 pandemic, cross-sectional data collection poses many challenges for all researchers. It is difficult to determine the impact of the pandemic consequences on social spheres, which has put all people on the planet is a tough 'lockdown' situation. Therefore, we tried to conduct an online survey on the impact of the COVID-19 pandemic on household food consumption in Uzbekistan. It was obtained anonymously and at random by the Survey Monkey online platform privacy policy (<https://www.surveymonkey.com/mp/legal/survey-research-privacy-notice/>).

The content and condition of the online survey as follows: the survey was designed to assess eight multidimensional lifestyle behaviours sections during the COVID-19 outbreak. The online survey questions were in the Uzbek language, and names and contact information were not received from respondents. Those who did not want to fill out the questionnaire voluntarily could stop at any stage. Only the data of the respondents who clicked the 'Yakunlash(complete)' submit button was collected automatically.

Survey tool. The survey consisted of 38 questions and sub-questions separated with demographic (12 questions),

property (7 questions), food consumption satisfaction (6 questions), physical expectation (1 question), family income and expenses changes (8 questions), social support (2 questions), free time activities and infected to COVID-19 (2 questions) multi-sections.

The first section focuses on the socio-demographic data of respondents. The questions were mainly related to education, living place, age, marital status, and the number of children, spent the time on children's care, type and field of working activity. The second property section focuses on that the householders produce agri-food products on their house yard and the time they spend on the farm management during the pandemic, as well as changes in income from that activity. The questions in the food consumption satisfaction section are regarded as changes in the amount and timing of food consumption in the family. In the family income and expenses changes section, the questions are designed to determine the family's income and expenses, the amount of their change, and the debts received. Other sections of the survey included questions about respondents' access to social assistance, weight changes, leisure activities, and exposure to the virus. The answers to the questions were marked in dummy, nominal, and ratio indicators.

The responses of the dependent and independent variables selected to study the impact of the COVID-19 pandemic on family food consumption were as follows. (Table 1). (1) The academic background of the respondents was mainly determined by 4 answer options. Because in Uzbekistan, secondary school education is compulsory and the following stages are defined as independently: Vocational college, High school, and Ph.D. (Ganiev et al., 2018). Respondents were asked to indicate their academic backgrounds in the first three and were left to enter them if they had another high level. (2) Respondents were divided into 3 age groups. At the same time, mainly young-aged people (young people - 18-30), middle-aged people (31-60), and the elderly (people of retirement age - over 61 years) were identified. This is because the main age boundaries are divided into the above groups for implementing family and home activities (Liu et al., 2016; Brajša-Žganec et al., 2011). (3) In the context of the pandemic, it is given three answer options to determine affect families' food consumption: the family food consumption was not affected; a decrease in purchases due to rising prices; and a decrease in consumption due to a decrease in product supply were identified as response options. According to scientists, the rise in food prices during the pandemic can be observed more in developing and importing countries (FAO, 2020d; IFPRI, 2020a; Akter, 2020), and there is a possibility of a shortage in staple food in stores or a decrease in food supply (IPES-Food, 2020; FAO, 2020f). (4) At a time when the panic of the pandemic is confusing people, the demand for high-protein foods would be particularly high (Arora & Mishra, 2020). According to Muscogiuri et al. (2020), it is advisable to consume well and eat more foods that contain serotonin, melatonin, minerals, antioxidants, and vitamins to prevent COVID-19 infection. People focus on better nutrition to strengthen the body and boost immunity. Given the above, the survey asked about the unchanged or decreased consumption of meat products. (5) Various factors can affect the change in the amount of food purchased in the family. In particular, the funds for the purchase, the decrease in the supply of products, high prices, and so on. According to the recommendations of Udmale et al., (2020) to the governments of developing countries on measures to mitigate the negative effects of the pandemic, attention should be paid to the

purchasing power of households. Therefore, to determine this situation in the survey, we offered respondents three different response options (No change, increased, and decreased). (6) The income of the population is one of the main factors influencing changes in the volume of consumer goods (Ren et al., 2019). Its increase will surge consumer spending (Siman et al., 2020). The survey looked at the impact of income on household food as a particular factor and suggested three possible responses. (7) Another factor is related to changes in family expenses. In order to determine its change and impact, respondents were also offered three different answer options. (8-9) The responses were dummy (1=yes, 0=no) in order to determine whether the family had sufficient income for food and borrowed money from other entities for family expenses. (10) Respondents were divided into two classes (married and unmarried) according to their marital status.

Data analysis. The data analysis was performed using Microsoft Excel 2010 and STATA version 15. Collected data by Survey Monkey online survey platform transferred to Microsoft Excel 2010 for editing, sorting, and coding. The prepared excel file data was then imported into STATA V.15 software. Descriptive statistics (frequencies, percentages, means, and standard deviation), some first-order and regression model were executed by STATA software. According to the dependent variable the instrumental variable (IV) regression was performed with a 95% confidence interval to determine significant associations between categorical dependent and independent variables. The food consumption change variable was taken as a dependent variable in the model. Outcome measures in this analysis are the impact to change family food consumption during the COVID-19 pandemic – no change, food prices have risen, so our purchases have decreased and shortage of food for purchases – from which we are going to see what relationships exist with a set of independent variables (income for food purchases, education, age, living place, protein intake, food purchase change, family overall income, family overall expenses, marital status and borrow). We select the 'No change' outcome measure of the dependent variable as a base. In the analysis, family income was identified as a basic independent variable. Family debt was taken as an external factor influencing changes in income.

Results. The online survey results show that of the total questions in the questionnaire, only those with high Pearson's correlation coefficient (Pearson's Product of Moments, or PPM) were analysed for econometric analysis and used as independent variables. Below are the responses of respondents in Table 1.

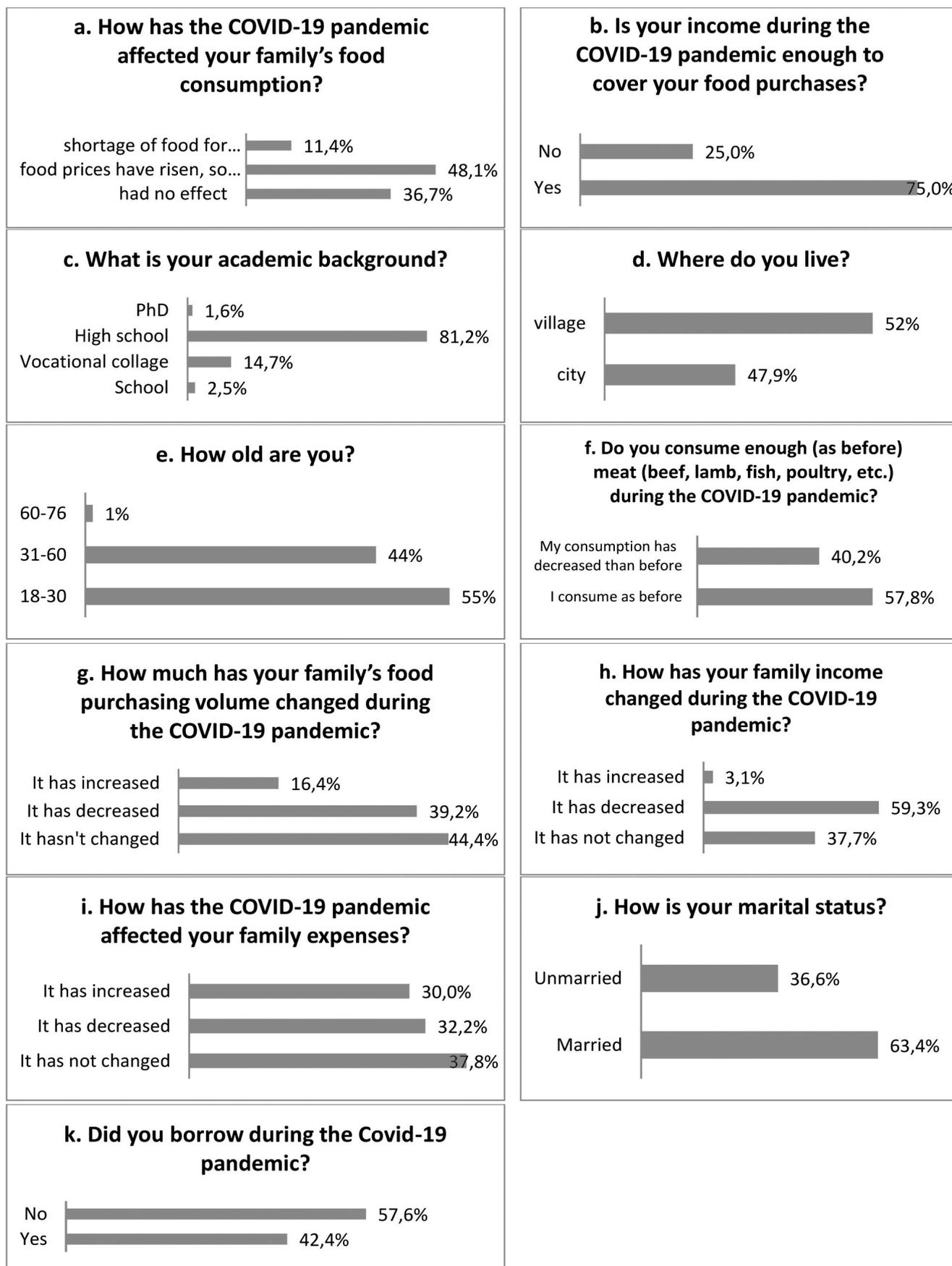
In order to determine the impact of the COVID-19 pandemic on changes in food consumption, 48,1% of respondents answered "food prices have risen, so our purchases have decreased". However, 36,7% of respondents said there was no change (a). Even though, in another question, 75% of respondents indicated that their income was sufficient for food consumption (b).

Academic background, living place and age groups of respondents were selected on the given demographic questions. According to their responses, 81,2% of respondents had higher education (c). At the same time, the majority of respondents, or 52%, live in rural areas (d). We studied the age of the respondents in three groups, as a result of which those aged 18-30 accounted for 55% of the respondents. Middle-aged people accounted for 44% of the total respondents (e).

57.8% of respondents reported no change in consumption of protein-rich products, but 40.2% of respondents reported a

Table 1

Respondents' answers for the questions on COVID-19 pandemic affects



decrease in protein intake. Another group of respondents left the question unanswered (f). Changes in household income affect changes in the amount of food consumption goods or purchases in the family. Three alternatives were identified in the analysis of how households were affected by food consumption during the Covid-19 pandemic. While 44.4% of respondents reported no change in food purchases, 39.2% of respondents reported a decrease in food consumption (g).

During the COVID-19 pandemic, the income of 59.3% of respondents decreased. Of these, the family income of 678 respondents decreased by an average of 40%. The decline in household incomes was influenced by quarantine restrictions imposed on production and some non-production

dependent variable. The main independent variable was "Income food purchases", and the instrument variable was "Borrow".

The results of the econometric analysis show that in Table 2, to family food consumption change income food purchases, education degrees, respondents living place, their age, protein consumption, food purchase change, family expenses and marital status variables are significantly impacted. A decrease in income food purchases among the population reduces family food consumption by 38,2%. The increase in protein consumption by one unit upgrade the family food consumption by 22,9% and the increase in food purchases proliferate by 12,7%.

Table 2

Instrumental variables regression model results on analyse of family income and food consumption change during COVID-19 in Uzbekistan

Family food consumption change (fcons)	Coef.	Std.Err.	z	P>z	[95%Conf.	Interval]
Income food purchases (infpurch)	-0.382	0.166	-2.290	0.022	-0.708	-0.055
Respondent education (educ)	0.071	0.040	1.760	0.078	-0.008	0.151
Respondent live place(place)	-0.082	0.041	-2.010	0.045	-0.163	-0.002
Respondent age (age)	-0.005	0.003	-1.970	0.049	-0.011	-0.000
Protein consume (pcons)	0.229	0.050	4.610	0.000	0.132	0.327
Food purchase change (fpurch)	0.127	0.031	4.090	0.000	0.066	0.189
Family income change (faminchange)	0.076	0.049	1.550	0.120	-0.020	0.172
Family expanses change (fexchange)	0.094	0.030	3.130	0.002	0.035	0.152
Marital status (ms)	0.128	0.052	2.450	0.014	0.026	0.231
Constant	0.477	0.210	2.280	0.023	0.066	0.888
Number of Observations	911					
Prob > F	0.0000					
Centered R2	0.1514					
Uncentered R2	0.6130					
Underidentification test (Anderson canon. corr. LM statistic):	80.927					
Chi-sq(1) P-val	0.0000					
Weak identification test (Cragg-Donald Wald F statistic):	87.841					
Sargan statistic (overidentification test of all instruments):	0.000					
(equation exactly identified)						
Instrumented: Income food purchases (infpurch)						
Included instruments: educ place age pcons fpurch faminchange fexchange ms						
Excluded instruments: borrow						

Source: Computed from an online survey data on COVID-19 impact to family income and food consumption in Uzbekistan.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

sectors in the private segment. However, the introduction of online service platforms in organizations in a pandemic environment has not affected the change in family income without affecting the wages of employees working in the field. In 32 of the respondents surveyed, family income increased by an average of 37%. During the Covid-19 pandemic, it was found that the performance of certain types of services (food and non-food products) in compliance with quarantine regulations had a positive effect on the stability or increase in incomes of workers (h). Changes in total family expenses were increased by 30% of respondents, while decreased by 32.2% of others (i). As the population loses jobs and income during the COVID-19 pandemic, they will be forced to borrow money to survive. On that case, the survey found that 42.4% of the total respondents were borrowed (k).

Using the data from the online survey, we conducted an econometric analysis to determine changes in family income and food consumption. In the regression analysis we used the Instrumental variables regression model. In the model, "Family food consumption change" was selected as the main

Discussion and conclusion. As observed in other developing countries, the lockdown policy measures in Uzbekistan have led to a reduction in household food consumption and a decrease in income. According to the respondents in the online survey, food prices have risen. One of the reasons for this is that in the early stages of the pandemic, due to pandemic shocks, the populations' demand for products for the quarantine period is increased. According to the above data, the majority of respondents had higher education. This means that the population of Uzbekistan with higher education actively participates in social events and online platforms. At the same time, in the population, young people are more active in social networks than adults.

Total household expenditures increased by one-third of respondents, while decreased by another one-third. The literature cited cases of cost savings in families that did not leave their homes and whose salaries were retained. In Uzbekistan, also, most families have saved some costs (eg, transportation, fuel, other consumer goods, etc.).

The analysis shows that the change of family food

consumption had a negative impact on the decline in income, that is, a decrease in household income per unit of income had a negative impact on consumption by 38%. During the pandemic, urban living reduced consumption by 8.2% and the older age of the family head by 0.5%. As the education rate increases, consumption increases by 7.1%, due to an increase in protein consumption by 22.9%, improved food

purchases by 12.7%, an increase in total expenditures by 9.4% and non-single families increased by 12.8%.

In conclusion, pandemic shocks reduce incomes and the ability to pay for consumer goods. Consumption problems in rural areas are lower than in urban areas. This is because the possibility of agricultural production and self-sufficiency of staple food exists in rural areas.

References

1. Acs, G., & Karpman, M. (2020). Employment, Income, and Unemployment Insurance during the COVID-19 Pandemic. 1–11.
2. ADB. (2020). NAVIGATING COVID-19 IN ASIA AND THE PACIFIC (Issue September).
3. Arndt, C., Davies, R., Gabriel, S., Harris, L., Makrelov, K., Robinson, S., Levy, S., Simbanegavi, W., van Seventer, D., & Anderson, L. (2020). Covid-19 lockdowns, income distribution, and food security: An analysis for South Africa. *Global Food Security*, 26(May), 100410. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100410>
4. Barker, M., & Russell, J. (2020). Feeding the food insecure in Britain: learning from the 2020 COVID-19 crisis. *Food Security*, 865–870. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01080-5>
5. Béné, C. (2020). Resilience of local food systems and links to food security – A review of some important concepts in the context of COVID-19 and other shocks. *Food Security*, 805–822. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01076-1>
6. Crossley, T. F., Fisher, P., & Low, H. (2020). The Heterogeneous and Regressive Consequences of COVID-19: Evidence from High Quality Panel Data. *Journal of Public Economics*, 193, 104334. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2020.104334>
7. Diao, X., & Maht, K. (2020). Assessing the impacts of COVID-19 on household incomes and poverty in Myanmar: A microsimulation approach (Vol. 2). *Intl Food Policy Res Inst.*
8. Ejiogu, A., Okechukwu, O., & Ejiogu, C. (2020). Nigerian budgetary response to the COVID-19 pandemic and its shrinking fiscal space: financial sustainability, employment, social inequality and business implications. *Journal of Public Budgeting, Accounting and Financial Management*, 32(5), 919–928. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-07-2020-0101>
9. FAO. (2020a). COVID-19 and indigenous peoples. In COVID-19 and indigenous peoples (Issue August). <https://doi.org/10.4060/ca9106en>
10. FAO. (2020b). COVID-19 and rural poverty (Issue April). <http://www.fao.org/publications/card/en/c/CA8824EN>
11. FAO. (2020c). Urban food systems and COVID-19: The role of cities and local governments in responding to the emergency (Issue April). <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca8600en>
12. Food Security Information Network. (2020). Global Report on Food Crises. *Fao.Org*, 1–202. <https://www.wfp.org/publications/2020-global-report-food-crises>
13. Hickey, G. M., & Unwin, N. (2020). Addressing the triple burden of malnutrition in the time of COVID-19 and climate change in Small Island Developing States: what role for improved local food production? *Food Security*, 831–835. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01066-3>
14. Kahiluoto, H. (2020). Food systems for resilient futures. *Food Security*, 853–857. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01070-7>
15. OECD. (2020). COVID-19 Crisis Response in Central Asia (Issue June). <https://doi.org/https://www.hSDL.org/?view&did=839729>
16. Qian, Y., & Fan, W. (2020). Who loses income during the COVID-19 outbreak? Evidence from China. *Research in Social Stratification and Mobility*, 68(June), 100522. <https://doi.org/10.1016/j.rssm.2020.100522>
17. Siman, S., Tawakal, M. A., Risamasu, P. I. M., & Kadir, R. (2020). Effect of household size, working hours, health and income on consumption expenditure of poor household. *Enfermería Clínica*, 30, 512–515.
18. Udmale, P., Pal, I., Szabo, S., Pramanik, M., & Large, A. (2020a). Global food security in the context of COVID-19: A scenario-based exploratory analysis. *Progress in Disaster Science*, xxxx, 100120. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2020.100120>
19. Udmale, P., Pal, I., Szabo, S., Pramanik, M., & Large, A. (2020b). Global food security in the context of COVID-19: A scenario-based exploratory analysis. *Progress in Disaster Science*, 100120. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2020.100120>
20. Wyplosz, C. (2020). 14 The good thing about coronavirus, book: Economics in the Time of COVID-19. www.cepr.org

УЎТ: 333

ЭКИНЛАР ДИВЕРСИФИКАЦИЯСИНING ҲОЛАТИ ВА УНИНГ ЭМПИРИК ТАҲЛИЛИ: ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ МИСОЛИДА

А.Э. Примов - докторант, Тошкент давлат аграр университети

Аннотация

Ушбу тадқиқот ишининг асосий мақсади Ўзбекистонда 2009–2017 йиллар давомида тўпланган панель маълумотлар ёрдамида фермер хўжаликлари ўртасида экинлар диверсификациясининг ҳолати ва даражасини эмпирик таҳлил қилиб аниқлашдан иборат. Бунда диверсификация индексини аниқлашда Симпсон диверсификация индекси моделидан фойдаланган ҳолда Стата-16 дастурий таъминотида амалга оширилди. Олинган натижаларга кўра энг юқори диверсификация кўрсаткичлари мос равишда Самарқанд, Фарғона ва Тошкент вилоятлари учун топилди ва мос равишда 0,74, 0,74 ва 0,76 кўрсаткичларни ташкил этди. Бундан шуни кўриш мумкинки, Тошкент вилоятидаги мавжуд фермер хўжаликлари мамлакатнинг бошқа ҳудудларига нисбатан кўпроқ диверсификациялашган экин турларидан фойдаланган. Ушбу вилоятларнинг ўртача диверсификация кўрсаткичи 0,66 ни ташкил этди. Бу шуни англатадики, ўрганилган ҳудудлардаги фермер хўжаликлари экин майдонлари юқори даражада диверсификациялашмаган. Экинларнинг хилма-хиллиги (диверсификация)ни ошириш фермер хўжаликларига турли хил нарх ва ишлаб чиқариш хавфларини бошқариш ҳамда деҳқон хўжаликлари учун озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашга ҳамда даромадларини янада ошириш имконини беради.

Таянч сўзлар: экинлар диверсификацияси, Симпсон индекси, эмпирик таҳлил, экинлар намуналари, панель маълумотлари.

СОСТОЯНИЕ ДИВЕРСИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ЕГО ЭМПИРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ: НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

А.Э. Примов – докторант, Ташкентский государственный аграрный университет

Аннотация

Основная цель данного исследования - определить статус и уровень диверсификации сельскохозяйственных культур среди хозяйств страны посредством эмпирического анализа с использованием панельных данных, собранных в 2009-2017 гг. При этом использовалось программное обеспечение Stata-16 с использованием модели индекса диверсификации Симпсона. Согласно результатам, самые высокие показатели диверсификации обнаружены в Самаркандской, Ферганской и Ташкентской областях соответственно и составили 0.74, 0.74 и 0.76 соответственно. Видно, что существующие хозяйства в Ташкентской области использовали более диверсифицированные культуры, чем в других регионах страны. Средний показатель диверсификации этих регионов составил 0.66. Это означает, что хозяйства в изучаемых районах недостаточно диверсифицированы. Повышение диверсификации сельскохозяйственных культур позволит фермам управлять различными ценовыми и производственными рисками, а также обеспечить продовольственную безопасность фермеров и дальнейшее увеличение их доходов.

Ключевые слова: Диверсификация сельскохозяйственных культур, индекс Симпсона, эмпирический анализ, модели посевов, данные панелей.

STATUS OF CROP DIVERSIFICATION AND ITS EMPIRICAL ANALYSIS: A CASE STUDY OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

A.E.Primov - doctorate, Tashkent State Agrarian University

Abstract

The main objective of this study is to determine the status and level of crop diversification among farms in the country through an empirical analysis using panel data collected in 2009-2017. In doing so, we performed the Stata-16 software using the Simpson Diversification Index model in determining the diversification index. According to the results, the highest diversification indicators were found for Samarkand, Fergana and Tashkent regions, respectively, and accounted for 0.74, 0.74 and 0.76, respectively. It can be seen that the existing farms in Tashkent region used more diversified crops than in other regions of the country. The average diversification rate of these regions was 0.66. This means that farms in the study areas are not highly diversified. Increasing crop diversification will allow farms to manage different price and production risks, as well as to ensure food security for farmers and further increase their incomes.

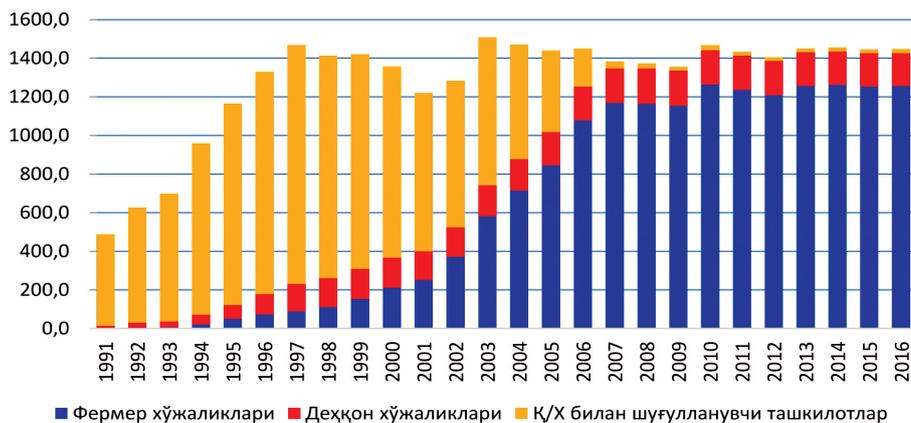
Key words: Crop diversification, Simpson index, Cropping patterns, Empirical analysis, Panel data.

Кириш. Ўзбекистон иқтисодиётида қишлоқ хўжалиги энг муҳим соҳа бўлиб қолмоқда ва ялпи ички маҳсулотнинг 30 фоизини ва мамлакат умумий ишчи кучининг 27 фоизини ҳамда барча экспорт даромадларининг 25 фоизини ўз ичига олади [1]. БМТнинг Озиқ-овқат ва қишлоқ хўжалиги ташкилоти ФАО томонидан келтирилган маъ-

лумотларга кўра, мамлакат аҳолисининг қарийб 50 фоиз аҳолиси қишлоқ жойларида яшайди ва қишлоқ хўжалигига доир ва бошқа фоолият турларига боғлиқ [2]. Мамлакатнинг озиқ-овқатга бўлган талабини қондириш мақсадида қишлоқ хўжалигида ишлаб чиқариш, экинлар хилма-хиллиги (экинлар диверсификацияси)ни ошириш ва қишлоқ

аҳолисини иш билан таъминлаш ҳамда уларнинг даромадини ошириш муҳим устувор вазифа бўлиб қолмоқда [3].

Мустақиллик йилларида Ўзбекистон ҳукумати қишлоқ хўжалиги соҳасида даромадларни оширишнинг энг мақбул вариантларини топиш мақсадида бир қатор муҳим ислохотларни амалга ошириб келмоқда. Қишлоқ хўжалиги экинлари таркибини диверсификация қилиш йўналишидаги тадбирлар натижасида пахта яққаҳоқимлигига барҳам берилди ва пахта экин майдонларининг ҳажми оптималлаштирилди. Дастлаб ташкил топган аксарият фермер хўжаликларидея ер майдонлари ҳажмининг кичиклиги маҳсулот ишлаб чиқариш рентабеллигининг ўсишига ва барқарор фойда олишга тўсқинлик қилди (1-расм). Шу ва бошқа бир қатор омилларни инобатга олган ҳолда, ҳукумат томо-



1-расм. Ўзбекистонда қишлоқ хўжалиги билан шуғулланувчи ташкилотларга ажратилган ер майдонлари динамикаси. 1991-2016

нидан фермер хўжалиklarининг ер майдонларини тўлиқ инвентаризациядан ўтказиш ва улар фаолиятини танқидий баҳолаш асосида фермерларга бириктирилган ер майдонларини мақбуллаштириш бўйича кенг кўламли, шу билан бирга, пухта ўйланган ишлар амалга оширилди [4].

Асосий ислохотлардан бири 2006 йилда қишлоқ хўжалигидаги барча хўжалик юритувчи субъектлар фермер хўжалиklarига айлантирилди ва республика миқёсида 180 мингдан ортиқ фермер хўжалиklари вужудга келди [5]. Лекин, мамлакат ҳукумати фермер хўжалиklари самарадорлигини қониқмаганлиги ҳамда сув таъминоти инфратузилмаси билан хўжалиklар ер майдонлари ҳажмининг мос келмаслигини инобатга олиб, 2008 йилдан кейин ҳам фермер хўжалиklarининг ер майдонларини мақбуллаштириш ислохотлари давом эттирилди. Бунинг натижасида 2008 йилдан сўнг фермер хўжалиklarини мақбуллаштириш дастури доирасида йирик фермерлар ташкил этилиши натижасида республикада уларнинг сони 240 мингтани ташкил этди. 2013 йилдан сўнг ҳам фермер хўжалиklarини мақбуллаштириш сиёсати яна давом эттирилди ва 2015 йилдан кейин пахта ва ғалла майдонлари ўрнида бошқа экин турларини диверсификациялаш масаласи асосий вазифага айланди [6].

Масаланинг қўйилиши. Мустақилликнинг дастлабки йилларида бошланган ислохотлар пахта ва ғаллага бўлган тақлифларни барқарорлаштириш таъминлаб мамлакатнинг ғалла мустақиллигига эришишига ўз ҳиссасини қўшди [7]. Бу эса ўз навбатида ушбу экин турлари учун қишлоқ хўжалиги ерларини кўпроқ ажратилишини талаб этди. Мева ва сабзавотчиликка ихтисослашган фермер хўжалиklари сони ошган бўлсада, мавжуд ерларнинг 70 фоизини пахта ва ғалла майдонлари эгаллаб келди. Бунинг натижасида фермер хўжалиklари ўртасида менежмент ҳамда инвестицион қизиқишларни сусайишига ва шу билан бирга қишлоқ

жойларида ер муносабатлари бўйича муаммоларни ҳамда бошқа экинлар билан муваффақиятли диверсификациялашда қийинчиликларни келтириб чиқарди [8].

Ўзбек олимларидан Ш.Хасанов, Ғ.Санаев ва А.Каримов [9, 10, 11] лар мамлакат Ҳукумати анъанавий экин турлари ҳосилдорлигини ошириш баробарида мева-сабзавотлар ва бошқа юқори қийматли экинларни ишлаб чиқариш ҳажмларини кўпайтириш ҳақида таъкидлаб ўтган. М.Петрик ва Н.Джанибеков [12] лар таъкидлаганидек, мустақилликнинг дастлабки кунлариданоқ республика ҳукумати томонидан фермер хўжалиklари таркибида пахта ва ғалла ишлаб чиқаришга таъсир этувчи асосий ислохотлар параметри сифатида қараб келинди. Давлат буюртмасига асосланган пахта ишлаб чиқариш тизими 25 йилдан

кўпроқ давом этгандан сўнг, қишлоқ хўжалиги диверсификацияси ва пахта майдонларининг қисқариши ҳозирги кундаги модернизациялаш стратегиясининг ёрқин хусусиятларидан бири ҳисобланади.

Шунинг учун ҳам экинлар диверсификацияси барқарор қишлоқ хўжалиги учун муҳим роль ўйнайди ва бу фермерларга мавжуд хавфларни бартараф этишга ёрдам берадиган самарали стратегиялардан бири бўлиб хизмат қилиши мумкин [13]. Бундан ташқари И.Бобожонов ва бошқалар таъкидлаб ўтганидек [14], экинларни диверсификация қилиш ер, сув ва

бошқа ресурслардан максимал даражада фойдаланишни ва мамлакатда қишлоқ хўжалигини ривожлантириш учун муҳим стратегиядир. Бу фермерларга ўз ерларида турли хил экинларни етиштириш учун муносиб танловни тақдим этади. Мавжуд қарашларга мувофиқ, қишлоқ хўжалигида диверсификация иқлимий ва биологик инжиқликлар туфайли хавф ва ноаниқликнинг олдини олиш мақсадида амалга оширилади.

Шунингдек, П.Шарашвати ва А.Бҳатлар айтганидек, ресурслардан яхшироқ фойдаланиш, озуқавий моддаларни қайта ишлаш, хатарларни камайитириш ва ноаниқлик ҳамда тупроқнинг яхши шароитлари учун экинларни ихтисослаштириш ва монокультуранинг амалдаги тизимининг салбий оқибатларини минималлаштиришга ёрдам бериши мумкин. Бундан ташқари, диверсификация қўшимча қийматга эга маҳсулотлар ва экологиянинг яхшиланиши билан иқтисодий самарадорликни оширади [15].

Фермер хўжалиklари даражасида экинларнинг ҳосилдорлигини ошириш иқтисодий ўсишни, озиқ-овқат хавфсизлиги яхшиланишини ва қашшоқликни енгиллаштиришда муҳим роль ўйнайди. Ҳукумат қўшимча даромад олишни қўллаб-қувватлаганлиги сабабли, деҳқонлар ўртасида экинларни диверсификация қилиши давом эттириш керак [16]. Экинларни диверсификация қилиш белгиланган соҳада турли хил экинларни етиштиришда кенг танлов бериш учун режалаштирилган бўлиб, ишлаб чиқариш билан боғлиқ фаолиятни ошириш ва хавфни минималлаштиради [17].

Диверсификация мавжуд экинлар тизимига кўпроқ экинлар қўшилиши ва фермер хўжалиklarининг даромадларини кўпайтириш ва хўжалиklar даражасида хатарларни бошқариш амалиётини минималлаштириш билан изоҳланади ва экинларни диверсификация қилиш сув танқислиги, қурғоқчилик ва шўрланиш каби муаммолар билан курашиш учун самарали стратегия ҳисобланади.

Бундан ташқари, пахта ва ғалла етиштиришни юмшатиш экинларни диверсификацияси ва фермер хўжаликлари даромадларини оширади [14].

Бундан ташқари, Ўзбекистонда экинлар диверсификация бўйича кенг ва узоқ йилларга асосланган кенг қамровли тадқиқотлар ҳалигача етарли эмас ва асосан тахминий сценарийлар ва кўп сенсорли масофадан зондлаш маълумотлари натижаларига асосланган тадқиқотларга асосланган бўлиб, бугунги кунда Ўзбекистонда ушбу мавзу бўйича чекланган тадқиқотлар олиб борилган [14, 17]. Маълумотларга кўра, ҳозирги кунга қадар Ўзбекистоннинг турли минтақаларида фермер хўжаликлари даражасида экинларнинг диверсификация ҳолати ва даражаси бўйича бирон-бир тадқиқот олиб борилмаган ёки қўшимча равишда тўлиқ тушунча беришга ҳаракат қилинмаган. Шунинг учун ҳам ушбу тадқиқот иши кўп йиллик статистик маълумотларга асосланган таҳлилни ўз ичига олганлиги билан муҳим саналади [18].

Ечиш усули (ёки услублари). Тадқиқот жараёнида 2009-2017 йиллар учун тўпланган статистик маълумотлардан ва уларни эконометрик таҳлил қилишда Симпсон индекси (Simpson Diversification Index - SID) моделидан фойдаланилди. Ушбу маълумотларни таҳлил қилишда Стата-16 (Stata-16) статистик дастурий таъминотидан фойдаланилган ҳолда амалга оширилди. Симпсон индекси (SDI) хориж [19, 20, 21] ва ўзбек олимлари [17, 14] нинг тадқиқотларига асосан қуйидаги тенглама ёрдамида ҳисобланади:

$$SID = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2 \quad (1)$$

$$P_i = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2)$$

бу ерда: A_i - ҳар бир қишлоқ хўжалиги экинларининг майдони P_i - қишлоқ хўжалиги экинларнинг умумий майдони.

Диверсификация индекси 0 ва 1 қийматлари оралиғида кўриб чиқилади. Агар индекс 1 қийматга яқин даражада ифодаланса тўлиқ диверсификацияни, аксинча 0 қийматга яқин даражада ифодаланса монокультуранинг ёки тўлиқ битта экин турига ихтисослашганлигини кўрсатади [19]. Тадқиқот ишида Ўзбекистоннинг барча вилоятлари учун тўққиз йил давомида (2009–2017 йиллар) экилган қишлоқ хўжалик экинларидан фойдаланилди. Ушбу экинларга дон (арпа, гуруч, буғдой), дуккаклилар (ловия ва дуккакли), картошка, зираворлар, сабзавотлар ва бошқа техник экинлар қиради. Мавжуд адабиётлар таҳлили асосида экинлар диверсификацияси даражаси 1-жадвалда кўрсатилганидек таснифланган [20].

1-жадвал

Қиймат бўйича экинлар диверсификациясининг тоифаланиши

Тоифалари	SID қиймати
Диверсификация қилинмаган	≤ 0.01
Паст даражадаги диверсификация	0.01 - 0.25
Ўрта даражадаги диверсификация	0.26 - 0.50
Юқори даражадаги диверсификация	0.51 - 0.75
Жуда юқори даражадаги диверсификация	> 0.75

Стата-16 (Stata-16) статистик дастурий таъминотида Симпсон индекси (SID) моделидан фойдаланган ҳолда вилоятлар кесимида тўққиз йиллик қишлоқ хўжалиги экинлари маълумотлари орқали диверсификация индекси моделлаштирилиб ҳисоблаб чиқилди ва вилоятлар бўйича тоифаларга ажратилди.

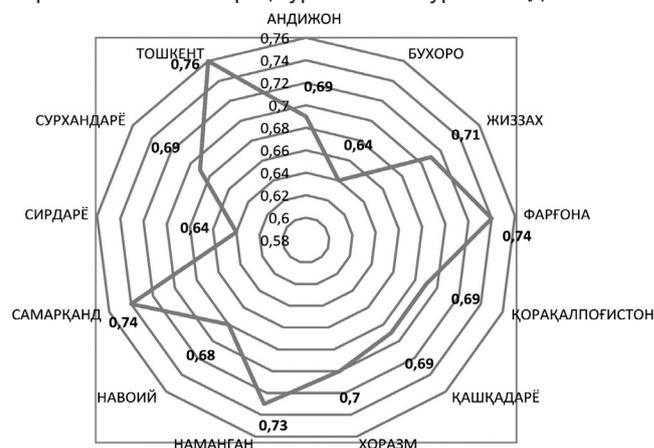
Натижалар таҳлили ва мисоллар. Стата-16 (Stata-16) статистик дастурий таъминотида олинган натижаларга асосланиб шуни таъкидлаб ўтиш мумкинки, Тошкент, Самарқанд ва Фарғона вилоятларида берилган тўққиз йил ҳисобига ўртача диверсификация кўрсаткичи бошқа вилоятларга кўра юқорироқ эканлигини кўрсатди (2-жадвал).

2-жадвал

Диверсификация индексининг ўртача статистик тавсифи

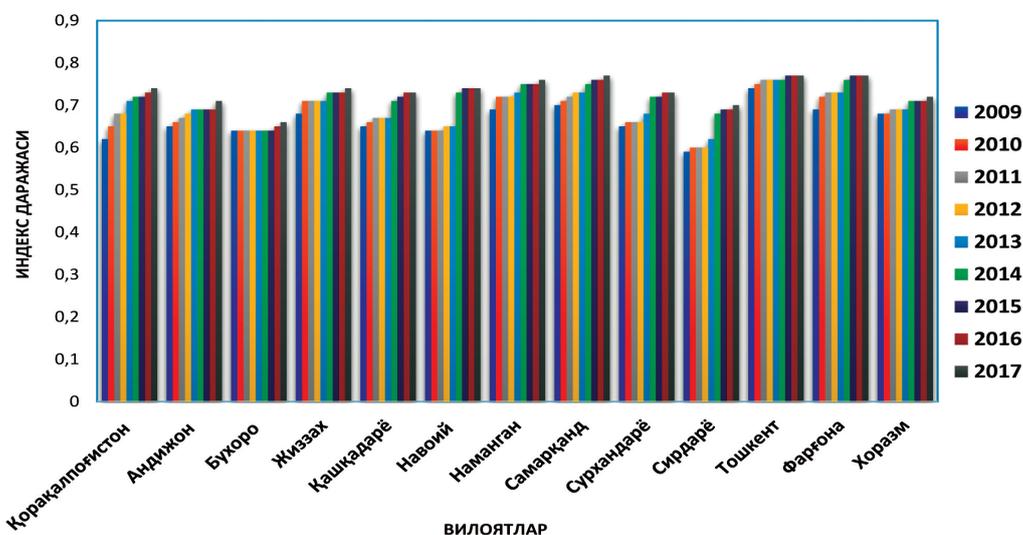
Худудлар	Кузатувлар сони, йиллар	Стандарт оғиши	Минимум	Ўрта-си	Максимум
Андижон	2009-2017	0.02	0.64	0.69	0.70
Бухоро	2009-2017	0.01	0.63	0.64	0.66
Жиззах	2009-2017	0.02	0.68	0.71	0.73
Фарғона	2009-2017	0.03	0.69	0.74	0.77
Қорақалпоғистон	2009-2017	0.04	0.62	0.69	0.73
Қашқадарё	2009-2017	0.03	0.64	0.69	0.72
Хоразм	2009-2017	0.01	0.67	0.70	0.71
Наманган	2009-2017	0.02	0.69	0.73	0.75
Навоий	2009-2017	0.05	0.64	0.68	0.73
Самарқанд	2009-2017	0.03	0.70	0.74	0.76
Сирдарё	2009-2017	0.05	0.58	0.64	0.69
Сурхондарё	2009-2017	0.03	0.65	0.69	0.73
Тошкент	2009-2017	0.01	0.74	0.76	0.77

Бунда ушбу вилоятларда давлат буюртмаси асосида етиштирилаётган пахта ва буғдой ҳамда бошқа турдаги экин турлари ҳам нисбатан кўпроқ майдонларда фермерлар томонидан етиштирилган. Олинган таҳлиллардан кўриниб турибдики, диверсификация кўрсаткичи пастлиги жиҳатдан Бухоро ва Сирдарё вилоятлари бошқа вилоятларга нисбатан пастроқ кўрсаткични кўрсатмоқда.



2-расм. Вилоятлар кесимида диверсификация индексининг ўртача кўрсаткичи

2009-2013 йиллар давомида вилоятларда кўпроқ стратегик экинлар, яъни пахта ва ғалла экинларини етиштириш давом эттирилди [9]. Бу эса ўз навбатида ўзгариб турувчи иқлим аниқ бир меъёрга эга бўлмаган ёғинлар, совуқ қиш ва ёзнинг қуруқ иссиғида ушбу экинлар ҳосилдорлигининг бир маромда ошишига салбий таъсир кўрсатди. Қишлоқ хўжалигида экинлар ҳосилдорлигининг пасайишига таъсир этувчи омиллардан яна бири бу – сувдан оқилона фойдаланилмаслиқдир [18]. Ирригация тармоқларидан самарали фойдаланишнинг нисбатан пастлиги ва катта ҳажмдаги



3-расм. Вилоятлар кесимида диверсификация индексининг ўсиш динамикаси

ирригация тизимларининг ишламаслиги ерларнинг мелиоратив ҳолатининг ёмонлашувига, сувдан самарасиз фойдаланишга олиб келмоқда [5]. Бунинг олдини олиш мақсадида сувни бошқариш ва ундан самарали равишда фойдаланган ҳолда амалга оширилиши, асосий экинлар учун озуқа элементлари ва тупроқ унумдорлигини сақлаш ва экинлар хилма-хиллиги (экинлар диверсификацияси) бўйича қилинадиган ишларнинг биргаликда олиб борилиши экинлар ҳосилдорлигини маълум даражада ошишига сабаб бўлади. Шу билан бирга, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 29 декабрдаги «2016–2020 йилларда қишлоқ хўжалигини янада ислоҳ қилиш ва ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарори ва мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга ошириш учун ғўза ва кузги бугдой майдонлари 220 минг гектарга қисқартирилиши ва улардан бўшаган ерларга сабзавот, полиз, ем-хашак экинлари ва интенсив типдаги мевали дарахтларни жойлаштириш диверсификация кўрсаткичининг яхшилинишига ҳамда фермер хўжалиқларига қўшимча даромадлар олиш имкониятларини яратилишига ва экспортбон экин турларининг кўпайишига олиб келди [14]. Бу эса фермер хўжалиқларининг самарадорлигини бир неча баробар ошишига, республикада озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашга хизмат қилади.

Хулоса. Экинларни диверсификация қилиш фермер хўжалиқларининг даромадларини оширишнинг ҳамда

мамлакатда озиқ-овқат хавфсизлигини яхшилашнинг асосий потенциал стратегияси ҳисобланади. Эмпирик таҳлил натижалари шуни кўрсатдики, Toshkent, Samarqand va Farg'ona вилоятларида берилган тўққиз йил ҳисобига ўртача диверсификация индекси (мос равишда 0,76, 0,74 ва 0,74) эканлигини кўриш мумкин. Бу кўрсаткичлар бошқа вилоятларга кўра юқори оқим эканлигини ва ушбу вилоятларда фақатгина давлат буюртмаси асосида етиштирилган ғалла ва пахта экин турларига эмас бошқа қишлоқ хўжалиги экинлари ҳам фермер хўжалиқлари томонидан етиштирилганлигини кўриш мумкин. Buxoro va Sirdaryo вилоятларида (мос равишда 0,64 ва 0,64) эса бошқа вилоятларга нисбатан диверсификация индексини пастроқ кўрсаткичда эканлигини кўриш мумкин. Экинларни диверсификациялаш фермер хўжалиқларини нарх ва ишлаб чиқариш хатарларини бошқаришда ёрдам беради, бу эса ортиқча маҳсулотларни сотиш орқали даромадларини оширишга ва кўпроқ озиқ-овқат маҳсулотлари етиштиришга ёрдам беради. Шунинг учун ҳам фермер хўжалиқлари даромадларини ошириш ва озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлаш мақсадида экинларни диверсификациялашни янада фаоллаштириш мақсадга мувофиқ. Шунингдек, экинларни диверсификация қилиш фермерларга ўз хўжалиқларида турли хил экин турларини тўғри танлаш ва етиштиришни яхшилашга ёрдам беради. Шу билан бирга, экинларни диверсификациялаш ишчи кучидан самарали фойдаланишга ҳам ёрдам бериши мумкин.

№	Адабиётлар	References
1	World Bank, 2020. Agriculture modernization in Uzbekistan. https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2020/03/20/world-bank-to-provide-further-support-to-modernization-of-uzbekistans-agriculture-sector	World Bank, 2020. Agriculture modernization in Uzbekistan. https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2020/03/20/world-bank-to-provide-further-support-to-modernization-of-uzbekistans-agriculture-sector
2	FAO (2017). "Country programming framework for the Republic of Uzbekistan 2014-2017"	FAO (2017). "Country programming framework for the Republic of Uzbekistan 2014-2017"
3	Барқарор қишлоқ хўжалиги амалиёти учун агротехнологик йўналишлар. https://www.gazeta.uz/uz/2018/01/09/qx/	<i>Barkaror kishlok khuzhaligi amaliyoti uchun agrotekhnologik yunalishlar</i> [Agrotechnological directions for sustainable agricultural practice] https://www.gazeta.uz/uz/2018/01/09/qx/ (in Uzbek)
4	Каримов И. Бош мақсадимиз-иктисодийотимизда олиб бораётган ислохотларни ва таркибий ўзгаришларни кес-кин чуқурлаштириш, хусусий мулкчилик, кичик бизнес ва тадбиркорликка кенг йўл очиб беришди номли маърузасини ўрганиш бўйича илмий-оммабон рисола. – Toshkent, 2016. – Б.113-114.	Karimov I. <i>Bosh maksadimiz-iktisodiyotimizda olib borayotgan islohotlarni va tarkibiy uzgarishlarni keskin chukurlashtirish, khususiy mulkchilik, kichik biznes va tadbirkorlikka keng yul ochib berishdir nomli ma'ruzasini urganish buyicha ilmiy-omtabop risola</i> [Our main goal is to sharply deepen the reforms and structural changes in our economy, to open the way for private property, small business and entrepreneurship]. Tashkent, 2016, Pp.113-114. (in Uzbek)

5	Djumaboev K, Hamidov A, Anarbekov O, Gafurov Z and Tussupova K. 2017. Impact of Institutional Change on Irrigation Management: A Case Study from Southern Uzbekistan. <i>Water</i> , 9(6), 419 p.	Djumaboev K, Hamidov A, Anarbekov O, Gafurov Z and Tussupova K. 2017. Impact of Institutional Change on Irrigation Management: A Case Study from Southern Uzbekistan. <i>Water</i> , 9(6), 419 p.
6	Misirova S. A. Systematic Types of Fungi of Allocated and Determined Types from Decorative Flowers in Conditions Region Tashkent. 2015. <i>Agricultural Sciences</i> , 06, Pp. 1387-1392.	Misirova S. A. Systematic Types of Fungi of Allocated and Determined Types from Decorative Flowers in Conditions Region Tashkent. 2015. <i>Agricultural Sciences</i> , 06, Pp. 1387-1392.
7	Zorya, S., Djanibekov, N., Petrick, M. (2019): Farm Restructuring in Uzbekistan: How Did It Go and What is Next? Washington, D.C.: World Bank Group. Tashkent	Zorya, S., Djanibekov, N., Petrick, M. (2019): Farm Restructuring in Uzbekistan: How Did It Go and What is Next? Washington, D.C.: World Bank Group. Tashkent
8	Djanibekov, U., Van Assche, K., Boezeman, D., Djanibekov, N. Understanding contracts in evolving agro-economies: Farmers, dehqans and networks in Khorezm, Uzbekistan. (2013): <i>Journal of Rural Studies</i> 32, Pp.137-147.	Djanibekov, U., Van Assche, K., Boezeman, D., Djanibekov, N. Understanding contracts in evolving agro-economies: Farmers, dehqans and networks in Khorezm, Uzbekistan. (2013): <i>Journal of Rural Studies</i> 32, Pp. 137-147.
9	Hasanov, Sh. Agricultural policies to enhance the development of fruit and vegetable subsectors in Uzbekistan. <i>European Scientific Journal</i> , 2016. vol. 12 (13), May.	Hasanov, Sh. Agricultural policies to enhance the development of fruit and vegetable subsectors in Uzbekistan. 2016. <i>European Scientific Journal</i> , vol. 12 (13), May.
10	Sanaev, G., Kim K. Analysis of Technical Efficiency of Tomato Production in Samarkand region, 2017. Uzbekistan. JRSD-26, Pp. 247-271	Sanaev, G., Kim K. Analysis of Technical Efficiency of Tomato Production in Samarkand region. 2017. Uzbekistan. JRSD-26, Pp. 247-271
11	Karimov, A. Productive Efficiency of Potato and Melon Growing Farms in Uzbekistan: A Two Stage Double Bootstrap Data Envelopment Analysis. <i>Agriculture</i> 2013, 3, Pp. 503-515.	Karimov, A. Productive Efficiency of Potato and Melon Growing Farms in Uzbekistan: A Two Stage Double Bootstrap Data Envelopment Analysis. <i>Agriculture</i> 2013, 3, Pp. 503-515.
12	Petrick, Martin; Djanibekov, Nodir Ўзбекистонда фермер хўжаликлари реструктуризацияси: Истикболдаги вазифалар, IAMO Policy Brief, No. 36u, ISBN 978-3-95992-076-6, Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies (IAMO), (2019): Halle (Saale).	Petrick, Martin; Djanibekov, Nodir <i>Uzbekistonda fermer khuzhaliklari restrukturizatsiyasi: Istikboldagi vazifalar</i> [Restructuring of farms in Uzbekistan: Prospects] IAMO Policy Brief, No. 36u, ISBN 978-3-95992-076-6, Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies (IAMO), (2019): Halle (Saale).
13	Lazikova, J., Bandlerova, A., Rumanovska, L., Takac, I., Lazikova, Z. (2019): Crop Diversity and Common Agricultural Policy - The Case of Slovakia. <i>Sustainability</i> , March 2019, 11(5):1416. doi.org/10.3390/su11051416	Lazikova, J., Bandlerova, A., Rumanovska, L., Takac, I., Lazikova, Z. (2019): Crop Diversity and Common Agricultural Policy - The Case of Slovakia. <i>Sustainability</i> , March 2019, 11(5):1416. doi.org/10.3390/su11051416
14	Bobojonov, I., Lamers, J. P. A., Bekchanov, M., Djanibekov, N., Franz-Vasdeki, J., Ruzimov, J., & Martius, C. Options and constraints for crop diversification: A case study in sustainable agriculture in Uzbekistan. (2013). <i>Agroecology and Sustainable Food Systems</i> , 37(7), Pp. 788-811. doi.org/10.1080/21683565.2013.775539.	Bobojonov, I., Lamers, J. P. A., Bekchanov, M., Djanibekov, N., Franz-Vasdeki, J., Ruzimov, J., & Martius, C. Options and constraints for crop diversification: A case study in sustainable agriculture in Uzbekistan. (2013). <i>Agroecology and Sustainable Food Systems</i> , 37(7), Pp. 788-811. doi.org/10.1080/21683565.2013.775539.
15	Saraswati, P., Bhat, A. (2011): Crop Diversification in Karnataka: An Economic Analysis. <i>Agricultural Economics Research Review</i> Vol. 24 December 2011, Pp. 351-357.	Saraswati, P., Bhat, A. (2011): Crop Diversification in Karnataka: An Economic Analysis. <i>Agricultural Economics Research Review</i> Vol. 24 December 2011, Pp. 351-357.
16	Dagar, V., Jit, P., Bhattacharjee, M., Lochav, M. An analysis of income from crop diversification in Haryana. <i>Indian Journal of Economics and Development</i> . Vol 6 (11), November 2018.	Dagar, V., Jit, P., Bhattacharjee, M., Lochav, M. An analysis of income from crop diversification in Haryana. <i>Indian Journal of Economics and Development</i> . Vol 6 (11), November 2018.
17	Conrad, C., Löw, F., Lamers, J.P.A. Mapping and assessing crop diversity in the irrigated Fergana Valley, Uzbekistan. 2017. <i>Appl. Geogr.</i> 86, Pp.102–117.	Conrad, C., Löw, F., Lamers, J.P.A. Mapping and assessing crop diversity in the irrigated Fergana Valley, Uzbekistan. 2017. <i>Appl. Geogr.</i> 86, Pp.102–117.
18	Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2016 йил 23 декабрдаги №ПҚ-2694 сонли қарори. Тошкент	<i>Uzbekiston Respublikasi Prezidentining 2016 yil 23 dekabrdaги №PQ-2694 sonli qarori</i> [Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan dated December 23, 2016 No. PP-2694]. Tashkent. (in Uzbek)
19	Simpson, E. H. Measurement of diversity. (1949). <i>Nature</i> , 163, 688 p.	Simpson, E. H. Measurement of diversity. (1949). <i>Nature</i> , 163, 688 p.
20	Aheibam, Monika, Ram Singh, S. M. Feroze, N. Uttam Singh, R. J. Singh, and A. K. Singh. 2017. "Identifying the Determinants and Extent of Crop Diversification at Household Level: An Evidence from Ukhrul District, Manipur." <i>Economic Affairs</i> 62(1): 89 p.	Aheibam, Monika, Ram Singh, S. M. Feroze, N. Uttam Singh, R. J. Singh, and A. K. Singh. 2017. "Identifying the Determinants and Extent of Crop Diversification at Household Level: An Evidence from Ukhrul District, Manipur." <i>Economic Affairs</i> 62(1): 89 p.
21	Ahmadzai, H. "Status, Patterns, and Microeconomic Drivers of the Extent of Diversity in Crop Production: Evidence from Afghanistan". School of Economics, University of Nottingham, (2018). CREDIT Research Paper 17/07.	Ahmadzai, H. "Status, Patterns, and Microeconomic Drivers of the Extent of Diversity in Crop Production: Evidence from Afghanistan". School of Economics, University of Nottingham, (2018). CREDIT Research Paper 17/07.

УЎТ: 622.79:622

ГИДРОТЕХНИК ИНШОТЛАРНИ ЛОЙИХАЛАШДА ГРАФИК ДАСТУРЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШ САМАРАДОРЛИГИ

У.А.Насритдинова - PhD, доцент, А.М.Ходжаев, З.И.Қаюмова - магистрантлар
Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти

Аннотация

Мақолада гидротехник иншоотларнинг лойиҳалашда ушбу йўналишда илмий тадқиқот ишлари билан шуғулланган олимлар ишлари ўрганилди. Илмий тадқиқот ишларининг натижаларини таълим жараёнига татбиқ этиш бўйича лойиҳалаш дастурларининг имкониятларидан фойдаланилди. Ушбу дастурларда лойиҳалаш орқали амалий масалалар энг юқори аниқликда бажарилади. "Гидротехника иншоотлари" фанини ўқитишда компьютер технологияларидан фойдаланиш ва гидротехник иншоотлардан тўғри чиқиқли аппарател майдонча, эгри чиқиқли аппарател майдончани лойиҳалашда AutoCad график дастуридан фойдаланиш 2D текисликда ва 3D уч ўлчамли моделлаштириш самарадорлиги келтирилган.

Таянч сўзлар: гидротехник иншоотлар, аппарател майдонча, эгри чиқиқли аппарател майдонча, кювет, нишаб текисликлари, айланиш ўқи, топографик сирт, 3D модель, 2D модель.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

У.А.Насритдинова - PhD, доцент, А.М.Ходжаев, З.И.Қаюмова - магистранты
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Аннотация

В статье изучены работы ученых, занимающихся исследованиями в области проектирования гидротехнических сооружений. Используются возможности дизайнерских программ по применению результатов научных исследований в учебном процессе. Благодаря дизайну в этих программах практические задачи выполняются с максимальной точностью. Использование компьютерных технологий в преподавании предмета «Гидротехнические сооружения» и использование графического программного обеспечения AutoCAD при проектировании линейных платформ, изогнутых платформ гидротехнических сооружений показано в 2D и 3D трехмерном моделировании.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, платформа, изогнутая платформа, кювет, наклонные плоскости, ось вращения, топографическая поверхность, 3D модель, 2D модель.

EFFICIENCY OF USING GRAPHIC SOFTWARE IN THE DESIGN OF HYDROTECHNICAL STRUCTURES

U.A.Nasritdinova - PhD, associate professor, A.M.Khodjaev, Z.I.Kayumova - master degree
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

Abstract

The article examines the work of scientists engaged in research in this area in the design of hydrotechnic structures. The possibilities of design programs for the application of the results of scientific research in the educational process were used. Thanks to the design in these programs, practical tasks are carried out with the utmost precision. The use of computer technology in teaching the subject "Hydrotechnical structures" and the use of graphic software AutoCAD in the design of linear platforms for clothing, curved platforms for clothing from hydrotechnical structures are shown in 2D and 3D three-dimensional modeling.

Key words: hydro technical structures, apparel platform, curved apparel platform, ditch, slope planes, axis of rotation, topographic surface, 3D model, 2D model.

Кириш. Бугунги кунда мамлакатимизнинг турли жабҳаларида ахборот технологияларидан оқилона фойдаланиш натижасида фан ва ишлаб чиқариш соҳасида ижобий натижаларга эришилмоқда. Жумладан олий таълим муассасаларида деярли барча фанлар компьютер технологияларидан фойдаланиб олиб борилмоқда. Бу эса талабаларга фанни чуқур ўзлаштиришларига ёрдам берибгина қолмай, мавжуд имкониятлардан фойдаланиб ижодий фаолият олиб боришларига ҳам шароит яратади.

Барчамизга маълумки, сув хўжалиги ва мелиорация соҳаси республикамизнинг иқтисодий юксалишида муҳим аҳамият касб этади. Шу боис республикамизда ер-сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш, гидротехника иншоотларини ишлатишни тўғри йўлга қўйиш ҳамда йирик

гидромелиоратив иншоотларнинг хавфсизлигини таъминлаш, суғориладиган ерлар унумдорлигини ошириш, уларнинг шўрланиш ва ботқоқланишига, суғориш сувини сув манбаидан далаларгача етказиб берувчи суғориш тармоқларида ҳамда суғориш жараёнида сувнинг беҳуда исроф бўлишига йўл қўймастик каби муаммоларга жиддий эътибор қаратилмоқда. Кейинги йилларда қабул қилинган бир қатор "Сув ва сувдан фойдаланиш тўғрисида", "Қишлоқ хўжалиги кооперативи (ширкат хўжалиги) тўғрисида", "Фермер хўжалиги тўғрисида", "Гидротехника иншоотларининг хавфсизлиги тўғрисида" каби қатор қонун ҳужжатлари фикримизнинг ёрқин далилидир.

Гидротехника – техника фанларининг бир соҳаси бўлиб, сув ресурслари (дарё, кўл, денгиз, океан, ер ости ва

атмосфера сувлари) дан халқ хўжалиги эҳтиёжлари учун фойдаланиш ва сув келтирадиган зарарларга қарши курашиш ҳамда шу мақсадлар учун ишлатиладиган гидротехника иншоотларини лойиҳалаш ва куриш масалалари билан шуғулланадиган фандир [1, 2, 3, 4].

Гидротехника иншоотларидан фойдаланиш ва улар устида илмий изланишлар олиб борган бир қатор олимлар жумладан, М.Бакиев, И.Мажидов, И.Леви, Р.Хўжақулов, Б.Носиров, М.Раҳматовлар каналдаги иншоотлар ва иншоотлар бўғинларини лойиҳалаш, сув олиш иншоотлари, тўғонлар, тўғонсиз сув олиш иншоотлари ва бошқа гидротехник иншоотлар устида тадқиқотлар олиб бориб, уларнинг вазифаси, ишлаш жараёнини тадқиқ этишган.

Бугунги кунда юқорида келтирилган олимлар томонидан яратилган дарсликлар ва ўқув қўлланмалар бўлажак ушбу соҳа мутахассисларига соҳани ўрганишда асосий манба бўлиб хизмат қилмоқда. Аммо шу билан бир қаторда талабаларга фанни қизиқарли ва тушунарли тарзда етказишда компьютер технологияларидан фойдаланиш бугунги куннинг зарур эҳтиёжига айланди [5].

Маълумки, “Гидротехника иншоотлари” фани 5580700 - Гидротехника қурилиши», 5650200 - “Сув хўжалиги ва мелиорация”, 5650700 - «Гидротехника иншоотлари ва насос станцияларидан фойдаланиш», 5650300 - “Сув хўжалиги ва мелиорация ишларини механизациялаш» 5650500 - “Сув хўжалигида мелиоратив, транспорт машиналари ва қурilmаларидан фойдаланиш, уларга сервис хизмат кўрсатиш», 5650600 - “Суғориладиган ерларда мелиоратив тизим» 5650800 - “Сув ресурслари ва сувдан фойдаланиш» бакалавриат йўналишлари ҳамда тегишли касбий таълим йўналишлари ва 5А580701 - “Гидротехника иншоотлари”, 5А580705 - “Селга қарши ва ростлаш иншоотлари» 5А620205 - “Гидротехника ва мелиоратив қурилиш” йўналишларида ўқитилади. Ўқув жараёнида, фанни таркибидаги гидротехник иншоотлар тўғрисида талабаларга маълумот бериш билан бир қаторда, уларни чизма ва схемалар орқали тасвирлаш муҳим аҳамият касб этади. Талабалар фанни ўрганиш жараёнида фанга оид бўлган барча асосий тушунчалар ҳақида маълумотга эга бўлишлари билан биргаликда уларни замонавий график дастур имкониятларидан фойдаланиб лойиҳалашни амалга ошириш малакасига эга бўлишлари талаб этилади. Бу эса уларни келажакда етук мутахассис бўлишларининг гарови бўлиб хизмат қилади [6, 7]. Шунинг учун ҳам “Гидротехника иншоотлари” фанини ўқитиш жараёнида компьютер технологияларидан фойдаланишда қуйидагиларга эътибор бериш тавсия этилади:

- фан бўйича асосий тушунчаларни етказишда кўргазмалilikка эътибор бериш;

- талабаларнинг фанга нисбатан қизиқишини аниқлаш ва билимини назорат қилишда автоматлашган дастурий тизимлардан фойдаланишни йўлга қўйиш;

- амалий ва лаборатория машғулотларида фан бўйича дастурий педагогик воситалардан фойдаланиш (масалан: мавзуга оид гидротехник иншоотлардан бирини куриш жараёни акс эттирилган видео ва ва анимацион тасвирли роликлардан фойдаланиш);

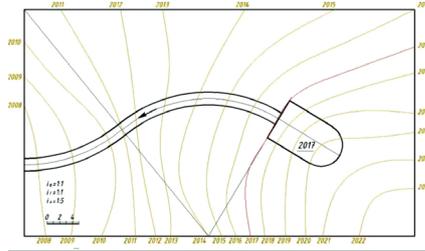
- талабаларда гидротехник иншоотлар тўғрисидаги фазовий тасаввурни шакллантиришда AutoCAD дастурининг 2D ва 3D имкониятларидан фойдаланиш.

Юқоридаги фикрларни инобатга олган ҳолда, гидротехник иншоотларни лойиҳалашда AutoCAD график дастуридан фойдаланиш, лойиҳалаш жараёни сифатли бўлишини ва вақтдан унумли фойдаланиш имкониятини беради. Масалан, Ўзбекистонда гидротехник иншоотларнинг жуда кенг тарқалган турларидан бири тупроқ

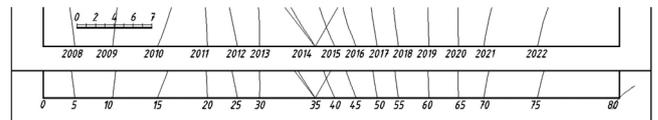
тўғонлардир [8]. Уларни лойиҳалашда талабалар тўғоннинг яққол кўринишини тасаввур этиши лозим. Бунинг учун аввало унинг учта кўринишини “Чизма геометрия ва муҳандислик графикаси” фани қонун қоидалари асосида AutoCAD график дастурида тўғри ва аниқ бажара олиши муҳим аҳамиятга эгадир. Чунки тўғоннинг 2D кўринишини тасаввур эта олган талаба унинг фазовий кўриниши ҳақида тушунчага эга бўлади [9].

Берилган: топографик сирт горизонтал чизиклар ва уларнинг сон белгилари орқали тасвирланган. Шу сиртда тўртбурчак шаклда майдонча куриш учун тупроқ тўкиладиган ва кавлаб олинадиган жойлар ҳамда нишаб текисликларининг кесишув чизиклари ясалсин ва тупроқ ишлари чегараси аниқлансин. Майдонча баландлиги 44,0 м, тупроқ тўкиладиган ва кавлаб олинадиган жойнинг қиялиги $i=1:5$, тўкиш қиялиги эса $i=1:1$ га тенг.

График топшириқни бажариш тартиби: дастлаб чизма билан танишиб чиқилади. О-иш чизиғи (2017-горизонтал), тупроқ казиш (1:1) ва тўкиш қиялиғи (1:1) ҳамда аппарат қиялиғи (1:5), унинг қайси томонга пасайиб бориши (стрелка билан кўрсатилган), чизикли масштаб аниқланиб олинади (1-расм). Расмда иштирок этаётган ер горизонталларининг энг пастдагиси, 2008-горизонтални О билан

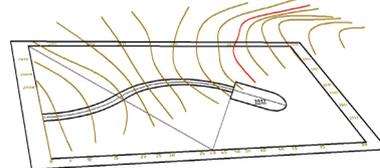


1-расм. Аппарель қиялигининг чизикли масштаби

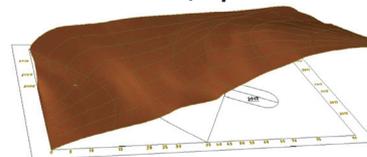


2-расм. Аппарель қиялиғи горизонтал чизиклари координаталари

ли баландликка кўтариш учун «Move» буйруғидан фойдаланилади. Мисол учун, буйруқ берилгач 20-баландликка кўтариладиган горизонтал белгиланади, розилик берилади, база нуқтаси сифатида 0,0,0 киритилади, розилик берилади, кейинги нуқта сифатида 0,0,20 координаталари киритилади ва ҳоказо (3-расм). “По сечениям” буйруғи билан ер горизонталлари бирин кетин кўрсатилади, тасдиқланади ва яна бир бор розилик берилади. Натижада 4-расмдаги сирт ҳосил бўлади.



3-расм. Аппарель қиялиғи горизонтал чизикларини чизиш



4-расм. Ер горизонталлари асосида яратилган сирт

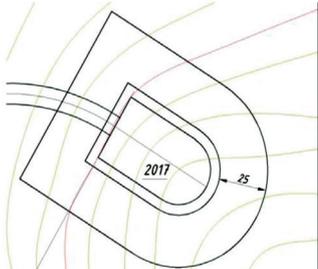
белгилаб, кейингиларини 1 метрдан, масштаб 1:200 бўлгани учун 5 мм. дан қилиб ўсиб бориш тартибида белгилаб чиқилади (2-расм).

Ҳар бир горизонтални керак-

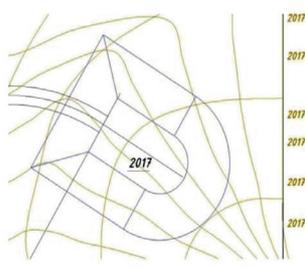
Майдонча контури полилиния билан юргизиб чиқилади, буйруқни «Замкнуть» подкомандаси билан тугатиш мақсадга мувофиқ. «Подобие» (баъзи версияларда «Смешение» буйруғи билан майдон контури 5 мм ташқарига сурилади. Энг юқори горизонтал 0-иш чизигидан 5 м баландда бўлгани учун кюветнинг ташқи кон-

турини яна шу буйруқ билан 25 мм ташқарига чиқарилади (5-расм) [10,11].

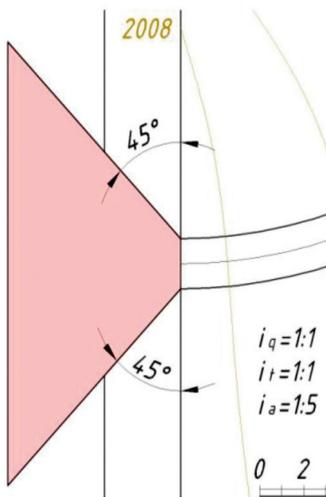
«Сдвиг» буйруғини ишга солиб ҳосил қилинган чизик 25 мм га кўтарилади. Буйруқ; объект; киритиш; 0,0,0 киритиш; 0,0,25 киритиш. Яна «По сечениям» буйруғи ишга туширилиб иккала ёпиқ чизик кўрсатилади ва розилик берилиб тупроқ қазиш ишларини белгилловчи сирт ҳосил қилинади (6-расм). Аппарелнинг кўндаланг кесими ҳосил қилинади. Ёнбағир текисликларининг қиялиги 1:1 бўлгани, чизик қиялигини 45° қилиб олиш кераклигини кўрса-



5-расм. Кювет майдонча

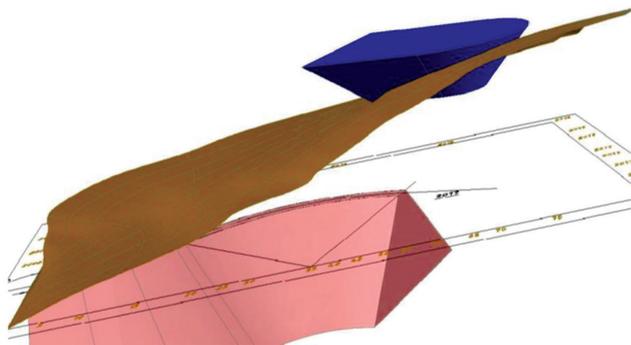


6-расм. Тупроқ қазиш ишлари учун сирт



7-расм. Аппарель кўндаланг кесими

тади. Берилган вариантда у тенг ёнли трапеция кўринишида чиқади (7-расм). «Сдвиг» буйруғи ёрдамида трапеция аппаратли ўқи бўйлаб ҳаракатлантирилади. Натижада 8-расм, пастдаги сирт ҳосил бўлади. Аппарель қиялиги 1:5 бўлиб, уни градусга айлантирилса 11,31° келиб чиқади (9-расм). Демак аппаратлини у ўқ атрофида 11,31° га айлантирилади. Агар айланиш ўқи перпендикуляр қилиб олинса, буриш янада осонлашади. Ишланаётган вариантда айланиш ўқи у билан параллел бўлгани

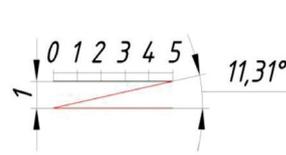


8-расм. Аппарель ва майдон

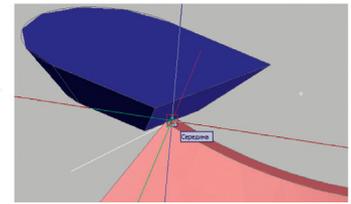
боис кўринишни «Спреди» қилиб олиш мумкин [12,13].

Аппарелни қурилиш майдончасига бирлаштиришда 10-расмда кўрсатилгандек объектга боғланишнинг «Орто» маркеридан фойдаланиш маъқул. Шундай қилиб объектлар 11-расмдаги кўринишга келади. Топографик сиртни жисмга айлантириш учун қуйидаги алгоритм таклиф қилинади:

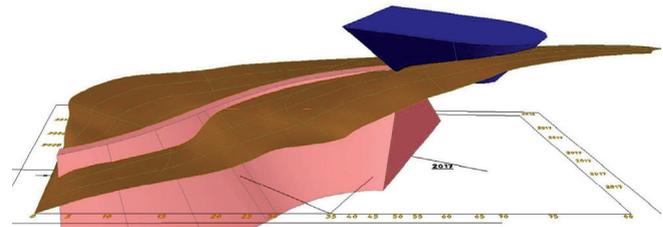
1. x ва у қийматлари топографик сиртдан чиқиб кетмайдиган ва баландлиги топографик сиртдан юқорироқда бўлган параллелолипед, «Яшик» ҳосил қилинади (12-расм).
2. «Разрез» буйруғини бериб яшик кўрсатилади, тасдиқ



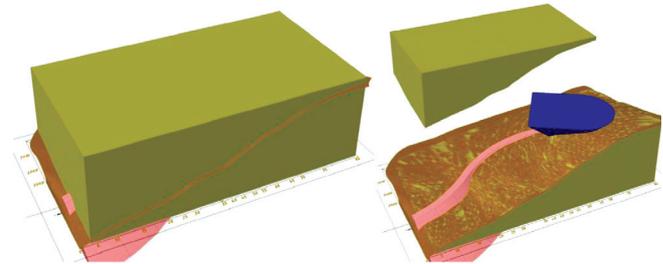
9-расм. Аппарель қиялигининг бурчаги



10-расм. Аппарель қиялигининг майдон бурчаги



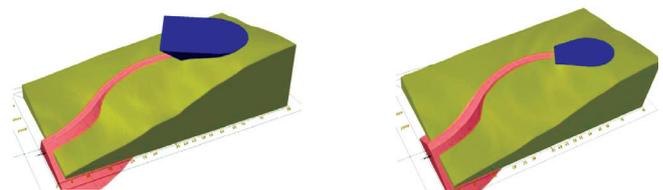
11-расм. Аппарель майдончаси



12,13-расм. Аппарель майдонча ва сиртлар кесилуви

берилади; «Поверхность» буйруғи берилиб топографик сирт кўрсатилади, тасдиқланади. Керакли томон кўрсатилади ёки 13-расмдагидек иккала қисм ҳам қолдирилади. Юқоридаги қисм йўқотилади (14-расм) [14, 15].

Ҳосил қилинган ер сиртидан қазиш ишларини белгилловчи сирт «Вычитания» буйруғи билан олиб ташланади (15-расм). Кюветни ҳосил қилиш учун 16-расмда кўрса-

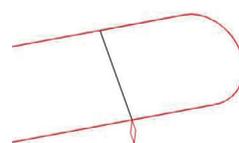


14,15-расм. Аппарель қиялиги ва ер сирти

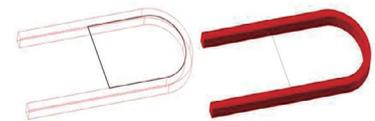
тилгандек полилиния буйруғи билан майдонча контури бўйлаб ўтовчи чизик ва кювет профилини берувчи квадрат чизиб олинади. «Сдвиг» буйруғи ёрдамида квадрат полилиния бўйлаб юргизилиб 17-расмдаги жисм яратилади.

Натижалар. Ҳосил қилинган жисм майдонча контурига келтириб қўйилади (17-расм) ва ердан олиб ташланади («Вычитание» буйруғи) (18-расм). «Поиск» буйруғи ёрдамида аппаратлининг ер юзасидан чиқиб турган қисмлари йўқотилади.

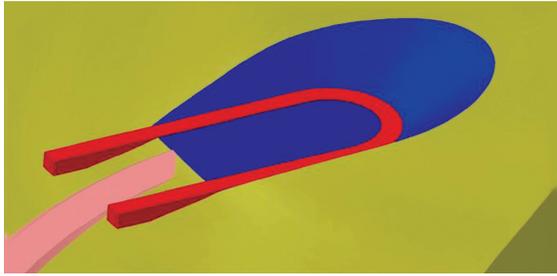
Шундай қилиб, гидротехник иншоотларни лойиҳалашда AutoCAD ва 3D MAX график дастурлари асосий лойиҳалаш дастурлари бўлиб, ушбу график дастурларнинг янги имкониятларидан фойдаланиш, лойиҳалаш усулларини тадбиқ этиш муҳим аҳамият касб этади



16-расм. Майдон контури



17-расм. Майдон контури «сдвиг» буйруғи



18-расм. Аппарель майдончаси 3D модели

[16,17]. Ўқув жараёнида ҳам уларнинг функционал имкониятлари талабаларнинг ижодий фаолиятини ривожлантиришга ва топографик сиртларни лойиҳалаш жараёнига қизиқишларини оширишда муҳим мотивация бўлиб хизмат қилади [18]. Ушбу лойиҳалаш жараёни таълим иштирокчиларига қуйидагиларни беради:

Ўқитувчига:

дарс материалларини замонавий кўринишда тақдим этишга ёрдам беради;

график ишларни кўрсатиш имкониятини беради;

турли мураккаблиқдаги деталларни мультимедиали усулда бажариллигини кўрсатиш;

қисқа вақт ичида катта ҳажмдаги маълумотни талабага этиқазш имкониятларини беради.

Талабага:

ўзлаштирилаётган билимларни тўлиқ тасаввур этиш ва мустаҳкамлашда қўлланма;

график топшириқларни бажаришда, график дастур имкониятларидан фойдаланиш жараёнини ўрганиш манбаи; график топшириқларни мустақил бажариш кўникмасини ривожлантиради;

топшириқни текисликда (2D) ва фазода (3D) кўринишларини таҳрирлаш имкониятларини билиш;

такрорлаш имкониятини мавжудлиги билимларини мустаҳкамлашга ёрдам беради.

Мустақил таълимда:

фойдаланувчига репетитор вазифасини бажаради; фойдаланувчига тушунмаган жойини қайта кўриш на- тижасида мустақил ўрганишга ёрдам беради [19, 20].

Хулоса.

- Уч ўлчамли моделлаштириш воситасидан фойдаланиш назарияси ва амалиётидаги аҳволнинг педагогик таҳлили шуни кўрсатдики, бу борада илмий ишланмалар, амалий тажрибалар бўлсада, улар биринчидан, бир тизимга солинмаган, иккинчидан, уни талабалар томонидан ўзлаштиришда қатор дидактик муаммолар мавжуд.

- Уч ўлчамли моделлаштириш воситасидан фойдаланишда, талабалар муайян ҳаётда фаолият кўрсатиш учун ижтимоий тажриба тўплайдилар. Бу талаба шахсининг жамиятдаги ижтимоийлашув жараёнининг самарали кечишини таъминлайди.

- «Гидротехник иншоотлари» фанини ўқитишда уч ўлчамли моделлаштириш воситасидан фойдаланишга оид машғулотлар фаолият орқали талабаларда график тафаккур ҳақидаги яхлит тасаввур, яъни айнан техник ва педагогик йўналишдаги бадиий-ижодий фаолиятлар воситасида талабаларда уч ўлчам ҳақидаги ягона илмий дунёқараш элементлари шаклланади ва талаба уч ўлчовли фазони фаол англовчи субъект сифатида майдонга чиқади.

- Психологик тадқиқотлардан маълумки, инсоният томонидан атроф-муҳитни, замон ва маконни, унинг қонуниятларини, шунингдек, график дастурларни ўрганишнинг универсал йўли бўлмаганлиги учун ҳам фазовий тасаввурлар илмий дунёқарашни шаклланишида муҳим аҳамият касб этади.

- Уч ўлчамли моделлаштириш воситасидан фойдаланишга нафақат техник йўналишдаги хусусий муаммонинг ечими, ҳаттоки талабани ижтимоий ҳаётга тайёрлаш каби ижтимоий-педагогик муаммони ҳал этилишида эмас, балки график таълимга оид муаммонинг ечими – миллат равнақи билан боғлиқ бўлган ҳодиса сифатида қаралиши лозим.

References

1. J.Qosimov, U.Nasritdinova, R.Nigmanov, A.Urishev, U.Edilboyev Selection of software for modeling developments and technologies. International Journal of Advanced Science and Technology. 2019. Pp.554-558.
2. J.Qosimov, U.Nasritdinova, R.Nigmanov, U.Edilboyev Three dementional modeling technology for computer science education. XII International Scientific conference on Agricultural Mchenergy Industry. 2019. Pp.145-151.
3. Z.Abdullayev, U.Nasritdinova Effectiveness of virtual simulation of three dimensional Objects in the Devolpment of culture and professional Skills of the audience of the project. International conference on information Science and communications technologies: Applications, trends and Opportunities ICIST. 2019 Pp. 455-460.
4. Altinakar, S., Graf, W. H., Hopfinger, E. J. Weakly depositing turbidity current on a small slope. Journal of Hydraulic Research, 28(1). 2019 Pp. 55-80.
5. Khosravi, A. Investigation of the dimensions of impermeable submerged plates on the turbidity current under laboratory conditions, M.Sc. thesis of water structures, University of Zabol, Faculty of Water and soil, 2016. 90 p.
6. Graf, W.H. Hydraulics of reservoir sedimentation. International Water Power and Dam Construction, 2020. No7. Pp. 45-52.
7. Yan Smit, B.Farberman, Objective assessment of students' knowledge. Tutorial. Tashkent, 2008. 114 p.
8. Rasch G. Probabilistic model for some intelligence and attainment tests. Chicago. Univ. of Chicago Press. 2010, 199 p.9.
9. Little A. Education and employment: the evolution of concepts. Plans for the Future: UNESCO Education Challenges, No. 1. 2018. Pp 23-26
10. Delicate K.G. Methodical recommendations for teachers conducting entrance exams to the University. Kiev: KSU. 2005. 38 p.
11. AsghariPari, S., Mohagheghyan, S. M.. Numerical investigation effect in using plate and tilt columnar barrier in controlling turbidity current. Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 2 (9). 2015. Pp. 357-366.
12. Thomas K., Davis J., Openshaw D. and J. Bird. Prospects for programmed learning. Per. from English. Moscow: MirD 2010. 246 p.
13. Sidorenko E.V. Methods of mathematical data processing in psychology. St. Petersburg, 2007, 320 p.
14. Spearman, C.E., "General intelligence" objectively determined and measured. Amerikan Journal of Psychology, 2008. 5, Pp. 201-293
15. Hoi Suen, Methodological Analysis of Pedagogical Measurement Theories, University of Pennsylvania USA, 2004. Pp 234-239
16. U.Nasritdinova, B.Khaqberdiyev. Results theoretical study of the form ofa front surface of a chisel-cultivator stand. "International Scientific Conference construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering". 2019. Pp. 454-463.
17. Ghorbani, Z., Khozaymehnezhad, H., Ramezani, Y. Experimental study on the effects of the shapes and arrays of submerged impermeable plates on turbidity current characteristics. Journal of water and soil conservation, 23(6). 2017. Pp.143-162
18. Tabatabaei, S.M. Khozaymehnezhad, H., Akbarpour, A., Varjavand,. Investigating Effects of obstacles Arrangement on the velocity of Density Current in experimental conditions, Journal of Science and Engineering, 4(1). 2019 Pp:53-64.
19. Varjavand, P., Hosseinzadeh Dalir, A., Ghomeshi, M., Farsadzadeh, D.. Experimental study on the effects of artificial bed roughness on instantaneous velocity fluctuations of saline density currents. Journal of Water and Soil, 27 (4). 2018. Pp.839-849
20. Khalili, A., Khozaymehnezhad, H., Akbarpour, A., Varjavand, P. Experimental study on the effects of artificial vegetation density on gravity current's flow characteristics. Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 9 (1).2018 Pp.83-95

ИСКАНДАРОВ САДУЛЛА ИСКАНДАРОВИЧ

1978 ЙИЛДАН 1986 ЙИЛГАЧА

ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИНИНГ РЕКТОРИ

Искандаров Садулла 1939 йил 5 февралда Хоразм вилоятининг Боғот туманида кўп болали оилада таваллуд топди.

1962 йилда Тошкент Фармацевтика институтини тамомлаб, 1963 йилда биринчи илмий иш фаолиятини Ўзбекистон Фанлар академиясининг Ўсимлик моддалари кимёси институтининг Алкалоидлар лабораториясида СССР Фанлар Академиясининг мухбир аъзоси, ЎзФА академиги С.Ю.Юнусов раҳбарлигида бошлади.



1966 йилда номзодлик диссертациясини, 1973 йилда докторлик диссертациясини муваффақиятли ҳимоя қилди, Кимё фанлари доктори, профессор Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси академиги.

1973–1977 йилларда Хоразм давлат педагогика институтининг ўқув ва илмий ишлар бўйича проректори;

1977–1978 йилларда Ўрта Осиё нефтни қайта ишлаш институти директори;

1978–1986 йилларда Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти ректори;

1987–1990 йилларда «Пахтачиликни кимёлаштириш» лабораторияси мудирини;

1991–2000 йилларда Тошкент Фармацевтика институти ректори;

1992–1993 йилларда “Ўзфармсаноат” ДАК бошқаруви раиси;

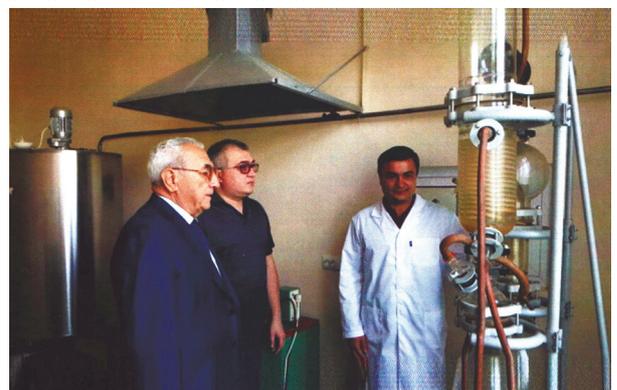
2007–2017 йилларда Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Ўсимлик моддалари кимёси институти директор маслаҳатчиси;

2016–2018 йилларда “Ўзфармсаноат” ДАК куратори сифатида фаолият олиб борди.

Олим **Садулла Искандарович** ўзининг илмий мактабини ташкил этган. Унинг асосида тиббиёт соҳасида янги дори воситаларини ишлаб чиқариш учун фармацевтика корхонаси, қишлоқ хўжалиги соҳасида пахтачилик, дончиликни ривожлантиришда ўзининг ихтироларини амалиётга татбиқ этиш учун ишлаб чиқариш корхоналарини ташкил этиб, бугдой ва пахта чигити зараркундаларига қарши полифункционал “Баҳор” ва “Қалқон” препаратларини ишлаб чиқаришни йўлга қўйилди. Ушбу дори воситалари республикада амалиётга кенг татбиқ этилган.

2017 йилда қаттиқ дори шакллари (таблетка, капсула) ва минерал тузли субстанциялар ишлаб чиқарадиган янги “Navkar Sh” МЧЖ фармацевтик корхонасини ташкил этди.

Академик С.И.Искандаровнинг Тошкент ирригация қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари

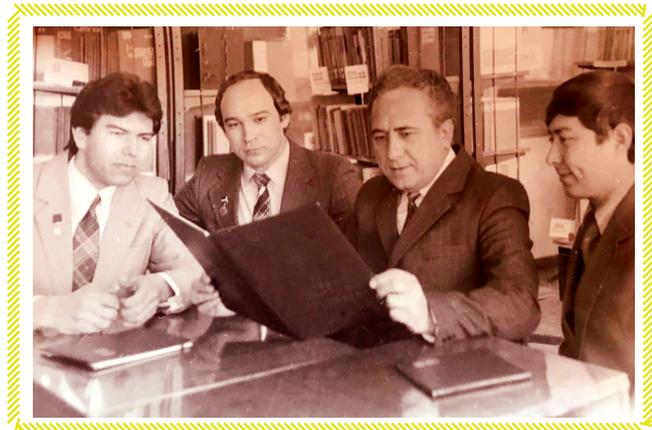


институтида раҳбарлиги даврида профессор-ўқитувчилар, ходимлар ва талабаларни ижтимоий қўллаб-қувватлашга алоҳида эътибор қаратилди. Унинг раҳбарлигида ўқув бинолари, лаборатория корпуслари, техника павильонлари, кутубхона, спорт иншоотлари ва талабалар турар жойлари қурилди.

1984 йилда 124 хонадонга мўлжалланган кўп қаватли уй қуриб битказилди ва институтда фаолият олиб бораётган профессор-ўқитувчилар ва ёш олимлар уй-жойлар билан таъминланди.

1985 йилда институт ўқув-лаборатория машғулотларини ўтказиш учун мўлжалланган, икки блокдан иборат тўққиз қаватли бино фойдаланишга топширилди. Талабаларнинг яшаши, ўқиши ва дам олишлари учун барча шароитларга эга бўлган тўққиз қаватли 3 та талабалар турар жойлари қурилиб, фойдаланишга

топширилди. Институт маданият саройи замонавий тарзда таъмирланди. Шунингдек, институт ҳудудида қишлоқ хўжалик техникалари ва машиналари сақланган усти ёпиқ техника павильони ҳам қурилиб фойдаланишга топширилди.



Академик Искандаров Садулла Искандарович Мамлакатимиз мустақиллигини мустаҳкамлашга, миллий ғояларни ривожлантиришга, маънавиятни юксалтиришга, халқимизни ўзлигини англашга, юксак қобилияти ва ижодига, илмий фаолиятига, самарали меҳнатига, ёш авлодни ўз Ватанига ва халқига муҳаббат руҳида тарбиялашга, мустақиллик ғояларига ишонч ва жамиятдаги фаол иштироки учун **Ўзбекистон Республикаси Президенти томонидан 2017 йил 28 августда "Фидокорона хизматлари учун" ордени билан тақдирланди.**

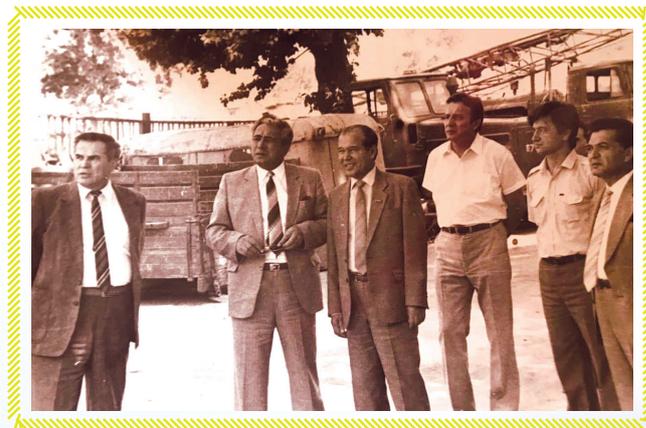
Академик Искандаров Садулла Искандаровичнинг илмий фаолиятидаги асосий йўналишлар:

► Қишлоқ хўжалигида янги препаратлар олиш, ишлаб чиқариш ва қўллаш устида кўп ишлар олиб борди. Биринчилардан бўлиб 1980 йилларда собиқ СССР даврида қишлоқ хўжалигини мақбуллаштириш бўйича пахтачиликда янги лаборатория комплексларини таш-

кил этди: пахта ҳосилдорлигини оширувчи ва ўстирувчи стимуляторлар, препаратлар, ипакчиликда ўстирувчи стимуляторлар, юқори натижа берувчи дефолиантлар, экишдан олдин буғдой ва пахта чигитига бериладиган полифункционал ишлов препаратлари (А-1, "Кетостим", "Оптим", "Оптим-2", "Барака", "Микрофит", "Баҳор" ва "Қалқон").

► Маҳаллий хом ашёлар асосида дори воситалари тадқиқоти ва ишланмаларини ташкил этиш, доривор ўсимликлар асосида янги дори воситалари ишлаб чиқариш, уларни тиббиёт амалиётига татбиқ этиш устида шогирдлари билан илмий-амалий ишлар олиб бормоқда.

► "Курцетин" (кардиопротектор), "Ферулонг" (подагра, шамоллашга қарши) ва "Гепопрот Нео" (гепатопротектор) препаратлари клиник синовлардан ўтказилиб, дори шаклида амалиётга татбиқ этилди.



Муаллиф 200 дан зиёд илмий ишлар, 4 та дарслик, 50 та авторлик гувоҳномаси ва патентларга эга. Унинг раҳбарлигида 6 та фан номзоди ва 4 та фан доктори тайёрланди.

Институт жамоаси устоз **Садулла Искандаровга** мустаҳкам соғлиқ-саломатлик, узоқ умр тилайди.

Т.З.Султанов - ТИҚХММИ Илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори.

Қ.З.Зиятов - ТИҚХММИ Ўқув илмий базаси бошлиғи.

