Министерство сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан

Международный институт управления водных ресурсов
(IWMI)

Научно-исследовательский ирригационный институт
(САНИИРИ)

«Қишлоқ хўжалигида сув ресурсларидан самарали фойдаланиш ва ерлар мелиоратив холатини яхшилашнинг долзарб муаммолари»

Республика микёсидаги

ИЛМИЙ-АМАЛИЙ АНЖУМАНИ
МАТЕРИАЛЛАРИ
10-11 ноябр 2010 йил

PROCEEDINGS
THE RESPUBLICAN SCIENTIFIC PRACTICAL CONFERENCE

«EFFICIENT AGRICULTURAL WATER USE AND TOPICAL ISSUES
IN LAND RECLAMATION»

10-11 November, 2010

«Эффективное использование водных ресурсов в сельском хозяйстве и актуальные проблемы улучшения мелиоративного состояния земель»

МАТЕРИАЛЫ
Республиканской научно-практической конференции
10-11 ноября 2010 год

Ташкент 2010

Редакционная коллегия:
Рахимов Ш.Х., Маматов С.А., Бегимов И., Широкова Ю.И., Гловацкий О.Я., Икрамов Р.К., Исмагилов Х.А., Икрамова М.Р., Абиров А.А., Таганова Г.Р., Ананьева Н.Д.

ОГЛАВЛЕНИЕ

№	**Автор** **НАЗВАНИЕ СТАТЬИ**	**Стр.**
1.	Рахимов Ш.Х. , Бегимов И. (САНИИРИ) ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	
2.	Jumaboev K., D. Eshmuratov, J. Mohan Reddy, O. Anarbekov and J. Kazbekov (International Water Management Institute (IWMI), Tashkent, Uzbekistan) PREDICTION OF IMPROVED WATER PRODUCTIVITY ON-FARM LEVEL IN THE SELECTED COTTON FARMS OF FERGANA AND ANDIJAN PROVINCES OF UZBEKISTAN	
3.	Mukhamedjanov S., J. Kazbekov, J. Mohan Reddy, H Manthrithilake, L. Averina, D. Eshmuradov, I. Ruziev, R. Sagdullaev PROMOTING AGRICULTURAL INNOVATION SYSTEM IN CENTRAL ASIA FOR BETTER WATER PRODUCTIVITY AT PLOT LEVEL	
4.	Dennis Wichelns, Oyture Anarbekov, Kakhramon Jumaboev, Herath Manthrithilake (Principal Researcher/Economist, IWMI-HQ; – Senior Research Officer, IWMI Subregional Office in Central Asia; Research Officer, IWMI Subregional Office in Central Asia; Senior Researcher, Head of Sri-Lanka Program at IWMI-HQ) IRRIGATION PRICING ALTERNATIVES FOR WATER USER ASSOCIATIONS IN CENTRAL ASIA	
5.	Jusipbek Kazbekov, Herath Manthrithilake, Nazir Mirzaev, Kai Wegerich, Kakhramon Jumabaev, Oyture Anarbekov (International Water Management Institute, IWMI; Scientific Information Center of the Interstate Commission for Water; Coordination in Central Asia, SIC ICWC) PARTICIPATORY WATER GOVERNANCE: LESSONS FROM THE FERGHANA VALLEY	
6.	Stefanos Xenarios, Bharat Sharma and Atul Singh (International Water Management Institute; East Africa& Nile Basin Office Addis Ababa; Ethiopia, International Water Management Institute; India Office, New Delhi, India, ICAR Research Complex for Eastern Region, Patna (Bihar), India) ENVIRONMENTAL SERVICES AND WATER USE IN SOUTH ASIA: EVIDENCES FROM INDO-GANGETIC BASINS	
7.	Абдрахимов В.З. *(«Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» КВР МСХ РК)* ОПЕРАТИВНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ	
8.	Абдуев М.А. (Институт Географии НАН Азербайджана) АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК АЗЕРБАЙДЖАНА	
9.	Авлакулов М.А. (КарИЭИ), Бегматов И. (ТИМИ) ЭКИНЛАРНИ СУҒОРИШДА СУВТЕЖАР ТЕХНОЛОГИЯЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШ	
10.	Азимов А.И., Гловацкий О.Я., Уралов Б.Р., Эргашев Р.Р. (САНИИРИ) НОВЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ ПОТОКА В ВОДОПОДВОДЯЩЕМ КОМПЛЕКСЕ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ	
11.	Анарбеков О. Б., Пинхасов М.А., Х. Мантритилаке, (Международный Институт Управления Водными Ресурсами (IWMI) и Научно-Информационный Центр Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии (НИЦ МКВК)) БИЗНЕС-ПЛАН И ЕГО РОЛЬ В РАЗВИТИИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИИ	
12.	Анзельм К.А. (Южно-Казахстанская ГГМЭ) ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА В БАССЕЙНЕ РЕКИ СЫРДАРЬИ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	
13.	Бакиев М.Р., Каххоров У.А., (ТИИМ) РАСЧЕТ ПОЛЕ СКОРОСТЕЙ ЗА ПОПЕРЕЧНЫМИ ДАМБАМИ НА РЕКАХ С ДВУХСТОРОННЫМИ ПОЙМАМИ	
14.	Баратов Р.Ж. , Джалилов А.У., Собиров Э.Э., Чуллиев Ё. ДАТЧИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ДЛЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ РАЗРАБАТЫВАЕМЫЕ НА ОСНОВЕ MEMS-ТЕХНОЛОГИИ	
15.	Батищев С.Н. (САНИИРИ) СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ МЕЖДУ УПРАВЛЕНИЯМИ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ (УИС) И БАССЕЙНОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ (БУИС)	
16.	Безбородов Г.А., Безбородов А.Г., Безбородов Ю.Г. (УзНИИХ, МСХ РФ, МСХА им. Тимирязева) ТЕОРИЯ БОРОЗДКОВОГО ПОЛИВА И ЕЁ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ	

17.	Безбородов Г.А., Шадманов Д.К., Мирхошимов Р.Т., Эсанбеков М.Ю. (УзНИИХ) ОЦЕНКА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ ОРОШАЕМЫХ ГАЛОФИТОВ В УСЛОВИЯХ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ	
18.	Безбородов Г.А., Эсанбеков Ю., Эсанбеков М.Ю. (УзНИИХ) ОРОШЕНИЕ ХЛОПЧАТНИКА СИСТЕМОЙ ПОДЗЕМНЫХ МИКРОПОРИСТЫХ ТРУБ	
19.	Бекмуратов Т.Ў., Эргашев И., Рустамбекова С.В. (САНИИРИ) СУВ ВА ЕР ЗАХИРАЛАРИДАН ТЕЖАМЛИ ФОЙДАЛАНИШ ЮҚОРИ ҲОСИЛ ГАРОВИДИР	
20.	Бекчанов Ш.., Муратов А.Р. НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КПД ИРРИГАЦИОННЫХ КАНАЛОВ	
21.	Бердянский В.Н. Бердянский В.В. (САНИИРИ) ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ЗЕРНИСТОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА ЗАКРЫТОГО ТИПА	
22.	Гловацкий О.Я., Исаков Х.Х., Шарипов Ш.М., Шаакрамов К.М. (САНИИРИ) ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НОВЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ МАШИННОГО ВОДОПОДЪЁМА	
23.	Дониёров Т.О. (САНИИРИ) ҚАРШИ ЧЎЛИНИНГ ШЎРЛАНГАН ЕРЛАРИДА МЕЛИОРАНТЛАР ЁРДАМИДА ТУПРОҚНИНГ МЕЛИОРАТИВ ҲОЛАТИНИ ЯХШИЛАШ	
24.	Каримов А., Смахтин В., Аулчаев Т., Борисов В. (Международный Институт Управления Водными Ресурсами (ИВМИ), Ташкентский Оффис, Узбекистан, Международный Институт Управления Водными Ресурсами (ИВМИ), Коломбо, Шри Ланка, Институт Гидрогеологии и Инженерной Геологии (ГИДРОИНГЕО), Узбекистан) ТРАНСФОРМИРОВАНИЕ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ОРОШЕНИЯ В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ В ВЫГОДЫ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ: НА ПРИМЕРЕ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ	
25.	Каримова О.Ю., Курбанбаев С. (Каракалпакский филиал САНИИРИ) ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИВА ХЛОПЧАТНИКА В БЕЗ УКЛОННЫХ И МАЛО УКЛОННЫХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН	
26.	Климов С.И. (Узгидромет, НИГМИ) О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ КРАТКОСРОЧНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ СЕЛЕЙ И ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ	
27.	Курбанбаев Е., Каримова О.Ю., Курбанбаев С.Е. (Каракалпакский филиал САНИИРИ) НА КАКОЙ ГЛУБИНЕ НУЖНО ПОДДЕРЖИВАТЬ УРОВЕНЬ ГРУНТОВЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН	
28.	Курбанбаев Е., Курбанбаев С.Е., Каримова О.Ю., Калимбетов Т.Б. (Каракалпакский филиал САНИИРИ) УСТАНОВЛЕНИЕ ВЕЛИЧИН РУСЛОВЫХ ПОТЕРЬ ВОДЫ РЕКИ АМУДАРЬИ НА УЧАСТКЕ ТУЯМУЮН-ТАХИАТАШ-САМАНБАЙ	
29.	Курбанбаев С.Е. (Каракалпакский филиал САНИИРИ) ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРИРОДНОГО И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЕЛЬТЫ	
30.	Лукашук В.П. (Институт гидротехники и мелиорации НААНУ, Украина) ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ОСУШАЕМЫХ ПОЧВАХ В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ	
31.	Мамажонов М., Шакиров Б.М., Максудов У. (Андижанский СХИ) К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОПРИЁМНЫХ КАМЕР НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ	
32.	Мамажонов М., Шакиров Б.М., Ураимов Х. (Андижанский СХИ) ПРОЦЕСС ВОРОНКООБРАЗОВАНИЯ В ВОДОПРИЁМНЫХ КАМЕРАХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ	
33.	Маматов С.А., Глазкова Л.А. (САНИИРИ) ТОМЧИЛАТИБ СУҒОРИШ ТИЗИМЛАРИНИ ҚЎЛЛАШ ТАРИХИДАН	
34.	Масумов Р.Р. РОЛЬ ВОДОУЧЕТА В АССОЦИАЦИЯХ ВОДОПОТРЕБИТЕЛЕЙ	
35.	Матякубов Б.Ш. ХОРАЗМ ВИЛОЯТИ ШАРОИТИДА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИК ЭКИНЛАРИНИНГ СУҒОРИШ РЕЖИМИНИ АНИҚЛАШДА ТУПРОҚҚА СУВНИНГ ШИМИЛИШИ	
36.	Морозов А.Н., Юсупов Ш.С. (ОАО Гидропроект), РАЙОНИРОВАНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ УЗБЕКИСТАНА ПО ПРИМЕНЕНИЮ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ	
37.	Муратов А.Р. (САНИИРИ)	

	ИЗУЧЕНИЕ ЗАТРАТ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ И РЕЖИМА РАБОТЫ МЕХАНИЗИРОВАННОГО АГРЕГАТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ И СООРУЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ ФОТОХРОНОМЕТРАЖНОГО НАБЛЮДЕНИЯ	
38.	Муратов А.Р. , Муратов О.А. (САНИИРИ) РАСЧЕТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ НОРМ РАБОТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ И МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОКАШИВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ КАНАЛОВ ОТ ГРУБОСТЕБЕЛЬЧАТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ	
39.	Муратов О.А., Муратов А.Р. (САНИИРИ) РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОВЕРКИ ТЕХНИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ НОРМ ВРЕМЕНИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ И СООРУЖЕНИЯХ	
40.	Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Козыкеева А.Т., Байманов Ж.Н. (Таразский государственный университет им М.Х. Дулати, Кызылординский технический университет, Казахстан) МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ	
41.	Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Сабденалиев А.М., Сейсенов С.Б. (Таразский государственный университет им М.Х. Дулати, Казахстан) ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ВОДОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ	
42.	Набиев А.Н. (САНИИРИ) НАУЧНО - ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ РИСА НА УЧАСТИЕ МЕЛИОРАТИВНОЙ СТАНЦИИ Р-3-В РЕСПУБЛИКИ КУБА	
43.	Набиев А.Н., Маматжанов Х.А (САНИИРИ) РЕЗУЛЬТАТЫ ТРЕХЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР В ФЕРМЕРСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ «ХАБИБА-ИЛХОМА» ДЖИЗАКСКОГО РАЙОНА	
44.	Пендак Н.В. (Институт гидротехники и мелиорации НААНУ, Украина) МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ПОДСОЛНУХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОМПЛЕКСА ФАКТОРОВ ДЛЯ БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЯ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ	
45.	Пендак Н.В., Матяш Т.В., Зябрев И.А. (Институт гидротехники и мелиорации НААНУ, Херсонский государственный аграрный университет) СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ИНТЕГРИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ МЕЛИОРИРОВАННЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ	
46.	Платонов А.Е., Кузиев Р.К., Абдурахмонов Н.Ю. (МИУВР, НИИПА) МЕТОД ОЦЕНКИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ. РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ХОЗЯЙСТВУ СЫРДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ, УЗБЕКИСТАН	
47.	Расулов У.Р. (САНИИРИ) ТРУБЧАТЫЙ ВОДОМЕР САНИИРИ	
48.	Рахимов Ш.Х., Муратов О.А. (САНИИРИ) СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБКАШИВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО – ДРЕНАЖНЫХ КАНАЛОВ ОТ ГРУБОСТЕБЕЛЬЧАТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ.	
49.	Рахимов Ш.Х., Тураев Ш.Т. (САНИИРИ) ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВОДОПОДАЧИ КРУПНЫХ КАСКАДОВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ С БАССЕЙНАМИ ПЕРЕРЕГУЛИРОВАНИЯ	
50.	Самиев Л., Усанов М. (ТИМИ) ОҚИМДАГИ ЧУКИНДИ ЗАРРАЧАЛАРИНИНГ ТУПРОҚ УНУМДОРЛИГИНИ ОШИРИШДА МИНЕРАЛ УҒИТ СИФАТИДА ФОЙДАЛАНИШ ИМКОНИЯТЛАРИ	
51.	Тихановская А.А., Томашевская И.Г. (ИГГ АНРУз) ВЛИЯНИЕ ЛЕДНИКОВ НА КАЧЕСТВО РЕЧНОЙ ВОДЫ	
52.	Фатхуллоев А., Хазратов А. (ТИМИ) СУҒОРИШ КАНАЛЛАРИНИНГ ГИДРАВЛИК ПАРАМЕТРЛАРИНИ АНИҚЛАШНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ	
53.	Хонкулов У.Х. (ТУИТ) РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ КРУПНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ	
54.	Цой З.И. (САНИИРИ) ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ПУТЕМ РАЗЛИЧНЫХ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ	

55.	Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б. , Лесник Т.Ю. (ИВП АН РУз) ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ МИГРАЦИИ ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ В РЕКАХ УЗБЕКИСТАНА (НА ПРИМЕРЕ СУРХАНДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ)	
56.	Шерматов Е., Пейдо Л.П., Кучкарова Д.Х. (ИВП АН РУз) ГЕЛИОКЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (НА ПРИМЕРЕ СЫРДАРЬИНСКОГО ВИЛАЯТА)	
57.	Шерматов Е., Якубов М.А, Кучкарова Д.Х. (ИВП АН РУз) ВЛИЯНИЕ НЕСПЛАНИРОВАННОГО РЕЛЬЕФА НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА	
58.	Шерматов Е., Якубов М.А, Кучкарова Д.Х. (ИВП АН РУз) ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ	
59.	Широкова Ю.И., Шарафутдинова Н.Ш (САНИИРИ) СОПОСТАВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВ УЗБЕКИСТАНА, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРЯМОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ	
60.	Эсанбеков М.Ю., (УзНИИХ) ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРЫ МУЛЬЧИРОВАННОЙ ПОЧВЫ ХЛОПКОВОГО ПОЛЯ	
61.	Якубов. Х.И, Икрамов. Р.К, Гаипназаров. Н (НИЦ МКВК, САНИИРИ) ПЛАНИРОВАНИЕ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА СИСТЕМАХ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В АССОЦИАЦИЯХ ВОДОПРЕТИБИТЕЛЕЙ	

УДК 626.81

ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Ш.Х. Рахимов, И. Бегимов
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Центральная Азия является одним из древнейших центров цивилизации в мировой истории, выросшим на базе орошаемого земледелия и освоения водных ресурсов. Водно-энергетические ресурсы Центральной Азии сосредоточены в двух основных реках - Амударья и Сырдарья - и их притоках: Вахш, Пяндж, Сурхандарья, Кафирниган, Зарафшан, Нарын, Чирчик, Карадарья и другие.

В настоящее время на территории Центральной Азии расположены пять независимых государств: Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Республика Таджикистан, Республика Узбекистан и Туркменистан с общим населением более 55 млн человек.

В Центральной Азии имеется примерно 130 км^3 возобновляемых водных ресурсов в год, гидроэлектростанциями ежегодно вырабатывается 34,5 млрд кВт/ч электроэнергии, построено 80 водохранилищ с общим объемом более 100 млн м^3 водных ресурсов.

В состав водохозяйственного комплекса Центральной Азии входят:

- уникальные водохранилища: Токтогульское (объемом воды 19 км^3), Нурекское (13 км^3) и др.;
- плотины Чарвакского, Андижанского и Нурекского гидроузлов с высотой 100-350 метров;
- крупнейший в мире самотечный Каракумский канал длиной 1400 км и расходом воды 600 м^3/с.;
- уникальные системы машинного водоподъема для орошения сельскохозяйственных земель, такие как Каршинский магистральный канал с водоподачей 240 м^{3}с с каскадом из 7 насосных станций установленной мощностью 525 МВТ, высотой подъема 180 м и Талимарджанским водохранилищем сезонного регулирования; Аму-Бухарский машинный канал с водоподачей 225 м^3/с с четырьмя насосными станциями установленной мощностью 325 МВТ, высотой подъема 150 м и Тудакульским и Куюмазарским водохранилищами сезонного регулирования и др.;
- каскад из двух Голодностепских насосных станций с водоподачей 34 м^3/с установленной мощностью 75 МВТ и высотой подъема 185 м, расположенный в Республике Таджикистан;
- каскад из трех Мургабских насосных станций с водоподачей 50 м^3/с установленной мощностью 27 МВТ и высотой подъема 30 м, расположенный в Туркменистане и др.

После серии маловодных лет в 80-х годах прошлого столетия между республиками Центральной Азии возникли серьёзные осложнения по части управления водными ресурсами в регионе. Для регулирования и снятия противоречий Минводхоз СССР создал два бассейновых водохозяйственных объединения – БВО «Амударья» и «Сырдарья».

Наличие квалифицированных специалистов, а также непосредственная связь с Минводхозами (Госкомводводхозами) пяти республик, позволили в короткий срок улучшить управление водными ресурсами, навести порядок в вододелении, лимитировании и учете вод. После распада СССР во избежание возникновения конфликтов, Министры водного хозяйства пяти государств Центральной Азии, в результате переговоров, встреч и обсуждения подписали 18 февраля 1992 года соглашения «О совместном управлении водными ресурсами» и «О создании единого органа -

Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК)», в состав которой были введены БВО « Амударья» и БВО « Сырдарья».

Главным объектом непосредственного управления и совместного развития в регионе, осуществляемого этими органами, являются трансграничные водные ресурсы двух основных рек - Амударья и Сырдарья. МКВК, париетно представляемая пятью Министерствами (Госкомитетами) водного хозяйства, осуществляет функции по регулированию и развитию водных ресурсов, по поддержанию устойчивости природных и гидроэкологических процессов в регионе через эти две организации - БВО «Амударья» и «Сырдарья».

Благодаря этому Соглашению в течение последних 18 лет после распада СССР поддерживается бесконфликтное распределение общих водных ресурсов, работоспособность всех русел, сооружений, трактов и решение всех вопросов, связанных с оперативным управлением водными ресурсами пяти государств Центральной Азии и подачей водных ресурсов в Приаралье и Аральское море.

В 1993 г. решением глав государств Центральной Азии был создан Международный фонд спасения Арала (МФСА). Одновременно с МФСА был создан Межгосударственный совет по проблемам бассейна Аральского моря (МГСА) и его Исполнительный комитет (ИК). На последнем заседании МГСА 27.02.1997 г. (Алма-Ата) по предложению Президента Казахстана Н. Назарбаева главами государств Центральной Азии принято решение об объединении МГСА и МФСА. Новая структура МФСА (рис. 1) включает Правление, ИК и Ревизионную комиссию. В каждом государстве были созданы филиалы ИК МФСА. Местонахождением МФСА определено государство, глава которого избирается Президентом Фонда. Срок полномочий Президента МФСА настоящее время составляет 3 года.

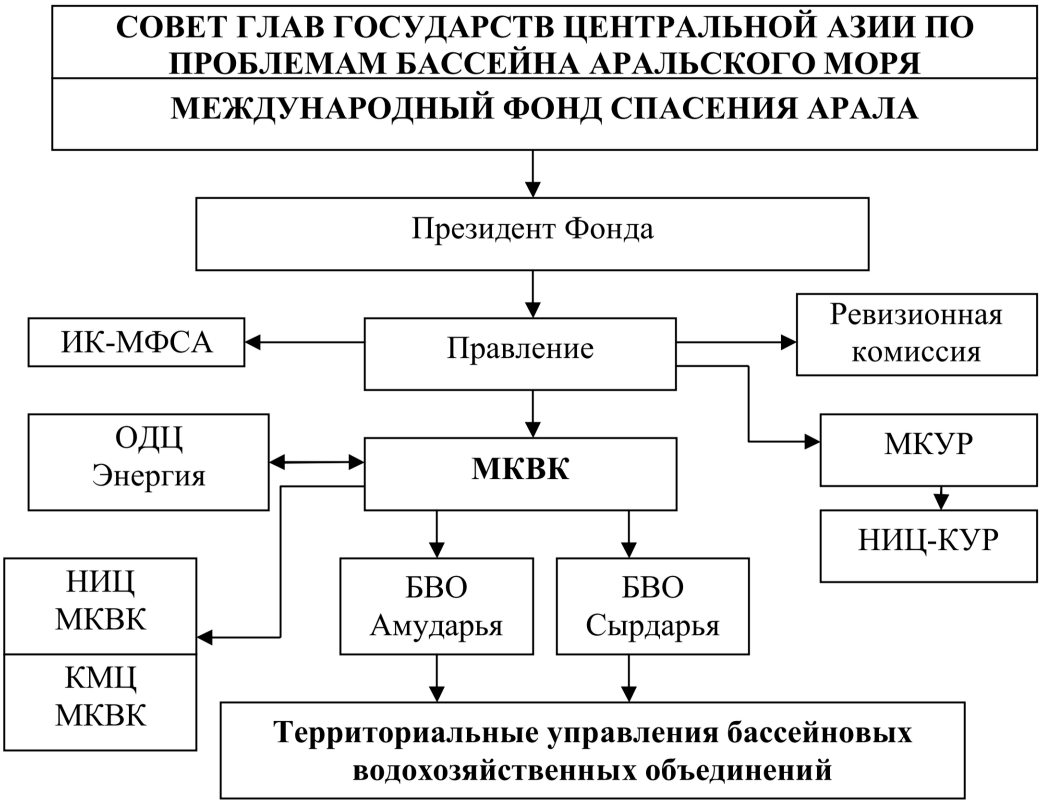


Рис 1

В составе МФСА функционирует также Комиссия по устойчивому развитию (КУР), которая в основном занимается проблемами улучшения экологии окружающей среды в регионе. Комиссия расположена в г. Ашхабаде (Туркменистан), также имеет филиалы во всех государствах Центральной Азии.

Согласно Положению о МКВК, её основными задачами являются:

- определение единой водохозяйственной политики, разработка её основных направлений с учетом интересов населения и отраслей народного хозяйства государств региона;
- разработка и утверждение лимитов ежегодного водопотребления для каждого из государств по основным водным источникам, управление водораспределением в условиях фактической водности и складывающейся водохозяйственной обстановки;
- разработка и осуществление экологических программ, связанных с усыханием Аральского моря и истощением водных источников, установлением ежегодных объемов водоподачи в дельты рек и Аральского моря, а также санитарных попусков по рекам и каналам и другие.

В состав МКВК входят: БВО «Амударья» (Ургенч, Узбекистан), БВО «Сырдарья» (Ташкент, Узбекистан), Секретариат (Ходжент, Таджикистан), Научно-информационный центр (НИЦ) (Ташкент, Узбекистан) и координационный метеорологический центр (КМЦ) (Бишкек, Кыргызстан) (рис. 2).

На обе БВО возлагается соблюдение гарантированной подачи воды в нужные сроки потребителям в соответствии с установленными МКВК лимитами водозаборов из межгосударственных источников и попусков воды в дельту Амударьи и Сырдарьи, а также в Аральское море в ежегодно планируемых объемах. На них также возлагается осуществление оперативного контроля соблюдения установленных лимитов, режимов работы межгосударственных водохранилищ, контроль качества воды, обеспечение подачи воды в Чардаринское водохранилище в ежегодно устанавливаемых объемах.

Секретариат организует исполнение поручений МКВК, подготовку мероприятий и проектов решений на заседаниях МКВК, а также смет эксплуатационных затрат и капитального строительства для финансирования БВО «Амударья» и БВО «Сырдарья» за счет государств - членов МКВК.

СТРУКТУРА
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии (МКВК)

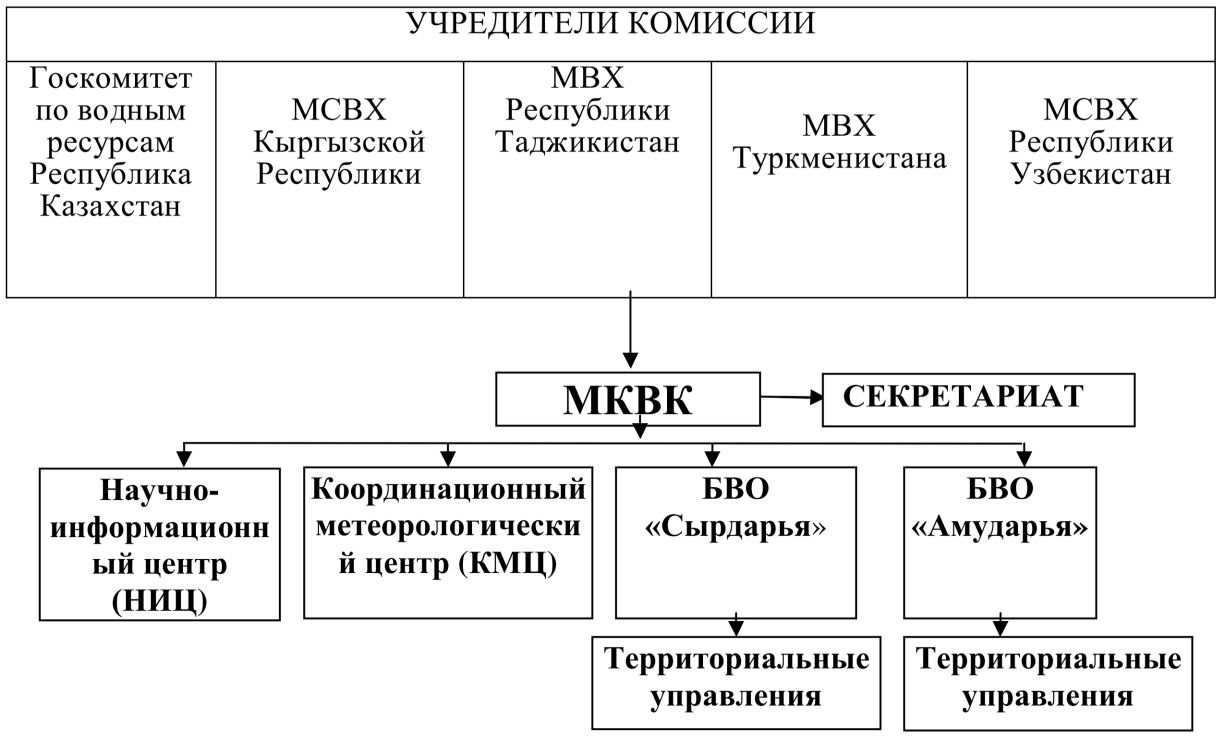


Рис. 2

На НИЦ МКВК возлагаются функции исполнительного органа МКВК в подготовке проектов решений по вопросам перспективного развития и водохозяйственной политики, совершенствования управления и использования вод, а также улучшения экологической ситуации в регионе.

На КМЦ МКВК возлагаются функции метеорологического органа МКВК. Он осуществляет координацию технической политики и ее практическую реализацию в сфере метеорологического обеспечения программ и решений МКВК по использованию, охране и учету водных ресурсов в источниках и водохозяйственных системах.

Для решения водно–энергетических проблем государств Центральной Азии необходимо соблюдение государствами региона многосторонних основных универсальных договоров в сфере международного водного права в рамках ООН - Деклараций и Конвенций.

Принцип 21 Стокгольмской Декларации ООН от 16.06.1972 г. провозгласил: «В соответствии с Уставом ООН и принципами международного права государства имеют суверенное право разрабатывать свои собственные ресурсы согласно своей политики в области окружающей среды и несут ответственность за обеспечение того, чтобы деятельность в рамках их юрисдикции или контроля не наносила ущерба окружающей среде других государств или районов за пределами действия национальной юрисдикции».

Этот Принцип Стокгольмской Декларации нашел свое дальнейшее развитие и подтверждение также в Принципе 2 Декларации по окружающей среде и развитию от 14.06.1992 г., принятой Конференцией ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро. Принцип 19 данной Декларации провозгласил «Государства направляют потенциально пострадавшим государствам своевременные предварительные уведомления и соответствующую информацию о мероприятиях, которые могут иметь значительные негативные трансграничные последствия, и проводят консультации с этими государствами на раннем этапе и в духе доброй воли».

В Конвенциях ООН:

- Об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте от 25.02.1991 г.
- По охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер от 17.03.1992 г.
- О несудоходных видах использования международных водотоков от 21.05.1997 г.,

В первой Конвенции четко определены понятия трансграничных вод. По ним все составляющие рек Амударья и Сырдарья являются трансграничными водами. В Конвенциях отражены основные принципы и нормы поведения государств в области использования трансграничных вод, обязательство межгосударственного сотрудничества, регулярный обмен данными и информацией между государствами.

Следует особо подчеркнуть, что неучастие какого-либо государства в вышеуказанных Декларациях и Конвенциях само по себе не означает, что такое государство не связано с основными принципами таких универсальных международных документов, которые в настоящее время приобрели характер норм обычного международного права.

Проблемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна Аральского моря также были отражены в Нукусской (20.09.1955 г.), Алматинской (28.02.1977 г.) и Душанбинской (16.10.2002 г.) Декларациях.

В последние годы был принят ряд Соглашений между государствами Центральной Азии об использовании топливно-энергетических и водных ресурсов (Ташкент, 05.04.1998 г.), о параллельной работе энергетических систем государств Центральной Азии (Бишкек, 19.06.1996 г.) и другие. Был принят ряд решений Глав государств

Центральной Азии о создании водно-энергетического Консорциума государств региона (Ташкент, 26.03.1998 г.; Бишкек, 26.06.1998 г.; Душанбе, 27.09.2005 г.)

Однако, несмотря на наличие вышеперечисленных Деклараций, Конвенций и Соглашений, водно-энергетические проблемы государств Центральной Азии не решаются до конца. Решения Кыргызстана о строительстве Камбаратинских ГЭС 1 и 2, Таджикистана - Рогунской и Сангтудинской ГЭС - будут влиять на водообеспеченность нижележащих государств (Туркменистана, Казахстана, Узбекистана), особенно, в маловодные годы. Не вступая в большую дискуссию по этим вопросам, так как в прессе, Интернете и международных источниках её было достаточно, хочу высказать позицию Узбекистана.

При необходимости строительства гидроэнергетических объектов на трансграничных реках Центральной Азии необходимо следовать существующим Соглашениям и провести независимую экспертизу намеченных проектов по эгидой ООН и ее полномочных структур, которая сможет объективно оценить как обоснованность самого проекта, так и все возможные его последствия, включая вопросы экологии, водного баланса, угроз техногенных катастроф, и только после получения удовлетворительного ответа на все поставленные вопросы продолжить проектирование и строительство этих объектов. Здесь необходимо отметить, что Таджикистан согласился на проведение независимой международной экспертизы проекта и строительства Рогунской ГЭС и водохранилища.

Настало время обратить внимание еще на одну проблему – это техническое состояние трансграничных гидроузлов в государствах Центральной Азии в свете произошедшей аварии на Саяно-Шушенской ГЭС в России 17 августа 2009 г.

Необходимо отметить, что большинство плотин в регионе построены 30-40 лет назад и требуют тщательного наблюдения за техническим состоянием и проведения соответствующего объема ремонтно-восстановительных работ. ***Однако недостаточное финансирование таких работ ведет к повышению вероятности аварий гидросооружений и, соответственно, увеличению риска для территорий, расположенных ниже по течению рек, прорыв какой-либо плотины может иметь самые разрушительные последствия. Поэтому настало время на региональном уровне проверить техническое состояние всех крупных гидроузлов Центральной Азии для предотвращения различных аварий в будущем.***

В Узбекистане вопросы безопасности плотин регулируются специальным Законом «О безопасности гидротехнических сооружений», принятым в 1999 г. По всем каскадам ГЭС энергосистемы республики разработаны и прошли экспертизу декларации безопасности гидротехнических сооружений, которые утверждены экспертным советом Госинспекции «Госводхознадзор» при Кабинете Министров РУз. Согласно «Положению о централизированном обследовании и оценке технического состояния гидротехнических сооружений» в Республике Узбекистан один раз в пять лет проводится обследование состояния гидротехнических сооружений и уровня их эксплуатации. Обследование проводится комиссиями по специальной программе с учетом проектных парно-и научно-исследовательских организаций, государственной инспекции «Госводхознадзор» и инспекции «Узгосэнергонадзор», представителей наладочных и подрядных организаций, специализированных служб ГАК «Узбекэнерго».

В Узбекистане также проводятся мероприятия по повышению коэффициента полезного действия (КПД), реконструкции, реабилитации и ремонту ирригационных систем. В настоящее время КПД внутрихозяйственной сети составляет 0,79, межхозяйственной сети - 0,82 и среднее значение по республике - 0,65.

В последние годы в республике широко внедряются водосберегающие технологии орошения сельхозкультур, бахчевых, садов и виноградников. В 2009 г. системы капельного орошения внедрены на площади 2200 га.

По данным НИЦ МКВК удельное использование воды в государствах Центральной Азии таково: Туркменистан – 23300 м^3/га, Таджикистан – 13800 м^3/га, Узбекистан – 11320 м^3/га, Кыргызстан – 7160 м^3/га.

В 2007 г. были приняты Указ и Постановление Президента РУз «О мерах по коренному совершенствованию системы мелиоративного улучшения земель» и «Об организации деятельности Фонда мелиоративного улучшения орошаемых земель при Министерстве финансов РУз». Согласно им, финансирование работ по мелиоративному улучшению орошаемых земель республики увеличилось в 5 раз. В 2010 г. на финансирование этих работ выделено около 100 млн долл. США, из них 40 млн - на строительство, 35 млн - на ремонт мелиоративных систем и 25 млн - на приобретение различной мелиоративной техники. Выполнение этих работ обеспечит улучшение мелиоративного состояния около 250 тыс. га орошаемых земель республики.

Для решения водно-энергетических проблем государств Центральной Азии необходимо:

1. Усовершенствовать организационную структуру управления и охраны водных ресурсов в центральной Азии. БВО «Амударья» и «Сырдарья» должны управлять реками от верховья до низовья.

2. Разработать и ввести в строй автоматизированную систему управления водными ресурсами бассейнов рек Амударья и Сырдарья, основанную на современной компьютерной технологии.

3. Принять согласованные со всеми государствами Центральной Азии предложения по решению основных проблем экологии окружающей среды в регионе-бассейне Аральского моря.

УДК 626.810

PREDICTION OF IMPROVED WATER PRODUCTIVITY ON-FARM LEVEL IN THE SELECTED COTTON FARMS OF FERGANA AND ANDIJAN PROVINCES OF UZBEKISTAN

K. Jumaboev, D. Eshmuratov, J. Mohan Reddy, O. Anarbekov, J. Kazbekov
International Water Management Institute (IWMI), Tashkent, Uzbekistan

Irrigated agriculture in Central Asia can only be developed through increase of crop yields and reduction of water volumes applied per unit of agricultural production. Thus to improve agricultural production, proper agronomic measures and irrigation schedules have to be developed considering local conditions. To assess existing water productivity, 9 farms have been selected along South Fergana Canal. A Soil-Water-Air-Plant (SWAP) model has been applied for the same fields to predict potential water productivity.

Introduction and study area

The Fergana Valley is located in the Southeast of the Central Asian region and the Eastern part of the Aral Sea Basin. It is almost entirely surrounded by mountains (the Ala-Tau Range in the North, the Tian Shan Mountains in the East and the Alai Mountains in the South), with the exception of the narrow Western opening through which the Syr Darya River drains into the lower basin of the Aral Sea. The larger central part of the valley falls within the Republic of Uzbekistan, while the northern and eastern fringes are located in the Kyrgyz Republic and a small area in the valley's West and Southwest belongs to the Republic of Tajikistan.

Nine indicative farms were selected along South Fergana Canal in order to collect existing cotton crop water productivity in Figure 1. In addition, the SWAP model was applied to see the effect of groundwater contribution to crop yields and consequently to crop yields. In

order to collect data from farmers fields, simple user-friendly form- which describes location of farm, area covered with major crop, type and kilogram of seed farmer applied for per ha, use of fertilizer and pesticides per ha, use of mechanisms for tillage and cultivation, use of labor, irrigation water supply and measurement of discharge with water flow meters, use of transport, fixed costs for agricultural production and finally yield of major crops- was developed and used. In addition, watertable elevation was also monitored, along with climatic data for calculating evapotranspiration and actual crop water requirements.

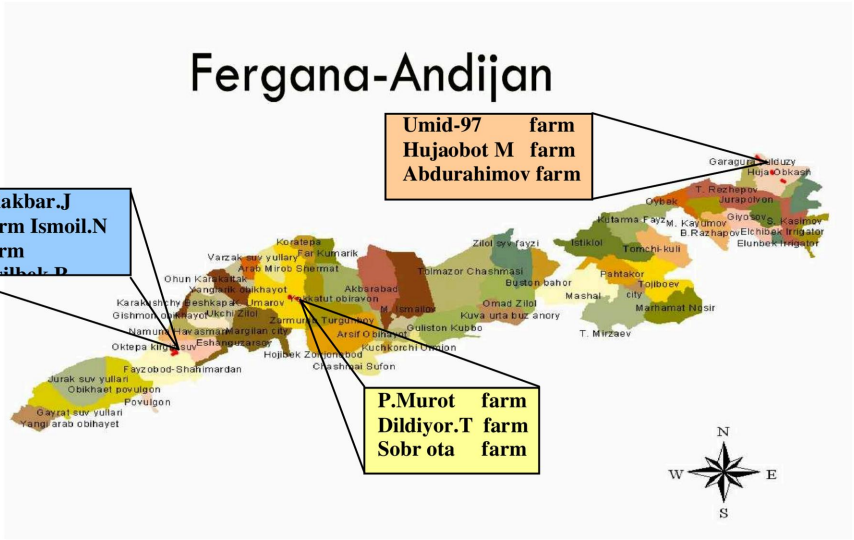


Figure 1 - Location of the study area in Uzbekistan

Three indicative farms from Hujaobkash WUA in Hujaobod district of Andijan, three indicative farms from Komiljon Umarov WUA in Tashlok district and three indicative farms from Fayzobod-Shahimardon WUA in Oltiariq district of Fergana Province were selected for crop water productivity analysis. The details of the indicative farms are given in Table 1.

Table 1 - Detailed characteristics of selected indicative farms

Country	Region	District	WUA	Name of Farmer	Area (ha)
Uzbekistan	Fergana	Tashlok	K.Umarov	Sobir Ota	1.7
				Dildiyor Turginboy	2.8
				Pulat Murot	5
		Oltiariq	Fayzobod	Ismoil qosimboy	7
				Alakbar Jasur	4
				Asilbek Rahimjon	6
	Andijan	Hujabod	Hojaobkash	Abdurahimov A	11
				Kobilov Mangit	5.3
				Umid 97	12

Water productivity analysis

Water productivity analysis combines physical accounting of water with yield or economic output to assess how much produce (Kgs) was obtained from use of water (Molden et al.2003). For this analysis, physical water productivity was calculated using where *WP* = the productivity of water in kg/m^3, *O* = crop output in kilograms, and *Q* = volume of water applied to the crop rootzone from all the sources such as irrigation water, rainfall, and groundwater contribution in m^3. The actual amount of irrigation water applied and the actual amount of seasonal rainfall received is presented in Table 2.

$$WP=O/Q$$

Information on the actual crop yields was obtained from the farmers, and information on the amount of rainfall during the crop vegetation period was obtained from the local meteorological station. Information on the actual amount of irrigation water applied was obtained from the WUAs. The amount of seasonal irrigation water applied per ha ranged from 1142 m^3/ha to 6195 m^3/ha, whereas the actual crop yields varied from 2850 kg/ha to 3500 kg/ha. Information on the elevation of watertable at the selected fields is given Table 2. Using this information, the actual water productivity was calculated using the actual crop yields and the amount of irrigation water applied during the season. The water productivity values ranged from 0.47 kg/m^3 to 0.77 kg/m^3, and are given in Table 2. However, there was one value of water productivity that was very high, 2.8 kg/m^3. A careful look at the data revealed that the elevation of watertable in this particular case was very high. In fact the watertable depth ground surface fluctuated between 35 cm and 75 cm during the vegetation period (Figure 2). Therefore, we wanted to estimate the contribution of groundwater to the crop rootzone. The only way to estimate this contribution of groundwater to the crop rootzone was using a simulation model.

Table 2. Actual and simulated scenarios for Fergana and Andijan

Farmer	Area (ha)	Actual Ground water level (cm)	Irrigation Water supply (m^3/ha)	Actual crop yield (kg/ha)	Actual water productivity Kg/m^3)	Simulated bottom flux (m^3/ha)	Rainfall (m^3/ha)	Total Applied Water (m^3/ha)	Simulate Water Productiivi Kg/m^3
Abduraximov	9	190	5241	3200	0.61	-1590	543	5784	0.55
Kobilov	4.8	200	4560	3200	0.7	-1480	543	5103	0.63
Umid-97	10	195	4010	3100	0.77	-610	543	4553	0.68
Dildiyor T	2.6	250	6035	2850	0.47	-2370	543	6578	0.43
Pulat Murot	5	60	1142	3200	2.8	1010	543	2695	1.19
Sobr Ota	1.8	>300	6020	2800	0.47	-1340	543	6563	0.43
Alakbar J	4.1	108	4663	3500	0.75	-1320	543	5206	0.67
Asilbek R	5.5	127	6195	3500	0.56	-2230	543	6738	0.52
Ismoil N	5	110	5105	3500	0.69	-1200	543	5648	0.62

SWAP model

This model has the capability to simulate unsaturated flow, solute transport, heat flow and crop growth in the soil-water-plant-atmospheric conditions at field scale. The model offers a wide range of possibilities to address practical questions in the field of agriculture, water management and environmental protection. Previous versions of this model were successfully applied in many hydrological studies for a variety of climatic and agricultural conditions (Kroes, et al 1999). Options exist for irrigation scheduling, drainage design, prediction of depth to watertable, soil salinity and leaching of nitrogen and pesticides. In this report, we used *SWAP* to identify potential crop yield under different irrigation water application scenarios considering watertable depth, soil type and climate data for improving crop water productivity. More details on the *SWAP* model and how to use it can be found in the above reference. Climatic data, soil characteristics, actual decadal watertable elevation, crop characteristics, and irrigation water

Results and conclusions

Data analysis (Table 2) indicated that maximum cotton water productivity of 2.80 kg/m^3 was achieved in Pulat Murod farm, where actual water supply was 1142 m^3/ha (hydromodule zone IX, irrigation rate 3500 m^3/ha, watertable depth 60 cm) and crop yield was 3200 kg/ha. Conversely, low cotton water productivity of 0.47 kg/m^3 was obtained on Sobir Ota where the farm water supply was 6020 m^3/ha (hydromodule zone III, irrigation rate 6200 m^3/ha, water table lower than 3 m) and crop yield was 2800 kg/ha. In Pulat Murot farm, the watertable was close to the rooting depth of the crop; therefore, less irrigation water was applied to this field because of contribution from watertable. The simulated groundwater contributions ranged from

+1010 m3/ha to -2370 m3/ha. Negative values indicate outflow from the crop rootzone to the watertable. In other words, the negative values indicate the predicted amount of deep percolation losses from the crop rootzone. Higher deep percolation losses indicate lower efficiency of the irrigation application system due to poor layout, operation, and management of the irrigation system.

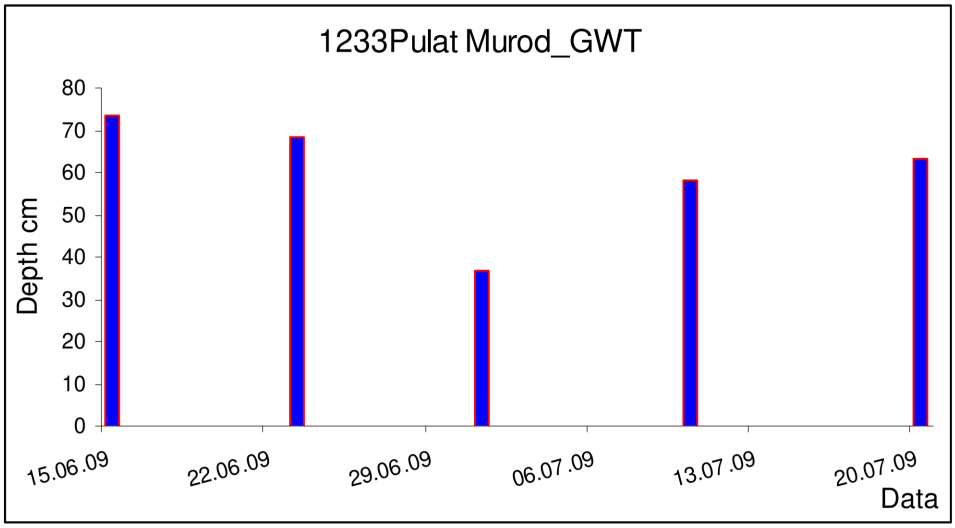


Figure 2. *GWT* at Pulat Murat field supplied to the selected fields was provided as input to the model. The results of the simulation are presented in Table 2.

Conversely, the positive values of groundwater flux reflect the net amount of groundwater that has flown into the crop rootzone. Therefore, the actual amount of water applied to the crop rootzone is the sum of the irrigation water, rainfall amount, and groundwater contribution. Therefore, the total amount of water supplied to the crop rootzone was 2695 m3/ha, which is significantly less than the potential crop ET for this region. Obviously, the difference between the actual ET and the total amount of water supplied to the crop rootzone was derived from groundwater that is within the crop rootzone.

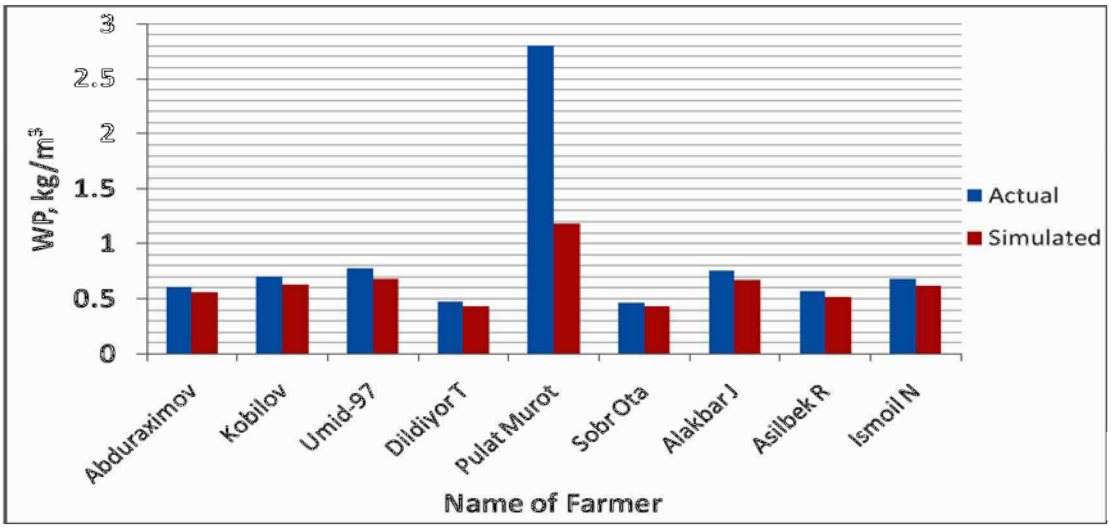


Figure 3 - Existing cotton crop water productivity in selected fields

The total amount of water supplied to the crop rootzone was calculated by summing the irrigation water supply, groundwater contribution, and rainfall amount. Groundwater contribution was only present in Pulat Murot's field. The water productivity of cotton crop was calculated using the new values of the total amount of water supplied to each field from all the

three sources-irrigation, rainfall, and groundwater. The two different values of water productivity for each field are presented in Figure 3. The water productivity for Pulat Murot's field decreased from 2.8 to 1.2, which is a significant change, but is a more realistic value. Large values of high water productivity with a small amount of irrigation water indicate that existing shallow groundwater could be potentially used to increase area under irrigation using the canal water supplies in Fergana Valley!

REFERENCES:

1. IWMI, 2009. Water Productivity Improvement Project Progress Report, 2009. IWMI-Tashkent, Uzbekistan.

2. Kroes, J.G., van Dam, J.C., Huygen, J., and Vervoort, R.W. 1999. Users Guide of SWAP version 2.0. Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere-Plant environment. Technical document 53, DLO-Winand Staring Center, Report 81, Department of Water Resources, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

3. Molden, D.J., Sakthivadivel, R., Perry, C.J., de Fraiture, C., and Kloezen, W.H. 1998. Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems. Research Report 20, IWMI - Colombo, Sri Lanka.

УДК 626.810

PROMOTING AGRICULTURAL INNOVATION SYSTEM IN CENTRAL ASIA FOR BETTER WATER PRODUCTIVITY AT PLOT LEVEL

S. Mukhamedjanov[1], J. Kazbekov[2], J. Mohan Reddy[3], H. Manthrithilake[4], L. Averina[5], D. Eshmuradov[6], I. Ruziev[7], R. Sagdullaev[8]

Regional Project Leader from the Scientific Information Center of the Interstate Commission for Water Coordination in Central Asia, SIC-ICWC, Researcher at the International Water Management Institute Central Asia, IWMI-CA, Researcher, Regional Project Leader from IWMI, Head of the IWMI in Central Asia, Researcher, Head of the Sri Lanka Program, IWMI, Regional specialist, SIC-ICWC, Consultant, IWMI-CA, Technician, SIC-ICWC,
Supported by the Swiss Agency for Development and Cooperation

The paper presents the short term results of the Water Productivity Improvement at Plot Level project[9] that is implemented in three countries of the Fergana Valley – Kyrgyzstan, Tajikistan and Uzbekistan. The baseline survey and assessment of the farmer's needs and constraints were carried out together with data collection on current levels of water productivity, mainly for cotton and wheat, main crops in Central Asia. To address farmer's requirements, a unique and innovative approach was selected for implementation. This

---

[1] Regional Project Leader from the Scientific Information Center of the Interstate Commission for Water Coordination in Central Asia, SIC-ICWC
[2] Researcher at the International Water Management Institute Central Asia, IWMI-CA
[3] Researcher, Regional Project Leader from IWMI, Head of the IWMI in Central Asia,
[4] Researcher, Head of the Sri Lanka Program, IWMI
[5] Regional specialist, SIC-ICWC
[6] Consultant, IWMI-CA
[7] Technician, SIC-ICWC
[8] Technician, SIC-ICWC
[9] Supported by the Swiss Agency for Development and Cooperation

necessitated the establishment of effective partnerships and linkages among research organizations, information processing centers, and existing extension agencies to serve the farmers better. The results of farmer surveys revealed that established partnerships between actors in the innovation cycle confirmed the appropriateness of the chosen strategy.

Introduction

In Central Asia (CA), poor management practices have resulted in unreliable, inadequate and inequitable water distribution, excessive water use, significant water losses and consequently waterlogging and large surface drainage volumes, all of which contribute to potential conflicts between water users. In many cases, irrigation methods applied at farm level are extremely wasteful, resulting in fields being over-irrigated, waterlogged, and the development of secondary salinization. The major reason for excessive water use and low crop yields at the plot level is the lack of knowledge and resources for farmers. This clearly indicates that the issue is not of water scarcity but that of management (WPI, 2008).

Water productivity concept is new to the region. The productivity of land in terms of yield, e.g. "yield per hectare", was the concept used during the Soviet Union. Many contemporary studies suggested new concept of water productivity (Seckler et al., 2003; Molden et al., 2003: Molden et al., 2009). In Central Asia, currently, water saving and water productivity are inadequately addressed at plot level. Major deficiencies that were identified are: insufficiently leveled land, excessive plot size and furrow length with corresponding over-watering and deep percolation at the head-end and under-watering at the tail-end of fields, and insufficient attention to crop water requirements as well as soil water retention capacity.

Furthermore, in CA, the available information associated with crop water requirements has very little relevance with current day challenges of water scarcity and environmentally sound water use. There is a critical need to update this information on the basis of soil, crop and climatic conditions for different agro-ecological zones. Leveling of farmers' fields is generally poor and plot layouts are not adapted to soil conditions and water flow at the farm gate. Changing and adapting plot and furrow layouts and leveling fields are therefore considered to be important elements to minimize water losses and improve water productivity.

Following the reform in the agricultural sector of post-Soviet Central Asia, SDC initiated the IWRM-Fergana valley project to improve institutional and organizational requirements for transparent, reliable and crop demand-based water allocation and delivery to farmers. This project focused predominantly on the institutional, organizational and management aspects related to reliable, timely and adequate water supply to the farm gate. Activities at the plot level, i.e. within the farms, were subsequently initiated to assess the impact of reliable water availability on water use and crop yields. To take full advantage of the water savings potential created by the IWRM project, a specific focus on plot level water use efficiency and productivity was initiated. This paper discusses the first steps, since the beginning of the project in January of 2009, in establishing effective partnerships for linking research, extension and farmers for improving productivity.

Setting the Stage for the Project

The inception phase of the water productivity improvement at plot level (WPI-PL) project was initiated in 2008. During this phase, the existing knowledge on water use, crop yields, water productivity and existing extension services in the three target countries, with a special focus on areas where IWRM project activities were being implemented, was reviewed. SIC, IWMI and local partners worked together, collected data from monitoring fields, agricultural departments, and other on-going projects in the region. Current extension services and practices and materials available for dissemination to farmers to improve productivity of water at the plot level were also reviewed during the inception phase (WPI, 2008). This information was reviewed to obtain a broader picture of the issues of water productivity at the plot level. In addition, the project contracted local consultants to review current situation on water productivity and extension services in all the three countries.

Major outputs of the inception phase were:

§ Database on water productivity at plot level was strengthened with field data gathered by partners in project regions. This database allows evaluation of basic trends of irrigated agricultural development in the region and provides an estimation of the impact of individual factors on efficiency of water use and crop production. This database is available to all research, water management and farmer organizations.

§ Dissemination of information and training was provided through existing advisory services in Kyrgyzstan and Tajikistan and through Basin Authorities of the Irrigation Systems (BISAs) in Uzbekistan. This included trainings for extension workers, and production and distribution of various information bulletins and leaflets.

§ Training of free lance consultants available within WUAs as informal extension workers to support farmers with their operational and planning questions to sustain higher yields while applying lesser quantity of water to their fields;

§ Situation analysis clearly revealed that farmers use excessive water, do not follow recommended practices, and that water productivity is generally low, the common problem is the lack of knowledge about actual crop water requirements, unstable water supply to farms during the irrigation inadequate access to finances;

§ The analysis of the current extension strategies in CA revealed that the agricultural extension systems are fragmented due to changes that these countries are experiencing with regard to different agricultural policies but can be mainstreamed through combination of state and donor efforts on policy and framework development to support extension.

Baseline situation – basis for interventions

The project organized the data collected from the demonstration sites to make assessment of the impact of the extension activities on water productivity. For that reason, each demonstration field was equipped with flow measurement structures to measure incoming and outgoing water at each demonstration site. Thus, in 2009, the project was able to gather baseline data on water productivity. Figure 1 presents information on water productivity of cotton crop in the demonstration sites. This graph consists of three types of information: WP of the delivered water at the plot level, and World's highest and lowest reported WP values (0.12 and 1.70 kg/m^3) for the given crop. As it can be seen, the WP of the delivered water to the demonstration sites ranged between 0.09 to 1.63 kg/m^3. This variation points to the gaps and potentials of WP rates in different plots, which were taken as baseline. The objective of the project was to improve water productivity by introducing a combination of agro-technical interventions. The highest WP observed in Matcha (Sugd, Tajikistan) and Bogdod (Ferghana, Uzbekistan) districts – 1.61 and 1.60 kg/m^3 correspondingly. In Matcha the reason was that bio-cotton project in Tajikistan was testing new variety of cotton with inter-cropping with mung beans, which increased the yield to 4.16 t/ha. In Bogdod, the higher WP is basically due to smaller amount of irrigation water applied (2 irrigations totaling 2100 m^3/ha) owing to high groundwater table (1.0-1.5 m).

Information on WP of wheat is given in Figure 2. The graph shows lowest WP of 0.63 kg/m^3 in Pakhtabad (Andijan, Uzbekistan) due to high volume of applied water (8 irrigations with 7900 m^3/ha of water) due to sandy-gravel soils with high permeability rates and deep groundwater tables. Highest WP values were observed in 4 demonstration sites in Andijan (Uzbekistan) and Osh (Kyrgyzstan) averaging at about 1.5 kg/m^3, but is still less than the highest World's observed WP of 2.60 kg/m^3 indicating the potential for improvement, which is the basis for our project.

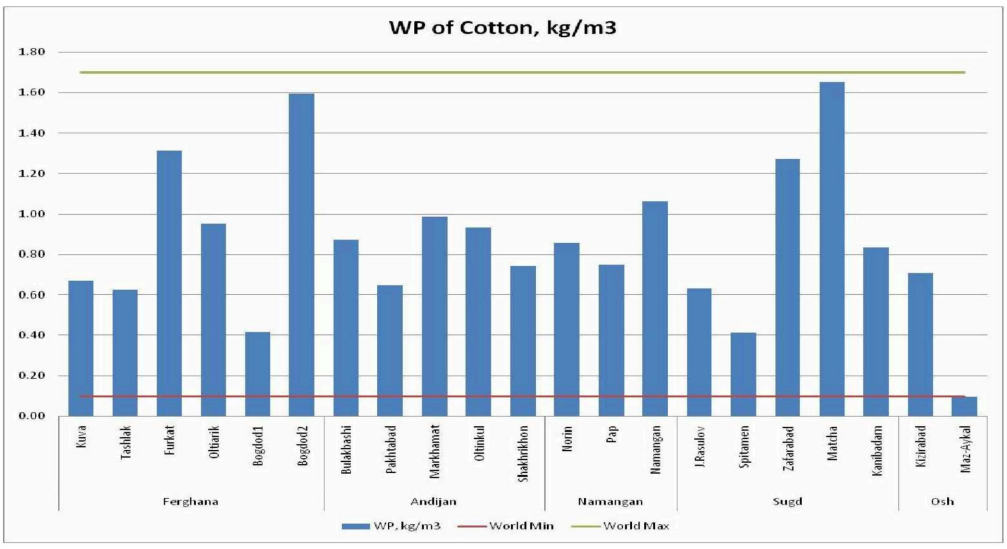


Figure 1 - Water productivity of cotton at demonstration sites in Fergana Valley

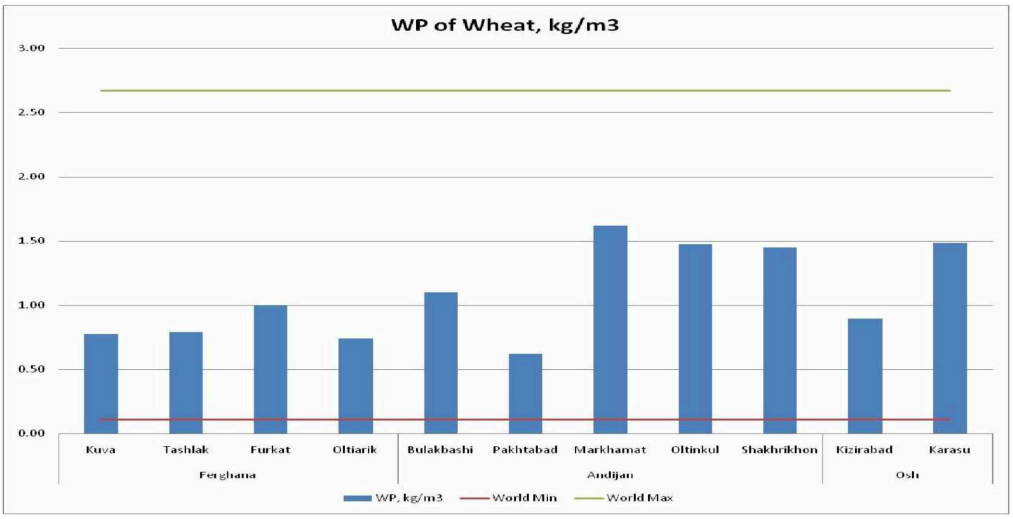


Figure 2 - Water productivity of wheat at demonstration sites in Fergana Valley

Effective partnerships to promote agricultural innovation system

The national partners were selected in compliance with the criteria identified during the project formulation workshop held on 18-20 September 2008 and stakeholders' workshop on planning actions held on 19 November 2008. The selection was based on the criteria for such organizations which were identified by the stakeholders. The selected organizations, whose activities conform to three main directions of the project, are represented by scientific organizations, information centers and advisory services (disseminators) that already have experience in consulting, as well as sufficient technical, organizational and structural capacity to process and share knowledge with farmers. Project activities are implemented in all the three countries of Fergana Valley: Kyrgyzstan, Uzbekistan and Tajikistan. The project implementation started in January of 2009.

There are 18 key partners working within the project framework: 2 major partners in the regional group represented by SIC -IWMI association, and 16 national partners and organizations selected for implementation of project tasks (Figures 3 and 4). In Osh City, in the premises of Osh BWMD, the country office of the project of Kyrgyzstan is located. Training room and the country office of the project in the Republic of Tajikistan are located in Khodjent City in the space provided by the Sogd PDMWR. The country office of the project in the Republic of Uzbekistan is located in the premises of Naryn-Karadarya BISA in Andijan City.

In compliance with the proposals of the national partners, regional group jointly with them approved districts, WUAs and demonstration fields (by permission of farmers who agreed to organization of demonstration fields). Figure 3 shows the map of location of demonstration fields within the framework of Fergana Valley Project. The total number of demonstration fields is 26 with the following breakdown by countries: Kyrgyzstan 6, Tajikistan 5, and Uzbekistan 15.

In Kyrgyzstan, advisory work with farmers and dissemination of advanced technologies is carried out through 13 main trainers or consultants: agro-technicians of Osh RAS and hydro technicians of WUA Support and Regulation Division. Both organizations are working in the same districts. Osh RAS, based on its demonstration fields, consults farmers regarding agro-technical arrangements. The WUA Support and Regulation Unit focuses on implementing measurement of water flow in outlets and internal distribution of water between farmers. WUA Support Unit reconciles its advisory activity with that of Osh RAS.

In Tajikistan, project activities are implemented in 6 districts of Sogd Oblast, based on advisory services of "Irrigation and Agrarian Consulting" Ltd, and "Zarzamin" Ltd, with 8 main trainers and consultants trained within the project framework.

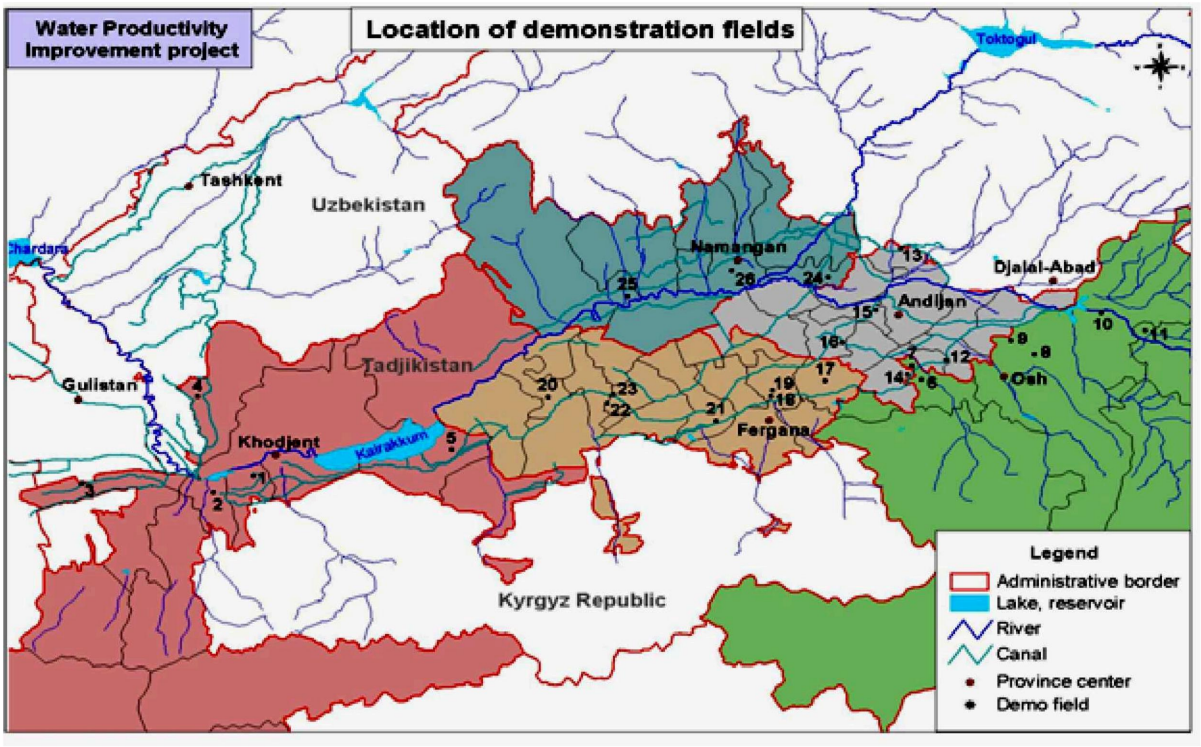


Figure 3. Map of location of demonstration fields within Fergana Valley:
Tajikistan: *1-Buri Kurmas, 2-Shark, 3-Navbahor, 4-Amakjon, 5-Khimoyatbonu;*
Kyrgyzstan*: 6-Tukhtarov, 7–Tolobekov, 8-Abbsatorov, 9-Kyrgyzbaeva, 10-Mamafaliev, 11- Jusubaliev;*
Uzbekistan: *12–Akiev, 13-Abdurahmon ota, 14–Mirzakhmad sahovati, 15–Baht imkon rivozh, 16 Dilshoda, 17-Kahramon davlat, 18–Ergash ota, 19–Sobir ota, 20-Botirjon, 21–Artikov, 22–Kosimov, 23–Nilu, 24–Durdona Gayrat, 25-Omonov, 26–Nabijon ota*

In Uzbekistan, the following BISAs are selected as dissemination organizations: Syrdarya-Sokh, Naryn-Karadarya and Naryn-Syrdarya, which cover 13 districts of Fergana, Namangan and Andijan Oblasts.

Till present partners were identified; conditions were created for their work and established effective interaction between them. Key coordinators and project executors were identified and approved, jointly with the ministries. A system for interaction between partners is created in each country and strategies were developed for national groups' actions. This short

period of implementation, showed the strengths and weaknesses of each partner, including their successes and failures with regard to organizational matters which, mainly, are not connected with project contextual part. For the first time, approbation of work and "contact" between the regional groups and national partners took place and, cooperation between all the partners has been established.

Farmers' needs and matching them with known approaches

Based on materials of field monitoring on water use and agro-technical measures, the following problems were identified to develop, plan and implement the dissemination strategy which was based on needs of farmers (WPI 2009):

§ top-heavy irrigation rates are used everywhere;

§ grate losses on runoff and filtration because of low level of knowledge and non-observance of technology of irrigation;

§ absence of water account at taps of farms

§ instable water supply at farm border

§ incorrectly chosen technological schemes and parameters of furrow irrigation

§ discrepancy between planned irrigation modes and required ones

§ low quality of lands leveling

§ relatively low quality of separate agro-technical arrangements

§ absence of plan-schedule of water use

The partners assessed compliance of certain farmers' needs with the ones identified earlier and prepared the list of technologies that are already available for dissemination and those that need to be developed further and adapted to the local conditions. The national team of Kyrgyzstan achieved considerable progress in execution of all the works; they obtained unity in thoughts and certain synchronism among all players. In particular, out of the technologies selected at the preparatory stage, they clearly identified the list of technologies for dissemination (17 out of 19); 2 technologies need to be developed further through adaptive research in ER 5. They carried out a written survey among farmers. More than 100 farmers have been surveyed, and they discovered a new technology of reinforcing heads of furrows and proposed to disseminate it among farmers.The Tajikistan team, by efforts of OO IAC and provincial coordinator and partially by CECI, succeeded in achieving all planned indicators. It's typical that disseminators try to persuade farmers into installing water meters at their own expenses and prove that this will enable them to reduce their payments, sometimes 2 times, compared to hectare-based payment. By the efforts of provincial coordinator in Tajikistan they developed a legal mechanism and package of documents for farms and irrigation water suppliers for their effective interaction.

In Uzbekistan, the project implementation although it is not visible the clear inter-linkages between research, information centers and disseminators and insufficient information work on determining the needs of farmers, it is necessary to mention the great efforts of information center, which was able to integrate all the problems and inconsistencies which were experienced in all three provinces and were able to train the specialists from Fergana and Namangan in the field. Owing to the appropriate actions taken by the information center, the disseminators were able to cover larger groups of farmers with advisory and improve farmers' knowledge. In contrast to Tajikistan and Kyrgyzstan, Uzbekistan partners were able to present full and reliable information which was needed for the analysis.

Transfer of technologies into a farmer-friendly language and dissemination

Trainers have been selected, strategy and approaches for farmer and disseminator training have been identified in all the republics. On three tertiary level canals and on 15 outlets (in total), they have introduced water measuring systems to each farmer and introduced volumetric pricing. Selected leaders of outlets register water volumes, distribute irrigation water among farmers and maintain documentation. Training materials were prepared on the basis of the documents compiled. Strategy of setting up farmer schools under WUA is being developed in

Uzbekistan. Monthly agro-ameliorative bulletins and recommendations in the national languages are extended among farmers. Demonstration fields have been selected and equipped. The regional group has expressed its opinion and made the preliminary proposals on organizing farmer schools.

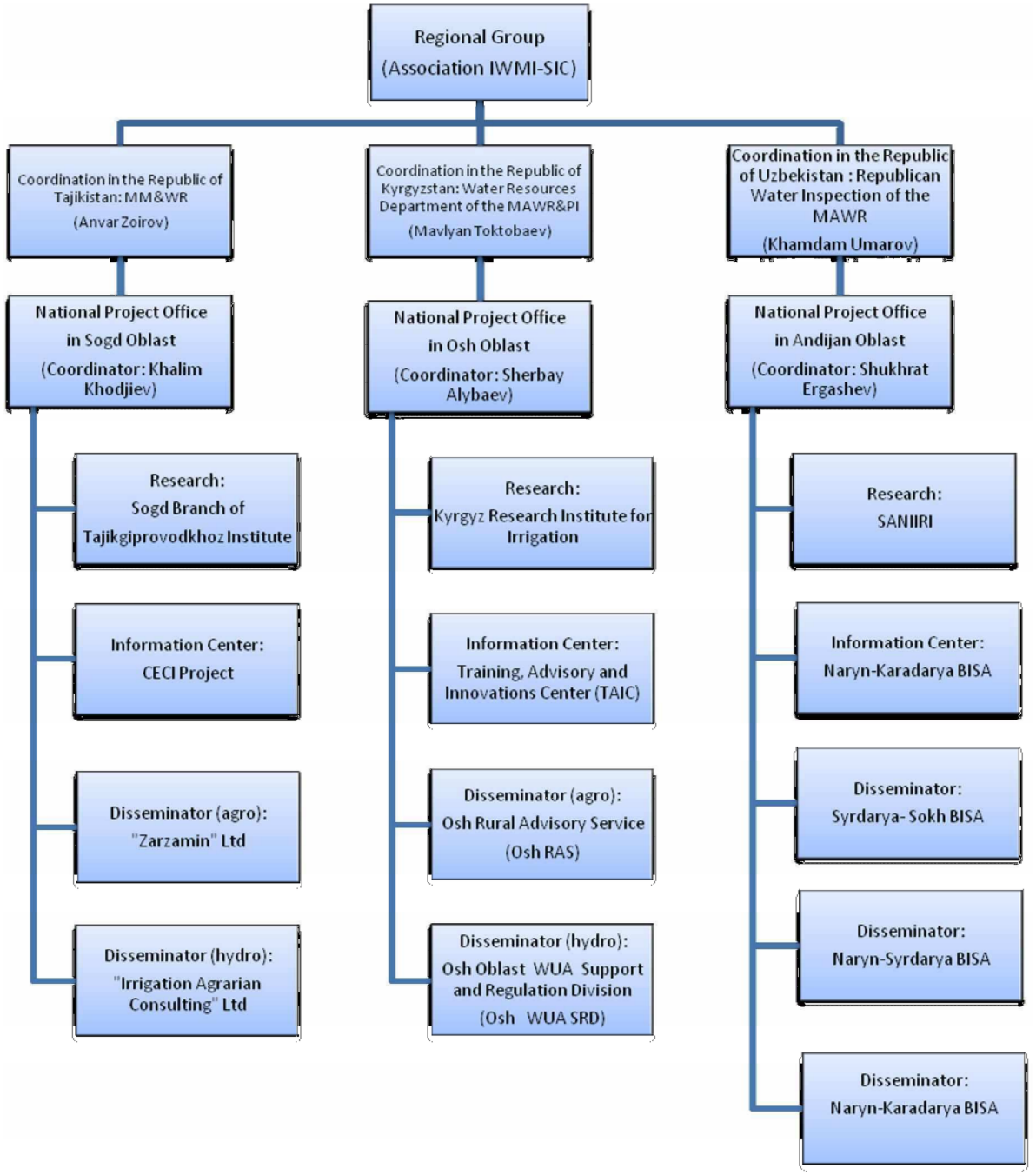


Figure 4 - Structure of project organization and partners in the three countries

In Uzbekistan, trainers and BISA implementing officers have a vague idea on principles of working with farmers, advisory activities are at an inappropriate level, and field trainers are unable to implement approaches and activities proposed during the IWRM-Fergana Project. The same can be said about Tajikistan, especially Zarzamin Ltd., the performance of its specialists is quite poor. In CECI Information Center professionalism of its specialists, as key players in the overall project chain, is not evident. The only exception is RAS. It's worth mentioning that Kyrgyzstan, based on good interaction between partners, managed to organize a successful

advisory work with farmers. Table 1 gives information on the trainings and the dissemination activities that were undertakenwithin the project.

It's important to mention that some training courses were conducted without considering farmers' actual needs. Such trainings, as a rule, did not produce much effect. Project implementers, e.g. we should pay attention to this.

Table 1 - Total number of trainings held within the framework of WPI-PL Project

Training organizer	Number of trainings	Number of participants	Whom the training is meant for
TAIC	5	35	Trainers
Osh WUA SRD	3	93	Farmers
Osh RAS	6	162	Farmers
Total for Kyrgyzstan	14	290	
CECI	9	90	Trainers and farmers
RAS	8	555	Farmers
Zarzamin	9	244	Farmers
Total for Tajikistan	26	889	
Andijan IC	12	226	Trainers and farmers
Fergana BISA	1	28	Farmers
Namangan BISA	3	70	Farmers
Andijan BISA	5	98	Farmers
Total for Uzbekistan	21	422	
Total for the project	61	1601	

Conclusions

The project's short period was the period for gaining experience from this newly established structure of the project, and there are some instances that require proper analysis, removing of shortcomings, and enhancement of progress already made. The established partnerships between innovation cycle participants, which formed the basis of the project, has already confirmed the appropriateness of the chosen strategy. Notwithstanding the relatively short time period, the project managed to launch the first innovation cycle, taking into consideration those farmers needs that we had at the beginning of the innovation cycle and based on the technologies proposed by the project and selected by the partners (WPI, 2009).

It's worth mentioning that farmers do not completely understand the importance of proper use of water, receiving consultations and advices from the trainers of disseminating organizations, they hardly familiarized themselves with all the aspects of the set of necessary and important instruments, they do not use in full the advices received. In most cases irrigation norms are exceeded, production indicators are low, but the main objective is achieved – people understand the importance of the proposed technologies, there's a desire to use them and they are supported in implementation. Today we can state with certainty that the farmers changed their attitude to water, they understood that water has other dimensions like electrical energy, water can be and must be regularly measured, they must know the norms of water use. And this is one of the major achievements of the project so far.

The work on discovering farmers' innovations, their assessment and processing for the purpose of their implementation is implemented partially. Currently innovations have been identified in Kyrgyzstan and Uzbekistan, they need to be studied and approved. For example, in Kyrgyzstan farmers are using improvised or available means ("baklashka"), deliver needed amount to furrows. In Uzbekistan a farmer from Altynkul District uses magnetized water for irrigating wheat fields. Assessment and monitoring shows that farmers have a substantial capacity in terms of innovations, but during the period untill now the project and national partners could not tackle this matter in real earnest. This is so because for the partners the

organizational part of the project proved to be labor-intensive, and advisory work and adjustment of dissemination strategy took a lot of time and required a lot of effort.

Such experiment with the involvement of numerous partners and of substantial scale is being implemented for the first time and it is a kind of innovation in project works. Results from our approach will be reported in the near future!

REFERENCES:

1. Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M., Kijne, J. *Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution*. Journal of Agricultural Water Management. http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.023

2. Molden, D., Murray-Rust, H., Sakthivadivel, R., Makin, I., 2003. *A water-productivity framework for understanding and action*. In: Kijne, J.W., Barker, R., Molden, D. (Eds.), Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. CABI Publishing and International Water Management Institute, Wallingford, UK/Colombo, Sri Lanka.

3. Seckler, D., Molden, D., Sakthivadivel, R., 2003. *The concept of efficiency in water resources management and policy*. In: Kijne, J.W., Barker, R., Molden, D. (Eds.), Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. CABI Publishing and International Water Management Institute, Wallingford, UK/Colombo, Sri Lanka.

4. WPI., 2008. *Water Productivity at Plot Level in Central Asia: Inception Report*. Prepared by the SIC ICWC and IWMI under the Water Productivity Improvement at Plot Level Project. Tashkent.

5. WPI., 2009. *Water Productivity Improvement at Plot Level Project. Annual Progress Report for 2009*. Prepared by the SIC ICWC and IWMI under the Water Productivity Improvement at Plot Level Project. Tashkent.

УДК 626.810

IRRIGATION PRICING ALTERNATIVES FOR WATER USER ASSOCIATIONS IN CENTRAL ASIA[1]

Dennis Wichelns, Oyture Anarbekov, Kakhramon Jumaboev, Herath Manthrithilake
Principal Researcher/Economist, IWMI-HQ; Senior Research Officer IWMI Subregional Office in Central Asia; Research Officer, IWMI Subregional Office in Central Asia; Senior Researcher, Head of Sri-Lanka Program at IWMI-HQ.

Overview

The price of irrigation services provided by water user associations should be determined with three goals in mind: 1) Recovering the fixed and variable costs of providing the services, 2) Generating sufficient funds to maintain, repair, and replace durable assets, and 3) Communicating scarcity conditions in a manner that encourages all irrigators to use water efficiently. Given these objectives there are several pricing structures to consider. Perhaps the simplest is to divide the total costs of providing irrigation service, including the cost of water and the annual revenues required to maintain capital assets, by the area served, and to charge each farmer a fixed price per hectare, based on that calculation. This approach, known as area-based pricing, can achieve the first and second goals of recovering costs and generating funds for maintaining assets, but it will not communicate scarcity conditions or motivate efficient water use.

[1] This study has been done along Integrated Water Resources Management In Fergana Valley (IWRM-Fergana) project executed in a Consortium of the International Water Management Institute (IWMI) and the Scientific Information Centre (SIC) of ICWC, financed by SDC (the Swiss Agency for Development and Cooperation).

A variation of area-based pricing involves modifying the per-hectare charges to reflect the average amount of water delivered for irrigation of selected crops. For example, a water user association might assess a higher charge per hectare for land in cotton, than for land in wheat, given that farmers generally apply more water on cotton than on wheat. Such a variation provides a small incentive to choose crops that require less irrigation water, while retaining the simplicity of recovering irrigation service costs through a land-based assessment. However, the incentive effect can be quite small, particularly given substantial differences in the potential revenues earned by producing alternative crops.

A second variation of area-based pricing involves the combination of a charge per hectare of land with an allocation of water per hectare. If the amount of water available within a water user association is less than the sum of farm-level demands, the association might implement a per-hectare charge to recover fixed and variable costs, while also limiting water deliveries per hectare to each farmer. For example, each farmer might be required to pay an annual assessment per hectare, to secure delivery of no more than a clearly specified annual water allocation. Limiting water deliveries per hectare provides a strong incentive to use water efficiently, provided that the annual allocation is binding. That is, if the annual water allocation is the limiting input from the farm-level perspective, farmers will be encouraged to use their annual allocation efficiently.

Volumetric water pricing also will encourage efficient water use if the price per unit of water reflects all the costs of developing and delivering the water to farmers. In theory and in practice, when faced with volumetric water prices, farmers will consider the incremental farm-level cost of water and the incremental gains obtained from each irrigation event, when determining how much irrigation water to purchase. If water prices reflect all costs, then farm-level water use decisions will be efficient from both the farm-level and societal perspectives. Volumetric prices can be adjusted easily over time to reflect changes in the costs of providing irrigation services and changes in water scarcity conditions.

A volumetric water pricing strategy can be implemented in pure form or in combination with a per-hectare assessment. In a pure form strategy, all of the fixed and variable costs of providing irrigation services are reflected in the per-unit price of water delivered to farmers. This approach provides the strongest incremental incentive for using irrigation water efficiently. The primary disadvantage of the pure form strategy is that in years with limited water supplies or in years when farmers purchase less water than planned, a water user association might not generate sufficient revenue to cover all of its fixed and variable costs.

This disadvantage can be overcome by including both a fixed and volumetric component in the water pricing structure. Some or all of the fixed costs might be recovered through a per-hectare assessment on land, while some or all of the variable costs might be recovered through a volumetric water charge. In theory, such a mixed pricing strategy – known also as a two-part tariff – can increase the likelihood that a water user association will recover its fixed costs, while also providing a meaningful incentive for farmers to use water efficiently.

In this report, we consider the prospects of using these alternative pricing strategies for recovering the fixed and variable costs of water user associations in Central Asia, while also encouraging farmers to use water efficiently. We focus primarily on the use of volumetric water pricing and two-part tariff strategies, as these approaches provide stronger incentives for efficient water use than land-based pricing programs. We acknowledge that some water user associations might choose the simpler strategy of implementing land-based charges, yet we encourage all water user associations to consider pure form volumetric water pricing and two-part water tariffs. We note also that in addition to selecting an appropriate water pricing strategy, water user associations must ensure that farmers comply with association policies and remit the appropriate service charges, to ensure a high degree of revenue collection. Allowing farmers to receive irrigation water without full payment of the fixed and variable components of water charges will undermine efforts to achieve financial sustainability.

1. Irrigation Service Pricing Alternatives

1.1 Area-based Pricing

Area-based water charges are determined by dividing the sum of the fixed and variable costs of providing irrigation services by the total area irrigated. For example, if the total annual costs of operating a water user association, including the cost of water and appropriate charges for interest, depreciation, and investment is $ 50,000, and the area served is 1,000 hectares, each farmer would be assessed a land-based, annual charge of $ 50 per hectare. If revenue collection is successful, the water user association will recover all of its fixed and variable costs.

One disadvantage of this pricing strategy is the lack of an incremental pricing incentive that would encourage farmers to use water efficiently. Although farmers pay an area-based charge for irrigation services, the incremental price of water is zero. Thus, in theory, farmers will request a larger volume of water per hectare than they would request if water carried a positive incremental price. If water is scarce, the lack of an incremental price incentive can result in very inefficient water use, from both the farm-level and scheme-level perspectives. At the farm level, crop choices and irrigation volumes will not reflect the scarcity value that should be attributed to water resources. That is, farmers will not be encouraged to select crops that generate the greatest value with limited water. At the scheme level, irrigators at the head ends of some canals will over-apply irrigation water, while farmers at the tail ends of those canals will be unable to obtain sufficient irrigation deliveries.

Variations of area-based pricing strategies include assessing higher charges per hectare for crops that require more irrigation water. Such a program might influence farm-level cropping pattern choices in a small way, but it will not provide incentive to use water efficiently, as the incremental price of water remains zero. Another variation is to adjust the area-based assessments to reflect farm-level irrigation methods. For example, a water user association might assess a higher charge per hectare for crops irrigated with surface methods than for crops irrigated with sprinklers or drip systems. This approach might influence technology choice to some degree, but still the incremental price of water is zero. In addition, the correlation between irrigation technologies and volumes delivered is not perfect. Many farmers can irrigate very carefully with surface methods, while many farmers over-apply irrigation water with sprinklers and drip systems.

Implementing water allocations in conjunction with area-based water pricing can provide sufficient incentive for using water efficiently, particularly if the allocations are binding and tradable. Binding allocations encourage farmers to make wise choices regarding cropping patterns and irrigation deliveries. Even with a zero marginal price, they will choose to apply water in ways that maximize incremental values if the total volume available is limited. Ideally, water allocations should be made tradable, so that farmers may purchase and sell portions of their annual water allocations within a water user association. Such a program would enable a farmer with a high-value crop requiring an additional irrigation to purchase water from a farmer with a lower value crop who might voluntarily choose to forego an additional irrigation. Binding water allocations motivate efficient water use at the farm level, while making those allocations tradable encourages efficient water use at the scheme level.

1.2. Volumetric Water Pricing

In its purest form, volumetric water pricing recovers all of the costs of providing irrigation services through the price charged per unit of water delivered. By design, this form of water pricing provides the strongest incentive for using water efficiently, as it involves the highest incremental water price. The water price is determined by dividing the sum of fixed and variable costs of operating a water user association by the volume of water delivered each year. The price can be adjusted over time as farmers and water user association staff members gain experience with farm-level responsiveness to volumetric water prices and with changes in the relative prices of farm inputs and outputs.

The conceptual advantages of a volumetric water pricing strategy are found in the simple notion that farm-level water demand is dynamic – rather than static. When faced with volumetric water prices, farmers will not rely on published irrigation norms or crop water requirements to determine how much irrigation water they should apply. Rather, they will request water deliveries that reflect careful consideration of incremental costs and gains. Farmer will consider how their crops will respond to each additional irrigation event, and the incremental values pertaining to those responses. They will consider also the role of other inputs in enhancing crop production and the implications for net returns. Ideally, all inputs will be priced volumetrically and farmers will be encouraged to make wise decisions involving the full range of inputs they use to produce crops and livestock products.

Volumetric pricing requires volumetric measurement and billing, and these can be achieved using high or low technology approaches. In modern irrigation districts, water is measured accurately using propeller meters in farm-level turnouts or similar meters placed in straight sections of water delivery pipes. Such methods are fine where meters are affordable, but lower technology approaches are equally valid. For example, water user associations can estimate water deliveries using water flow rates and delivery times or by reading staff gauges and calculating volumes delivered through carefully constructed delivery channels. The key criterion in establishing a volumetric measurement protocol is to ensure that farmers and water user association personnel agree that the measurement method will provide an acceptable level of accuracy.

A potential disadvantage of pure volumetric pricing is that revenues will fall short of the sum of fixed and variable costs in years when the water supply is limited or when farmers respond to volumetric prices by notably reducing the volume of water they request for irrigation. This potential problem can be overcome by enhancing the pricing strategy to include both a fixed charge and a volumetric component. For example, a water user association might include some portion of its fixed costs in an area-based charge, while including some portion of its variable costs in a volumetric price for water. Such a combined structure, known also as a two-part tariff, can increase the likelihood that an association recovers its fixed costs, while also providing an incremental pricing incentive for farmers to use water efficiently. The board of directors or oversight council of each water user association can determine the precise allocation of fixed and variable costs between the two components of the two-part tariff.

Another variation of volumetric water pricing involves the use of increasing block-rate prices. The goal of such a program is to provide a strong incremental incentive to use water efficiently, while maintaining moderate water charges for farmers who do not over-apply

Examples of two-part water tariff systems

Several OECD countries (for example Australia, Austria, Denmark, Finland and the United Kingdom) with successful water pricing schemes, use a two-part tariff structure. Examples of developing countries that have successfully used the two-part tariff are South Africa, Argentina, India and Singapore. This has fixed and variable elements. One of the main advantages of the two-part tariff system is the stabilised revenue base it affords the supplier. The fixed element protects the supplier from demand fluctuations and reduces financial risks. The variable element charges the consumer according to his consumption level and therefore encourages conservation.

Source: Rogers et al.. 2002.

irrigation water. This can be achieved by selecting volumetric prices that rise sharply with the volume of water delivered, beyond a targeted application rate. The following example describes how such a program might be structured.

Suppose a water user association wishes to encourage all farmers to use no more than 6,000 m^3 of irrigation water per hectare of cotton. The association wishes to recover all of its fixed and variable costs, while also providing a persistent economic incentive for farmers to use water efficiently. An appropriate block-rate pricing structure might be the following. All farmers are required to pay an annual assessment of $ 50 per hectare, which is determined by dividing the association's annual fixed costs by its service area. If the variable cost of delivering water to farms is $ 10 per 1,000 m^3, the association could implement a volumetric charge of that amount, or it could implement an increasing block-rate structure that includes two volumetric charges. The association might charge $ 10.00 per 1,000 m^3 up to delivery of 6,000 m^3 per hectare, while charging $ 15.00 per 1,000 m^3 for deliveries in excess of 6,000 m^3 per hectare.

Such a pricing structure would enable farmers to apply more than 6,000 m^3 per hectare if they wish, but they would pay a substantially higher incremental price for those excessive water deliveries. Facing such a high incremental price, most farmers likely would choose to limit their water deliveries to 6,000 m^3 per hectare. The empirical values of the parameters of a block-rate pricing structure can be adjusted over time, as water user association personnel gain experience with farm-level responsiveness to this pricing strategy.

2. Examples of Volumetric Water Pricing for the Ferghana Valley

To demonstrate the design of volumetric water pricing structures, we consider to illustrate in one water user association in the Ferghana Valley for this article: 1) Isan Water User Association in Kyrgyz Republic. We construct a two-part tariff pricing structure in which the fixed costs of operating the water user association are included in a per-hectare, land-based assessment and the variable costs are included in the volumetric water price. The data and pricing structures reflect empirical information collected from the water user association during 2009 and 2010. When evaluating farm-level ability to pay for water services, we utilize farm budget information pertaining to crops produced in 2009 in each country (Appendix Table A10).

3. Isan Water User Association in Kyrgyzstan

The Isan Water User Association serves 2,032 ha of irrigated land in the Ferghana Valley of Kyrgyzstan. Currently, 475 farmers in 6 rural settlements belong to the association. Winter wheat and maize are the primary crops, while farmers also produce large areas of sunflowers, vegetables, and potatoes (Table 1).

The estimated aggregate irrigation requirement for 2009 in the Isan Water User Association, which reflects farm-level crop choices and water requirements for kitchen gardens, is 14 million m^3 (Appendix Table A4). Assuming a farm-level application efficiency of 65 % and a water user association delivery efficiency of 78 %, the association must purchase 27.7 million m^3 of water from the canal management organization (Appendix Table A4). The association plans to deliver 21.6 million m^3 to farm turnouts. We use this volume, which represents an average farm-level delivery of 10,631 m^3 per hectare, to calculate the volumetric component of the two-part tariff structure. By dividing all costs by the smaller volume of water delivered to farms, we ensure that the costs of water losses are recovered from farmers receiving water deliveries.

The planned budget of the Isan Water User Association includes both fixed and variable expenditures. The largest category of annual cash expenditures includes the salaries and benefits for year-round and seasonal employees. This category accounts for about 480,000 Kyrgyz Som, or about 45 % of the annual budget (Appendix Table A5). To determine the fixed and volumetric components of the two-part water tariff, we first separate the annual budget expenditures into fixed and variable components. Fixed costs include the expenditures for year-round employees, administrative expenses, and depreciation. Variable costs include expenditures for seasonal employees, operational expenses, and contributions to the reserve fund. Variable costs include also the planned payments for water to the Aravan-Akbura Canal Management Organization.

The association plans to purchase 27.7 million m^3 for 380,000 Kyrgyz Som, for an average cost of 0.0137 Som per m^3, or about $ 0.32 per 1,000 m^3 (1 USD = 43 Kyrgyz Som).

Table 1 - Crop areas served by the Isan Water User Association, Osh, Kyrgyzstan, in hectares

Crop	Area within the Association	Areas outside the Association	Sums
Winter wheat	345	138	483
Maize	316	143	459
Sunflower	241	5	246
Tobacco	75		75
Vegetables	225	110	335
Potato	124		124
Alfalfa, grass	55	37	92
Orchards	109	1	110
Kitchen-gardens	108		108
Sum	1598	434	2032

Given these assumptions regarding fixed and variable expenses, the planned annual fixed costs of the Isan Water User Association sum to 286,160 Kyrgyz Som ($ 6,655), while the planned annual variable costs are about 790,942 Kyrgyz Som ($ 18,394) (Appendix Table A5). Dividing the planned sum of fixed costs by the area served generates an annual fixed charge component of 141 Kyrgyz Som per hectare ($ 3.28 per ha), while dividing the planned sum of variable costs by the expected volume of water deliveries generates a volumetric component of 0.037 Kyrgyz Som per m^3 ($ 0.85 per 1,000 m^3) (Appendix Table A 6).

We consider the ability-to-pay for water on the part of Kyrgyz farmers by examining the proportions of total and net revenue that water expenditures would represent if the two-part tariff were implemented. We conduct our analysis for maize and wheat. Using data collected from farmers in the region (Appendix Table A10), we consider the total returns from maize and wheat production to be $ 652 per hectare and $ 832 per hectare, respectively, while the estimated net returns are $ 340 and $ 219 per hectare (Table 2). Given the fixed and volumetric components of the two-part tariff described above, average water service charges would range from 0.8 % to 1.5 % of total revenue in maize and wheat production, as farm-level water deliveries range from 4,000 m^3 per hectare to 8,000 m^3 per hectare (Table 2). Annual water charges would range from 2.0 % to 4.6 % of net revenue in maize and wheat production. We consider these ranges of proportional costs to be plausible and affordable for farmers producing maize and wheat.

4. Discussion

Our analysis of the planned budgets of water user associations (here it means 3 WUAs, one from Kyrgyz Republic, one from Tajikistan and one form Uzbekistan) and the crop budgets of farmers in the Ferghana Valley suggests that the costs of providing irrigation services can be recovered by implementing two-part tariff water pricing structures. The analysis suggests also that cotton, wheat, and maize farmers can afford to pay the fixed and variable components of those pricing structures, as the sums of these costs represent small portions of total and net revenues. While the fixed and variable components are reasonable, the two-part tariff structure will provide a financial incentive for farmers to manage water wisely, given that the farm-level annual cost of irrigation services increases with the volume of water delivered.

The planned costs of operating and maintaining water user associations, and the planned water volumes to be delivered each year, vary somewhat within the three associations we have examined. The planned fixed and variable costs, per hectare and per cubic meter, are highest in the Akbarabad association in Uzbekistan, even though this association receives water at no charge from the government. The planned total cost of $ 18.01 per hectare is about 50 % higher

than the planned cost in the Isan association in Kyrgyzstan ($ 12.33 per hectare) and about twice as high as the planned cost in the Ovchi-Qalacha association in Tajikistan ($ 8.57 per hectare) (Table 7). The notably higher planned cost in Akbarabad is due primarily to the large budget allocation for salaries and benefits, in comparison with the other associations. Planned expenditures for salaries and benefits are $ 12.98 per hectare in Akbarabad, while Isan and Ovchi-Qalacha plan to spend $ 5.51 per hectare and $ 2.95 per hectare on salaries and benefits, respectively. The observed variation in planned expenditures for salaries and benefits suggests that some water user associations might be more efficient than others in providing water delivery services, although we have not yet examined the quality of services provided.

Table 2 - Scenario Analysis for Two-Part Water Service Charges Isan Water User Association, Osh, Kyrgyzstan

Pricing Assumptions:							
Fixed component		3.28		US Dollars per hectare			
Volumetric Component		0.85		US Dollars per 1000m3			
Crop revenue Assumptions:				Maize	Wheat		
Total Revenue (US Dollars per ha)				652	832		
Net Revenue (US Dollars per ha)				340	219		
				Maize		Wheat	
				Proportions		Proportions	
Water Delivery	Fixed Charge	Variable Charge	Sum of Charges	Of Total Revenue	Of Net Revenue	Of Total Revenue	Of Net Revenue
(m3/ha)	($/ha)	($/ha)	($/ha)	(%)	(%)	(%)	(%)
4,000	3.28	3.41	6.68	1.0	2.0	0.8	3.1
5,000	3.28	4.26	7.53	1.2	2.2	0.9	3.4
6,000	3.28	5.11	8.38	1.3	2.5	1.0	3.8
7,000	3.28	5.96	9.24	1.4	2.7	1.1	4.2
8,000	3.28	6.81	10.09	1.5	3.0	1.2	4.6

The volumetric charge for water delivered to farms also is notably larger in Akbarabad ($ 1.23 per 1,000 m^3) than in Isan ($ 0.85 per 1,000 m^3) and Ovchi-Qalacha ($ 0.41 per 1,000 m^3), due partially to Akbarabad's plan to spend a substantial amount on seasonal workers, and partially to the smaller volume of water delivered per hectare. The planned average water delivery in Akbarabad is 7,900 m^3 per hectare, while average planned deliveries in Isan and Ovchi-Qalacha are 10,631 m^3 per hectare and 14,119 m^3 per hectare, respectively (Table 3). While the actual volumes of water delivered annually and the average costs are not yet known, the average cost of delivering water likely diminishes, to some extent, as the volume increases.

If the water user associations choose to charge for irrigation services using a pure volumetric tariff structure, the planned prices that would recover all costs would be $ 2.28, $ 1.16, and $ 0.61 per 1,000 m^3 in Akbarabad, Isan, and Ovchi-Qalacha, respectively (Table 3). Each of these volumetric prices is reasonable and affordable at the farm level, according to the farm budget information we have analyzed. We should note, however, that the Akbarabad association budget does not yet include a cost for water from the canal management organization. In addition, it is not clear that farmers in any of the water user associations would request the planned volumes of water if they were required to pay these volumetric prices.

As noted above, farm-level water demands are dynamic, rather than static. When faced with volumetric prices, farmers will consider the incremental costs and gains for each irrigation event and they will adjust their requests for irrigation water accordingly. It is this dynamic responsiveness that motivates consideration of pure volumetric and two-part tariff systems, with the goal of encouraging notable improvements in farm-level water management throughout the region.

Table 3 - Comparing planned budgets, water expenditures, and two-part water tariff structures for three water user associations

Hem	Units	Akbarabad Uzbekistan	Isan Kyrgyzstan	Ovchi-Qalacha Tajikistan
Imigated area served	Hectares	3,052	2,032	596
Planned volume of water inflow to WUA	m^3/vear	30.908.000	27.695.000	10.788.000
Planned volume of farm water deliveries	m^3/vear	24.108.000	21.602.000	8.415.000
Planned volume of water per ha	m^3/ha	7,899	10.631	14.119
Planned annual fixed costs	$/year	25,380	6,655	1,661
Planned annual variable costs	$/year	29,590	18,394	3,449
Planned sum of fixed and variable costs	$/year	54,970	25,049	5,110
Planned fixed costs per hectare	$/ha	8.32	3.28	2.79
Planned variable costs per hectare	$/ha	9.70	9.05	5.79
Planned sum of costs per hectare	$/ha	18.01	12.33	8.57
Planned expenditure for water	$/year		8.837	1.674
Planned unit expenditure for water	$/1000 m^3		0.32	0.16
Two-part tariff analysis:				
Fixed cost component	$/ha	8.31	3.28	2.79
Variable cost component	$/1000 m^3	1.23	0.85	0.41
Sum of fixed and variable charges if farmers apply 6,000 m^3 per hectare	$/year	15.68	8.38	5.25
Proportion of total revenue (wheat)	percent	2.1	1.0	0.7
Proportion of net revenue (wheat)	percent	5.3	3.8	2.2
Pure volumetric pricing analysis:				
Volumetric price of water	$/1000 m^3	2.28	1.16	0.61

4.1. Limitations

The fixed and variable price components that result from our analysis reflect the planned budgets we have obtained from water user associations. Those budgets likely do not include all of the costs of operating and maintaining the associations each year, and also investing adequately in the maintenance, repair, and replacement of durable assets. Rather, it is likely that the budgets reflect a desire on the part of association managers to match their planned expenditures with expected revenues. Many water user associations post their planned annual budgets on the walls of their offices, in part to demonstrate transparency, and also to inform members of the relationship between the fees they pay and the services they receive. While both of these aspects are helpful and appropriate, the desire to show a balance between expected revenues and planned expenditures might lead some managers to exclude selected expenses from their planned budgets. Indeed, we learned of this practice during interviews with several association managers.

Among the expenses most likely to be omitted or under-estimated in the annual budgets are planned investments, depreciation, contributions to a reserve fund, and any costs that might be covered by the government if revenues from farmers are insufficient. While some of the associations include line items for depreciation and reserve funds, it is not clear if the amounts shown in those categories are adequate or if they reflect careful consideration of actual investment and depreciation schedules or risk management strategies. It is likely that many association managers have limited experience in financial planning. Yet they likely have accurate perceptions of the challenges involved in receiving full payment for water services from farmers. They might also have a good understanding of the government's willingness to provide monetary or in-kind support for water user associations when necessary.

Over time, water user associations will gain experience with financial planning and risk management strategies, particularly if capacity building efforts are continuously included in donor-funded projects to enhance the financial sustainability of water user institutions. As they

gain experience, association managers and treasurers will begin developing long-term investment programs, in consultation with their councils, boards of directors, and other farmers. They will also begin assessing more completely the risks and potential problems that might arise during water delivery seasons, and they will develop meaningful strategies to create and maintain adequate reserve funds. With these developments will come more thorough consideration of the full costs of operating and sustaining water user associations. Those costs will then be reflected in long-term investment plans and annual budgets.

4.2. Extensions

The budgets and scenarios presented in this report demonstrate the potential viability of volumetric and two-part water service tariffs in recovering the costs of operating and maintaining water user associations in the Ferghana Valley. This work should be viewed as somewhat preliminary, as the budgets we have reviewed do not yet reflect all of the annual and long-term costs that water user associations should include in fully specified budgets. Additional work is needed to assist water user associations in gaining the capacity needed to develop long-term investment plans and to consider all of the costs that need to be collected from water users each year.

In addition to developing technical expertise pertaining to financial management, investment planning, and risk management, further work is needed also in establishing effective water user councils or boards of directors. The councils or boards should be comprised of association members who are elected to serve in those positions by the complete membership. Board members should be invested with full responsibility for ensuring the fiscal integrity and sustainability of the water user associations. They should be charged with hiring the water user association manager and approving all annual budgets and investment plans. The boards should meet monthly to review the association's annual budget and approve current expenditures. One of the monthly meetings should be focused primarily on reviewing and approving the subsequent year's budget. The boards might consider forming a committee to work closely with the manager in developing each year's budget before it is brought to the full board for review and approval.

The board members of water user associations should choose pricing structures and determine empirical values of key pricing parameters, in consultation with association managers and members. The pricing structures in this report should be viewed as helpful examples of volumetric and two-part tariff pricing structures. The empirical values of fixed and variable components in our two-part tariffs arise from our division of annual costs into fixed and variable categories. Over time, board members might decide to modify their pricing structures or change empirical values, as they gain experience with farm-level responsiveness to alternative pricing programs. Many farmers will improve water management practices and change cropping patterns when they are required to pay for irrigation services, particularly if pricing structures include volumetric components. It is essential to continually assess the effectiveness of water pricing structures in achieving the three objectives of recovering the full costs of operating and sustaining water user associations, generating sufficient funds to maintain, repair, and replace durable assets, and providing the correct financial incentives for farmers to match their water management practices with water scarcity conditions.

REFERENCES:

1. Jenniver Sehring, Irrigation reform in Kyrgyzstan and Tajikistan. Irrig Drainage Syst (2007) 21:277–290. DOI 10.1007/s10795-007-9036-0

2. Economics in Sustainable Water Management. Training Module & facilitator guide. CapNet, GWP, EUWI, EU. March 2008.

3. K. William Easter; Yang Liu. Agriculture and Rural Development Discussion Paper 26 Cost Recovery and Water Pricing for Irrigation and Drainage Projects. 2005 The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank

4. Dirgha Tiwari and Ariel Dinar. Role And Use Of Economic Incentives In Irrigated Agriculture. 2005 The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank

Appendix Table A 4. Crop water requirements for the Isan Water User Association, Osh, Kyrgyzstan

Crop	Indicators	Quantity	Crop	Indicators	Quantity
Winter Wheat	Area, ha	483	Orchards	Area, ha	110
	Water requirement (irrigation rate) m^3/ha	6,400		Water requirement (irrigation rate) m^3/ha	7,500
	Net water req., 1000 m^3	3,091		Net water req., 1000 m^3	828
Maize	Area, ha	459	Alfalfa Grass	Area, ha	55
	Water requirement (irrigation rate) m^3/ha	7,700		Water requirement (irrigation rate) m^3/ha	11,800
	Net water req., 1000 m^3	3,531		Net water req., 1000 m^3	649
Sunflower	Area, ha	246	Kitchen Gardens	Area, ha	108
	Water requirement (irrigation rate) m^3/ha	4,000		Water requirement (irrigation rate) m^3/ha	
	Net water req., 1000 m^3	984		Net water req., 1000 m^3	1,708
Tobaco	Area, ha	75	Vegetables	Area, ha	335
	Water requirement (irrigation rate) m^3/ha	8,500		Water requirement (irrigation rate) m^3/ha	7,800
	Net water req., 1000 m^3	638		Net water req., 1000 m^3	2,613
Total in WUA	Sum of crop area, ha	1,871			
	Net water supply to the field thousand m^3	14,042	Average water volume (m^3 per ha):		7,505
	Field Application efficiency	0.65			
	Gross water supply to farms thousand, m^3	21,602	Average water volume (m^3 per ha):		11,546
	Efficiency of the distribution system	0.78			
	Water intake in WUA thousand m^3	27,695	Average water volume (m^3 per ha):		14,802

Appendix Table A 5. Planned Budget for the Water User Association in 2009, Osh, Kyrgyzstan

Item	Planned Expenditures, In Kyrgyz Som	Items	Subtotals	
1	Salaries of Personnel		391,200	
	Salaries for administrative staff	192,000		F
	Salaries for operating personal (seasonal workers)	199,200		V
2	Social Funds and Taxes		89,976	
	§ Social Insurance for administrative staff (19%)	36,480		F
	§ Social Fund for operating personnel (19%)	37,848		V
	§ Tax for administrative staff (4%)	7,680		F
	§ Tax for operation personnel (4%)	7,968		V
3	Administrative and Management Expenses		15,000	
	Travel	5000		
	Payment of Union of Canal Water Users	5000		
	Stationary	2000		
	Electricity cost	1000		

	Communication expenses	2000		
4	Water and Management Expenses		410,000	V
	Repair of on- farm canals and cleaning	30,000		
	Payment for the water to Aravan- Akbura Canal Mgt Organization	380,000		
5	Depreciation		35,000	F
	Sum of annual cash expenditures		906,176	
	Sum of cash expenditures + depreciation		941,176	
	Reserve fund (15 % annual cash expenses)		135,926	V
	Sum of cash expenses, depreciation, reserves		1,077,102	

Subtotals of the Fixed and Variable Cost Components	
Fixed Costs	286,160
Variable Costs	790,942
Sum of Fixed and Variable Cost	1,077,102
Note: A denotes a fixed cost component, while V denotes a variable cost component in this analysis.	

Appendix Table A 6. Calculating Water Service Charges in a Two – Part Tariff Structure, Isan Water User Association, Osh, Kyrgyzstan

	In Ky Som	In US Dollars
Fixed Costs (Ky Som / yr)	286,160	6,655 $ per year
Variable Costs (Ky Som / yr)	790,942	18,394 $ per year
Area served (ha)	2,032	3.28 $ per ha, TFC 9.05 $ per ha, TVC
Water delivered (1,000 m3)	21,602	12.33 $ per ha, TC
Fixed area charge (Som/ha)	141	3.28 $ per ha per yr
Vol. water charge (Som/m3)	0.037	0.85 $ per 1,000 m3 1.05 $ per acre-foot
Currency conversion are based on an exchange rate of:	43	Kygyz Som /US Dollar

Appendix Table A10.
Farm-level crop revenue data collected from individual farms in Uzbekistan, Kyrgyzstan, and Tajikistan, 2009

Uzbekistan		Tot Rev	Net Rev	Net water
Wheat	Andijan	1,000.0	414.5	424.5
Data from individual		855.0	229.2	239.2
farms in 2009		819.0	322.0	332.0
		765.0	180.1	190.1
	Means	859.8	286.5	296.5

Uzbekistan		Tot Rev	Net Rev	Net water
Cotton	Andijan	1,155.0	324.1	334.1
Data from individual		1,193.5	393.6	403.6
farms in 2009		1,185.0	367.6	377.6
		1,053.0	203.7	213.7
	Means	1,146.6	322.3	332.3

Uzbekistan		Tot Rev	Net Rev	Net water
Wheat	Ferghana	636.0	304.1	314.1
Data from individual		755.2	359.2	369.2
farms in 2009		577.7	248.6	258.6
		524.4	234.7	244.7
	Means	623.3	286.7	296.7

Uzbekistan		Tot Rev	Net Rev	Net water
Cotton	Ferghana	960.0	307.0	317.0
Data from individual		936.0	293.0	303.0
farms in 2009		1,100.0	239.0	249.0
	Means	998.7	279.7	289.7

Uzbekistan		Tot Rev	Net Rev	Net water
Wheat	Ferghana	787.0	322.0	332.0
Data from individual		720.0	248.0	258.0
farms in 2009		773.0	308.0	318.0
		648.0	254.0	264.0
	Means	732.0	283.0	293.0

Uzbekistan		Tot Rev	Net Rev	Net water
Cotton	Ferghana	1,104.0	443.1	453.1
Data from individual		1,058.0	439.4	449.4
farms in 2009		702.0	63.5	73.5
		687.9	41.4	51.4
	Means	888.0	246.9	256.9

Uzbekistan	Grand			
Wheat	Means	738.4	285.4	295.4

Uzbekistan	Grand			
Cotton	Means	1,011.1	282.9	292.9

Tajikistan		Tot Rev	Net Rev	Net water
Cotton	Sogd	783.0	233.0	261.0
Data from individual		899.0	243.6	270.6
farms in 2009		803.0	277.5	302.8
		813.0	239.3	264.3
Cotton	Means	824.5	248.4	274.7

Kyrgyzstan		Tot Rev	Net Rev	Net water
Cotton	Osh	1,333.0	754.3	768.2
Data from individual		1,368.0	765.0	781.2
farms in 2009		1,341.0	694.0	711.3
		1,164.0	575.0	588.9
Cotton	Means	1,301.5	697.1	712.4

Tajikistan		Tot Rev	Net Rev	Net water
Winter Wheat, Sogd		781.4	245.9	270.3
Data from individual		747.1	220.1	245.7
farms in 2009		547.1	108.0	126.4
		834.9	278.1	303.6
Wheat	Means	727.6	213.0	236.5

Kyrgyzstan		Tot Rev	Net Rev	Net water
Wheat	Osh	821.6	178.1	193.7
Data from individual		920.7	308.7	326.0
farms in 2009		808.3	145.2	162.5
		778.6	172.7	193.5
Wheat	Means	832.3	201.2	218.9

Note:
The 'net water' values are net revenues adjusted by removing the charges paid to water user associations. We use these net revenues when examining the impacts of water charges on farm-level net revenues.

Kyrgyzstan		Tot Rev	Net Rev	Net water
Maize	Osh	791.0	393.0	407.0
Data from individual		515.0	227.0	241.0
farms in 2009		651.0	359.0	373.0
Wheat	Means	652.3	326.3	340.3

УДК 626.810

PARTICIPATORY WATER GOVERNANCE: LESSONS FROM THE FERGHANA VALLEY

Jusipbek Kazbekov[1], Herath Manthrithilake[2], Nazir Mirzaev[3], Kai Wegerich[4], Kakhramon Jumabaev[5], Oyture Anarbekov[6]
International Water Management Institute, IWMI
Scientific Information Center of the Interstate Commission for Water Coordination in Central Asia, SIC ICWC

Introduction

Land reforms in Central Asia following dissolution of Soviet Union has led to the emergence of numerous medium to smallholder farmers, thus, putting the government-run and administrative (district and provincial) water departments under immense financial and institutional stress. The Ferghana Valley is densely populated region that occupies about 79,000 km^2 of land. In late 90's land reforms in the region led to the emergence of numerous small private farmers, putting the government-run and administrative district irrigation departments under colossal institutional stress. The situation caused conflicts, inadequate allocation of water, environmental problems and social imbalance. These issues in the Ferghana Valley were addressed by IWMI/SIC and its partners with the immense support from SDC promoted institutional reforms at main canal level. The paper discusses the IWMI/SIC project impact adopted into the local context and its impacts. Reforms were complemented by the developed comprehensive social mobilization approach to establish bottom up water user associations; unified canal management organizations along hydrographic boundaries with water users playing a major role in canal governance. The field trials have identified potentials for improved water and land productivity at plot level.

Background

The Ferghana Valley is framed by the Ala-Tau and Alai mountain ranges and occupies 70,000 km^2 of territory with the highest density of population (250 habitants per km^2) and best productive agriculture (See Figure 1). The valley is shared by three countries – Uzbekistan (4.2% of its area in the Ferghana Valley), Kyrgyzstan (39.9 %) and Tajikistan (18.2 %).

The average temperature in the valley is 13.1°C, ranging from -8°C to 3°C in January and 17°C to 36°C in July. Annual precipitation ranges from 109 mm to 502 mm whereas evaporation ranges from 1133 mm to 1294 mm throughout the Ferghana valley. The long–term (1970-2000) average annual precipitation for the South Ferghana Canal (SFC) command area is 175 mm. During the study period (2003-2007), precipitation rates were mostly higher than the long-term average, with the highest value of 330 mm in 2003 and the lowest of 150 mm in 2000.

The total population is about 10.5 million which is about 1/5th of the total population of Central Asia. These countries are still in the process of transition. The land reforms following the disintegration of the Soviet Union led to the emergence of numerous small private farms, thus, putting the government-run and administrative district irrigation departments under immense organisational, institutional and logistical stress. The situation caused inadequate allocation of water and environmental problems. As a solution to these issues, the project designed and promoted institutional reforms to foster request oriented water allocation and facilitated water users to take

[1] Researcher at the IWMI Central Asia
[2] Researcher, Head of IWMI Central Asia Sub-Regional Office
[3] Regional Leader of the Institutional Block, SIC-ICWC
[4] Researcher at the IWMI-CA
[5] Research Officer at the IWMI-CA
[6] Research Officer at the IWMI-CA

part in water governance at different levels. The project has established user driven organizations using a comprehensive social mobilization and institutional development approach.

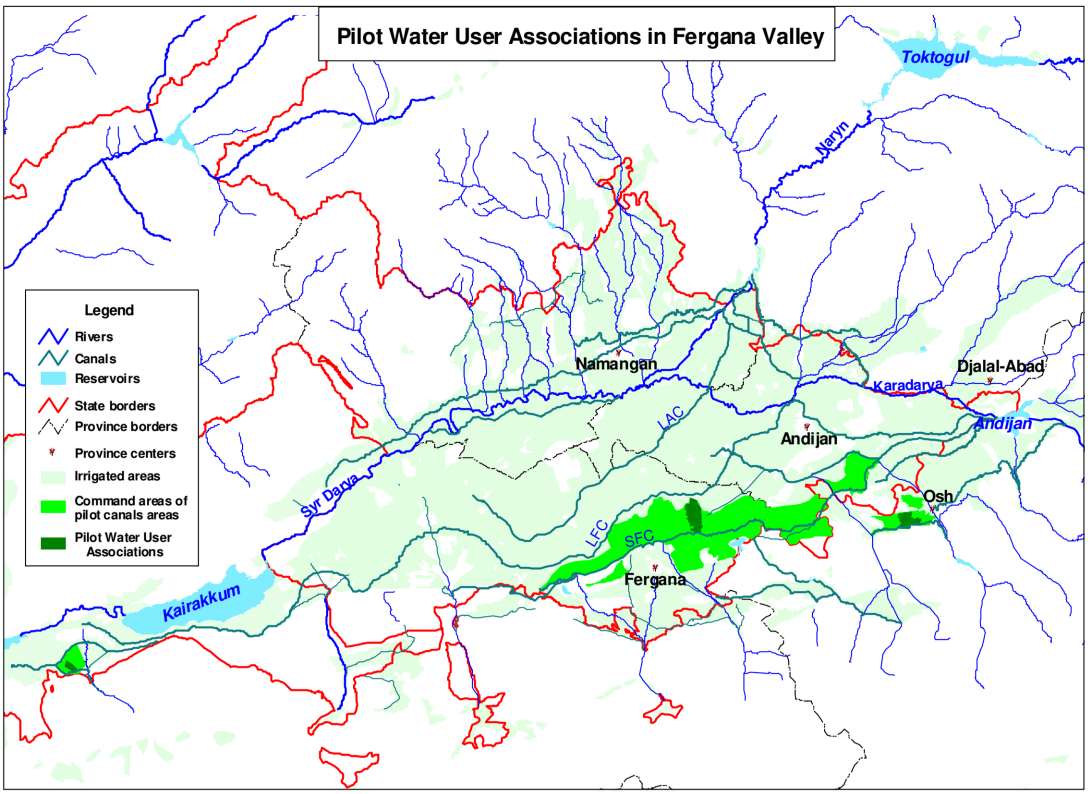


Figure 1 - Map of the Ferghana Valley

The initial studies under the project titled Integrated Water Resources Management in the Ferghana Valley (jointly implemented by IWMI and SIC-ICWC and supported by SDC) had observed the institutional gap between the WUA and farmers. Consequently, an effective partnership has been created involving local water specialists from the relevant ministries, basin irrigation system organizations and provincial water management authorities of the countries sharing the Valley – Kyrgyzstan, Uzbekistan and Tajikistan. The main challenge faced was "what are the alternative solutions that would allow farmer communities to mobilize the financial, in-kind and other resources such as participation, active involvement to support complicated water management procedures, governance of WUAs, gradual infrastructural improvements and increase financial self-sufficiency?" The innovative solution to this challenge was establishing effective, democratic, participatory, user driven grass roots organization of farmers, e.g. water user groups (WUGs) along tertiary and below level canals.

Introduced reforms

The initial studies found that 1) the state support for irrigation system maintenance, particularly the lower level canal systems was declining in Central Asia; 2) the increasing number of farms due to land reforms was leading to an institutional gap in water management (Ul Hassan et. al, 2003); 3) inefficient water management practices were keeping the land and water productivities below potential. The project addressed these issues by promoting institutional reforms to foster request oriented water allocation and participation of agricultural water users (Dukhovny et al. 2008). These principles were tested in three pilot canals of Ferghana Valley. The project has established unified hydrographic canal management organizations to manage water along wider hydrographic boundaries, created WUAs using a bottom up social mobilization approach (Ul Hassan, 2003) and determined the potential for land and water productivity improvements (2003-

2005). In 2005-2008, the project consolidated and generalized the adopted principles and carried out extensive capacity building, training and dissemination campaigns for wider dissemination.

Social mobilization process

The declining state support to maintain the lower level irrigation systems in Central Asia, organisational and institutional deficiencies following land reforms, the gradual deterioration of the infrastructure and the low role water users in operation and maintenance have exposed serious problems of water management. The challenges in the project areas faced were that most of the WUAs have been established through a top-down approach, where the ordinary farmers have neither been consulted nor been informed that they are members of the WUA. As a consequence of this there were a high number of cases of: ineffective water management, conflicts among water users, low irrigation service fee collection rates, issues of attracting and keeping qualified staff, no capacity of WUA to fulfill the water request of each and every water user, no legal obligation/contract with water users on water delivery, no planning and proper documentation as well as debts accumulated from old collective farms.

The experiences elsewhere suggest if the external factors such as physical and technical, policy and governance as well as social and economic factors are enabling that irrigation management transfer would be successful (Meinzen-Dick, et al., 1995). Other authors have highlighted different external factors (Vermillion, and Sagardoy 1999, Huppert, et al. 2001). Overall it is not evident how the different factors relate to each other, or whether one factor has priority over the other (Wegerich 2010). If these factors would be conducive it is argued that farmers would respond positively and would show the willingness to participate in the management of irrigation systems. Therefore, one of the fundamental objectives of the IWRM intervention was to facilitate some of the factors which would allow more successful IMT under the condition that IMT had already been implemented and that there was no previous study whether the external factors were conducive to IMT within the project area. During the project water users took over the full responsibilities over secondary canal systems through participatory WUAs and shared the responsibilities with the state to govern main canal systems.

For this IWMI has developed the Social mobilization and intuitional development method (SMID). SMID is a process, through which stakeholders are involved as key decision makers for water management (Ul Hassan et al., 2003). Through mobilization, farmers understand that they are establishing participatory organization for their own collective benefit and that this organization will be accountable to them and will work for them on their agreed rules and locally appropriate procedures that are generally accepted by all farmers. Mobilization process starts from the understanding the needs of the farmers and problems in water management that are later engaged in dialogue for collective action to improve water management by trained SMID staff. The key focus of SMID activities were establishing and further developing of hydrographic WUAs and canal organizations – that are self-governing, self sustaining and self managing. Thus, the SMID approach was designed to serve the solitary purpose, which was to develop user driven organizations through several constituent steps (awareness building, diagnostic analysis, consultations, election of representatives, initiative groups, founding documents, training, registration and further strengthening through intense capacity building), with the aim that these organizations deliver water to its water users in equitable, reliable and timely manner. For effective SMID impact the project used innovative knowledge sharing tools as facilitation of informal network of WUA leaders around pilot WUAs; farmer to farmer days; experience sharing tours to active WUA leaders and SMID team members.

Achievements

True integration

The project specialists in close dialogue with stakeholders worked to define and discuss alternative organizational structures of water management at the main canal level. Regular

participatory training workshops and socioeconomic surveys organized by the project provided new opportunities for a broad involvement of water users in the reform, e.g. building a new alternative to the existing system of water management (See Figure 2) for pilot canals – Aravan Akbura in Kyrgyzstan, Khodjabakirgan in Tajikistan (KBC) and South Ferghana Canal in Uzbekistan (SFC).

Thus the integration process achieved by the project included i) establishment of the vertical linkages between different hierarchy levels – canal, WUA, water user groups and farmers; ii) horizontal linkages were additionally promoted, e.g. incorporation of inter-sectoral interests (industries, water supply, energy, environment, municipalities etc.) under single canal management organization; iii) separation of governance and management functions are achieved at tertiary (WUGs: mirabs and leaders), secondary (WUA: directorate and Council) and main (Canal organizations: Canal management organization and Canal Water Committee; iv) integration of all types of water (including groundwater) and uses in the water allocation planning through Management information system (MIS) tool were also introduced in pilot canals;

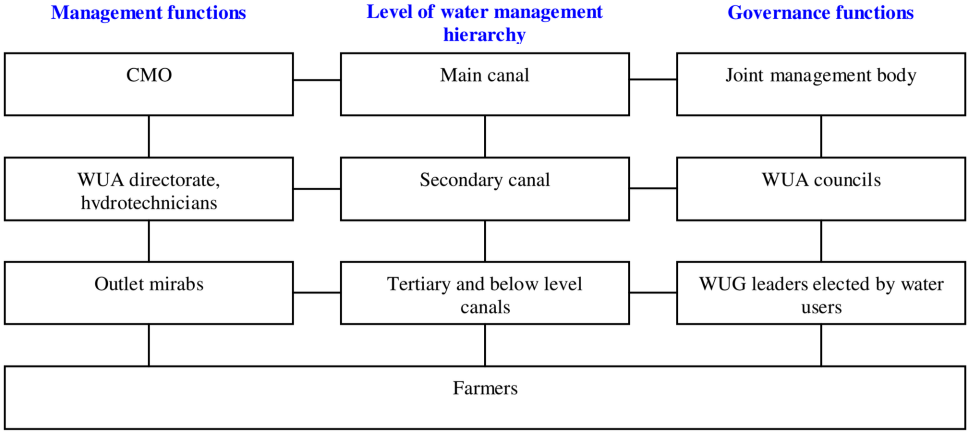


Figure 2 - Established structures – greater public participation

Joint governance

When the project started the institutional reforms which were implemented in the three countries limited public participation in irrigation management to secondary, tertiary or on-farm irrigation system level. The project has achieved a relocation of responsibility of the state to govern canal jointly by state and water users and brought water user's influence a step forward. Through a social mobilization campaign facilitated the identification and involvement of all key stakeholders in the governance of these canals (water users, local governments, water management organizations, NGOs, industries etc.) and in setting up of joint public governing bodies (Figure 3).

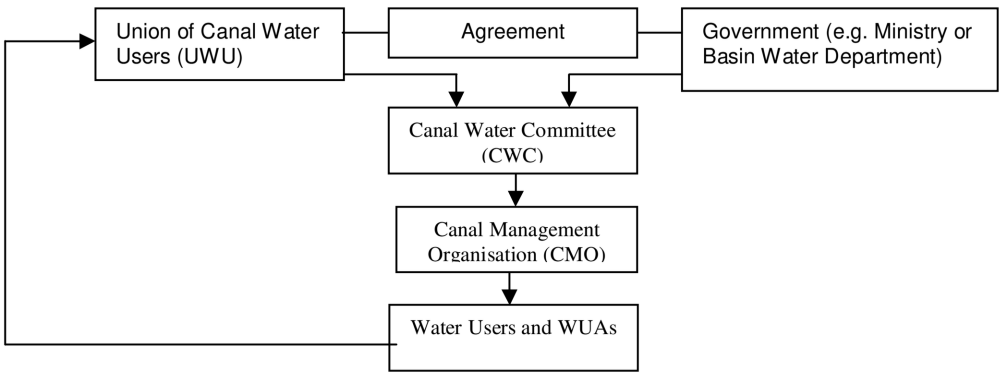


Figure 3 - Governance over canals through joint state-public body

To set up these joint public governing bodies was an important water management intervention, which was introduced in the region by the project. Although the status and mandate of

these public governing bodies are still under discussion, it puts the principle of user participation one-step higher in the water resources management hierarchy than what was previously established.

Figure 4, depicts the impact of these reforms in terms of water abstraction by the canal (shows the percentage of the water intake compared to intake in 2003, taken as 100 %). According to Manthrithilake (2008) the 100 % taken in SFC in 2003 was reduced by 39 % by 2007. A similar positive result can be shown for KBC and AAC on average – 23 % and 28 % respectively. Although, there are some researchable questions: What is the impact of rainfall; human and natural water availability within small rivers, or the conjunctive use (drainage water, groundwater, side inflow of small rivers and return flows).

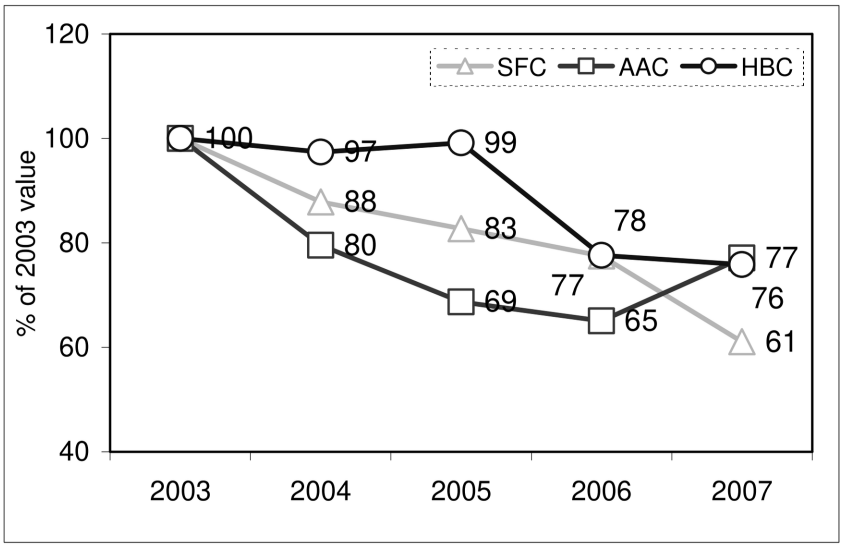


Figure 4 - Impact of reorganization – less water intake at the head gate of pilot canals

Figure 5 presents the impact of the reforms on the irrigation service fee collection (ISF), along Aravan Akbura Canal in Osh province of Kyrgyzstan. The trend suggests the gradual improvement over the time and in 2007 the canal management was able to collect 88 % of the target amount of fees. Arguably, it still has not reached 100 % and the targeted fees did not contain information about main assets, which WUAs are still trying to integrate into their budgets, also there are questions related to the maintenance – is the given figure only including staff salaries or also maintenance and repair works etc.?

Facilitating WUGs

Particularly in the cases of very small land holdings of farmers (such as in Kyrgyzstan, Tajikistan and for kitchen gardens in Uzbekistan) the task of water distribution is difficult and the transaction costs for making individual contracts and to guarantee the fulfilment of the contract are high. Hence, the project anticipated a strategy for reducing the transaction costs – to make the WUA organisations more sustainable. Because of this it was envisioned to establish water user groups (WUGs) along tertiary and below the tertiary level.

Based on the well-tested Social Mobilization and Institutional Development (SMID) approach the guideline on importance and practical steps to establish WUGs was developed (Kazbekov and Abdullaev, 2006). Subsequently the locally recruited field staff was trained on the following steps facilitate bottom up WUGs: identification of problematic zones of WUA, where most water distribution problems occur; walk through survey of outlets and documenting the key structural gaps; initial discussions with farmers of issues and inquire about active water users; presentation of basic concepts of WUG and its role in WUA development; meeting with water users to elect WUG leader; follow up and training activities. To complement facilitation of WUGs the project commenced the support of WUG initiatives to improve irrigation structures. The key objective was to facilitate farmer participation in identifying disadvantaged infrastructures,

designing and constructing process with minor non monetary support from the project (providing resources, means and materials) and major input from water users (in-kind, labor, local construction materials). The criteria for the identification of needs for infrastructural improvements were that the structure would have to in the most severe conditions, the structure would have to serve several WUGs or different user groups such as rural communities (mahallas) and farmers, farmers that are under the command area of the structure had to be willing to take active part in improvement, and farmers that are applying for competition had to present the support from associated WUA and rural community members.

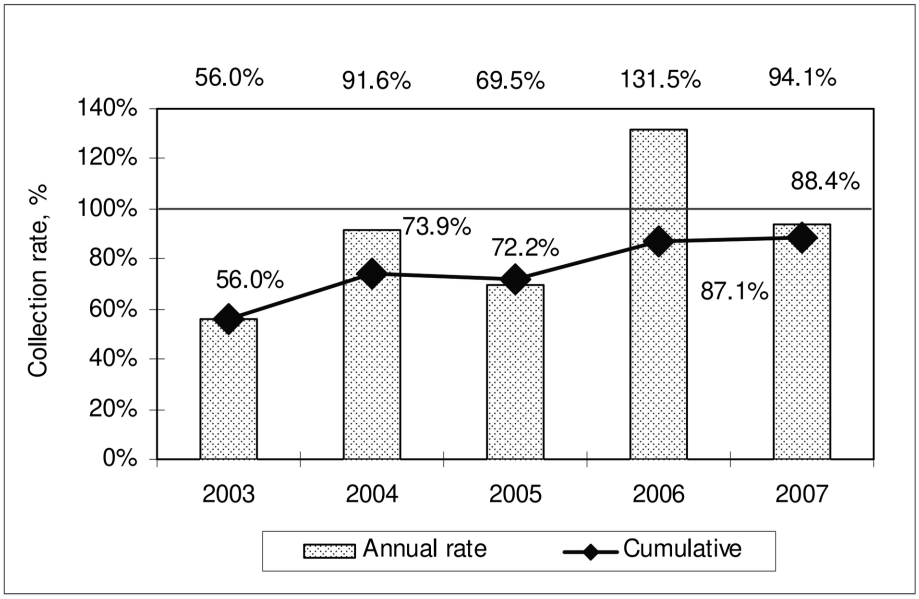


Figure 5 - Improved ISF collection along AAC, Kyrgyzstan

Impact of WUGs

The support of WUG initiatives resulted in

1) that the WUA services could reach all farmers by decreasing the transaction costs of the WUA. For example in WUA Joypas (Kyrgyzstan), 22 WUGs were established where most of them were self initiated, 22 WUG leaders became members of WUA councils and govern the WUA. Now WUA signs water agreements with only 22 WUG leaders instead of 879 water users and WUA hydrotechnicians deliver water to only 22 WUG leaders. It also improved the ISF collection, which is now 100 %.

2) increased confidence of WUAs to mobilize its own resources and of water users that there would be gradual infrastructural improvements and

3) brought greater sense of ownership over the structures; decreased the number of conflicts by 20 % (Abdullaev et.al., 2006); increased the operativeness of water management. This is demonstrated in Figure 6, which depicts the improvement in water allocation and delivering water in WUA Jani-Arik, after establishment of WUGs (volume of water delivered to unit area). The adequacy, equity and timeliness have improved over time.

4) The success of establishing some WUGs within one WUA facilitated that WUAs continued to set up WUGs themselves, or WUGs were formed by farmers themselves. For example the WUA Jani-Arik has 27 WUGs, of which 70 % are self-initiated.

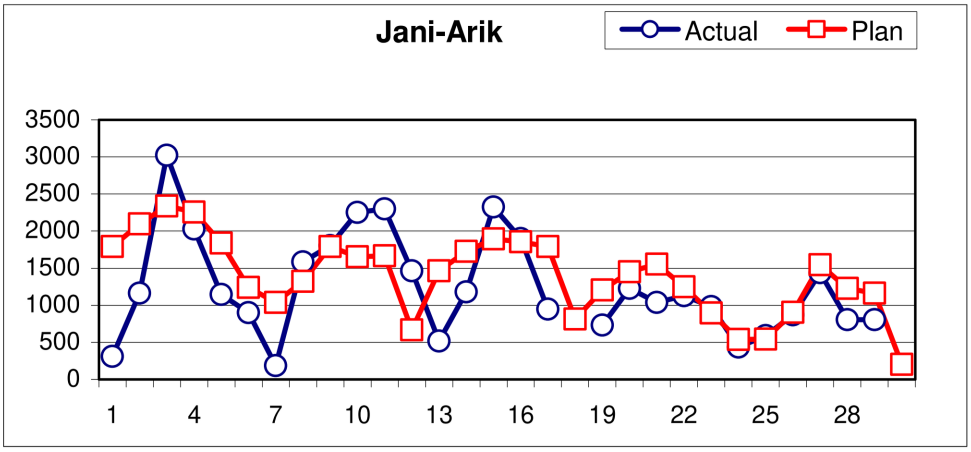


Figure 6 - Decreased water intake in WUA Jani-Arik after creation of WUGs, 1000*m^3/ha (2003-2006)

Conclusions

The main conclusion is that IWRM-Ferghana project was successful in making water management effective. This was also presented by other researchers were the analysis has identified a range of effects based on differences between project and non-project zones (Yakubov, 2010).

Based on that the project tried to test – established bottom up WUAs, trained farmers, formed unified canal management organization based on hydrographic principle and finally introduced the linkages hierarchically and horizontally. Separated the function of governance and management and provided with simple planning and operational tools. The impact shows that it sharply decreased the number of conflicts among water users, eased situation with delivering water to the tail parts of canals outlets, increased the ability of water organizations organizational capacity to make stable, equitable and fair water delivery service.

The WUGs are an institutional base for introduction of timing/rotational-based water payments within the WUG and could lead to more equitable distribution of water. WUGs are the key in WUA governance specifically for Kyrgyzstan and Tajikistan with many small farmers as well as Uzbekistan when it concerns the Mahallas.

The project experience suggests that the little investments into the organizational reforms of water sector gives high returns, improved water allocation, water conservation and economic and financial sustainability.

Acknowledgements

The authors wish to thank and acknowledge the Integrated Water Resources Management in the Ferghana Valley Project, which is financed by the Swiss Agency for International Development and Cooperation (SDC) and implemented by International Water Management Institute (IWMI) in collaboration with the Scientific Information Centre of the Interstate Commission on Water Coordination (SIC-ICWC) of Central Asia.

REFERENCES:

1. Abdullaev, I.; Ul Hassan, M.; Manthrithilake, H.; Yakubov, M. 2006. *The reliability improvement in irrigation services: Application of rotational water distribution to tertiary canals in Central Asia.* Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. 28p. (IWMI Research Report 100)

2. Dukhovny V, Mirzajev N, Sokolov V. 2008. IWRM implementation: experiences with water sector reforms in Central Asia. in M.M. Rahaman and O. Varis (eds.) *Central Asian*

Waters, Water & Development Publications - Helsinki University of Technology, Espoo, pp 19-31.

3. Global Water Partnership's IWRM Tool Box, 2005. Dublin.

4. Huppert, W., M. Svendson and D.L. Vermillion (2001). Governing maintenance provision in irrigation: A guide to institutionally viable maintenance strategies. Wiesbaden: Universum Verlagsanstalt.

5. Kazbekov J.S. and Abdullaev I.K. 2006. *Guide to Establish Effective Water User Groups for WUAs.* IWRM Ferghana project document (in Russian, Uzbek, Tajik and Kyrgyz).

6. Manthrithilake Herath, *Major Achievement of the IWRM Ferghana: Institutional and Governance Aspects.* Presentation at the Stakeholder Meeting organized by IWMI-SIC-SDC. Poytaht Hotel, February 4-5, 2008. Tashkent.

7. Meinzen-Dick, R., R. Reidinger and A. Manzardo. 1995. *Participation in Irrigation.* Participation series. Paper No. 003. Washington DC: Environmental Department. World Bank.
Ul Hassan Mehmood, Nizametdinkhodjaeva Nargiza, *Methodology of Social Mobilization and Institutional Development for Establishing Bottom-Up WUAs*, 2003. IWRM FV Guideline. Tashkent.

8. Vermillion, D.L. and J.A. Sagardoy (1999). Transfer of irrigation management services: Guidelines. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 58. Rome:FAO.

9. Wegerich, K. (2010) *Handing over the sunset - External factors influencing the establishment of water user associations in Uzbekistan: Evidence from Khorezm Province*, Cuvillier Verlag, Göttingen.

10. Yakubov M. (2010). *Impact assessment study.* IWRM Ferghana Project Document (under internal discussion). IWMI-SIC. Tashkent.

УДК 502.65

ENVIRONMENTAL SERVICES AND WATER USE IN SOUTH ASIA: EVIDENCES FROM INDO-GANGETIC BASINS

Stefanos Xenarios, Bharat Sharma, Atul Singh
International Water Management Institute, East Africa& Nile Basin Office
Addis Ababa, Ethiopia, International Water Management Institute, India Office, New Delhi, India, ICAR Research Complex for Eastern Region, Patna (Bihar), India

The significance of environmental services related with irrigation is increasingly acknowledged as a critical factor for agricultural productivity in South Asia. However, little is known about farmers' willingness to contribute for the preservation of these services. To this aim, we conduct a stated preference approach for the elicitation of farmers preferences towards the economic value attributed to environmental services related with agricultural water use. The research is based on results from an extensive survey in selected clusters of India, Pakistan and Nepal. The case studies are situated along Indo-Gangetic basins due to the presence of more evident environmental problem linked with irrigation. The findings present a highly agreeable stance of Indian and Nepalese farmers towards the contribution to the environmental services while the majority of Pakistani is opposed to such a contribution. However, they all agree on the type of the assessment approach. The association of the economic assessment with key wealth indicators and socio-demographic elements depicts the high significance of household size.

Keywords: South Asia, Indo-Gangetic basin, environmental services, agricultural water, stated preference

Introduction

Agricultural water use in IGB area is a major determinant of farm productivity and hence rural welfare of the inhabiting agrarian communities. The recent rapid expansion of groundwater exploitation in IGB has resulted in a considerable agricultural growth (Amarasinghe et al, 2007 a). However, pumping in permeable alluvium derived soils which are usually met in IGB area has also induced water pollution from agrochemical residuals in certain ares. Also, over pumping practices have diminished groundwater reserves in the intensively irrigated areas in the northwest. (CPWF, 2010). The close linkage of groundwater with surface water sources has resulted in an overall degradation of water status in IGB (Jain et al, 2007).

A quantitative and qualitative deterioration has mostly affected the ecological services associated with water cycle. Water scarcity in dry season, high soil salinity and arsenic contamination of groundwater and soil erosion are the most indicative problems emanating from the disturbance of supported ecological services (Sharma and Xueliang, 2009). The significance of supported ecological services is widely acknowledged in scientific community but was until recently unknown to farming community in IGB. However, deterioration of water quality and quantity has given profound insights to farmers about the vital role of ecological services by triggering the need for preservation initiatives (Ambastha et al, 2007).

To this aim, the paper attempts to elicit through a stated preference approach and an economic assessment, vital environmental services of agricultural water. The approach is applied through Willingness to Pay (WTP) inference. The opposition or approval of respondents to participate in the economic assessment is captured on a country wise basis. We further deploy the differentiations of WTP bids between countries while main central tendency indicators are discussed. Also, we employ wealth indicators and socio-demographic elements for the understanding of farmers' stance towards the economic assessment. The analysis is conducted through Multinomial Logistic Model and SPSS 17 statistical package.

Methodology

The necessity of water valuation services is not always perceived as a desirable action. Numerous ethical dilemmas are raised on the premise that human beings are not capable of valuing priceless ecological assets of which they are a part of (Heal, 2002). However, the water valuation concept is not based on the assessment of the ecological entity *per se*. The entity's valuation is perceived through the intrinsic/inherent values acknowledged in an ecosystem and remains a black box in valuation analysis (Brouwer et al, 1997). It is the instrumental value that is attributed in the environmental goods and services (Spash, 2000). To this aim, the division between direct, indirect and non-use values has been developed through a wide range of valuation frameworks (Haab and McConnell, 2002; World Bank, 2005; EVRI, 2010).

A representative example of economic valuation framework is depicted in Pearce (1993) as below:

Total economic value (TEV) = Use Values (Direct Use Value + Indirect Use Value) + Non Use Values (Option Values+ Existence Value)

Direct use values represent the environmental services that are apparently linked with market commodities. The sand extraction in a riverine ecosystem for instance, is directly distinct as a building material with a price tag. An implication of some other less distinct direct use values are flood or erosion avoidance, which could be identified through shadow or surrogate pricing (Pearce and Ozdemiroglu, 2002).

Indirect use values go a step beyond this linkage with market by detecting the environmental services which somehow contribute to the human welfare but are hardly quantifiable and matched with market commodities. Indicatively, the natural water filtration in riverine ecosystems is scientifically acknowledged (Koundouri et al, 2003) as an environmental service which resembles with mechanical filtrations. However, the economic assessment in comparison with a mechanical filtration would undervalue the service due to the multiple uses offered by the natural process. For instance, the natural filtration would demand less effort for purification and mitigation of erosion effects due to fauna and flora improvement in river banks

and surroundings. Such effects could drastically minimise the quality and land sliding problems presented in farmlands.

Non-Use value category is of equal importance with the 'Use values', but it exhibits intangible services provided by an environmental entity to the human welfare. The prime category of 'Option values' corresponds to a kind of deposit of ecological services for future use which could be perceived as an insurance premium for the supply reserves. Indicatively, the option value attributed to the fishery stock in a riverine ecosystem, could be rather high due to the assumption that a viable population should be preserved for the sustenance of future fishing activities. Further, the 'Existence value' is interpreted as the instinctive desire of individuals to preserve an ecological entity for aesthetical or intergenerational purposes (Garrod and Willis, 1999).

The analysis will be explicitly focused on indirect use values represented by environmental services to agricultural water. The outcome will attribute a mere subtotal of freshwater value. The inclusion of direct services and non use value would multiply final outcome (DTLR, 2002). However, we purposively focus on environmental services in IGB area due to the assumptive ignorance of farmers on these services and its proven linkage with agricultural produce. The study does not consider the occurrence of unpredicted external factors (i.e. natural disasters) as influential to the analysis. Although external factors could be inserted through sensitivity analysis in the research, the erratic and unpredicted appearance of such effects inhibited such an undertaking.

The stated preference approach is introduced as an appropriate methodological tool for the assessment of farmers' preferences. In stated preferences, the assessment is conducted through a hypothetical or constructed market based on survey analysis. (Alpizar et al, 2001, DTLR, 2002). Respondents are asked to respond in a set of choices by directly assessing non-economic goods and services. The introduction of stated preferences in environmental problems like acid rain, air and water pollution is widely used in literature (Bateman and Willis 1999; Louviere et al 2000; EVRI Database, 2010).

For implementation of stated preferences approach, a quantitative economic assessment based on Willingness to Pay (WTP) is introduced. The environmental related services are elicited in direct open-ended questions. The crucial supportive services such as microclimate stabilization, infiltration to groundwater reserves and erosion protection are also queried. The biases of open ended approaches are taken into consideration as a threat to the distortion of the assessing outcome (NOOA, 1995). To this aim, an extensive introduction about the concept of economic assessment was offered to respondents by trained local researchers.

The positive or negative stance of respondents in regard to the participation on the assessment is initially investigated on a country basis. We also describe the offered bids and two central tendency indicators for displaying the sample distribution. The presence of protest bids is further investigated. Protest bids represent the responses which generally do not reflect the true preferences because of various reasons. They are identified through the refusal of respondent to participate in the elicitation process or the stating of zero or an unrealistically high value (Bateman et al, 2002). The high presence of protest bids in an assessment process should question the success of the undertaking. The identification of protest bids in our analysis is conducted through a follow-up question where the negation options below are offered:

Options	Technique	Inference
Opposed to such economic approaches	WTP	Protest bid
No trust to the payment authority		
Not me to pay for these services		Zero bid
Not enough money to pay		

Table 1 - Protest and Zero WTP/WTA (?) bid options

Finally, we try to understand farmers' responses in juxtaposition with significant wealth related indicators and socio-demographic features. Namely, the revenues, the agricultural water consumption (in hours per year), the land possession (acres) are the wealth related indicators to be introduced as continuous variable due to the nature of the data. Similarly, education, age and household-size comprise the socio-demographic factors which are included as dummy categorical variables. We adopt the Multinomial Logistic Regression (MLR) model for the analysis of WTP stance as a dependent variable while the wealth and socio-demographic indicators act like predictors.

As Garson notes (2010) "Logistic regression applies maximum likelihood estimation after transforming the dependent into a logit variable (the natural log of the odds of the dependent occurring or not). In this way, logistic regression estimates the odds of a certain event occurring." The selection of MRL modelling for our analysis was based on a set of factors. Initially, the non linearity of revenues in regard to respondents' stance is highly acknowledged in the literature (Bateman, 2002). The MLR helps to that aim, since it does not assume a linear relationship between the dependent (WTP stance) and the independent (revenues) variables. Second, other independent variable as the water amount and land size are not normally distributed due to high variance among many extremely poor and few rather wealthy farmers. The MLR model overcomes this constraint by allowing the dependent variable (WTP) to get shaped within the range of the exponential family of distributions, such as normal, Poisson, binomial, and gamma. In general, MRL model performs less stringent requirements than other regression analyses by still offering the reliability of the results.

For implementation of our methodological framework, representative clusters along the IGB area were selected. The clusters selected from India, were situated in the state of Bihar, along the eastern regions of Ganges basin. Bihar is enriched with fertile alluvial plains and abundant water resources. However, the region is confronted with low agricultural productivity, extreme poverty and regional disparities (World Bank, 2005). With 43% of the population below the poverty line Bihar presents some of the lowest income rates in South Asia. For the needs of survey, 7 disadvantaged villages from 4 districts were chosen.

In the case of Pakistan, the examined area is divided through Upper Rechna, Middle Rechna and lower Rechna catchment area (Indus basin). The four districts in Rechna sub basin, named as Hafizabad, Sheikhupura, Faisalabad and Toba Tek Singh were chosen. Two sample villages were adopted on the basis of a best geographical dispersion in each district. The farmers were grouped according to their land holding property in eight classes. The numbers of farmers selected in each class were determined proportionally.

In the case of Nepal, the area of Biratnagar was chosen due to its location in the wider basin of Ganges river. Biratnagar is positioned in Koshi sub-basin on the southern lowland belt of Nepal, near the south-eastern border with India (Ganges basin). Four disadvantaged villages in two districts of Morang and Munsari were taken as case studies. Emphasis was given on the difficulties faced in drought conditions and the entire almost absence of groundwater pumping and canal irrigation systems.

Overall, 937 farmers were surveyed from 10 Districts and 23 clusters as below:

Country	Questionnaires	Districts	Clusters
India	490	4	7
Pakistan	360	4	12
Nepal	128	2	4

Table 2 - Allocation of research instruments in the three countries

The sampling within villages was stratified according to the landholding size of the farmers in proportional reflection to the total landholding distribution. All the interviews were conducted on-site through qualified local researchers.

Economic assessment of institutional and environmental related parameters

The initial condescendence of farmers to contribute in the preservation of environmental services is explored. Indian and moreover Nepalese farmers seem rather willing to concede towards the financial contribution of environmental services. However, in the case of Pakistan farmers, almost 2/3 of the sample is reluctant to offer any payment.

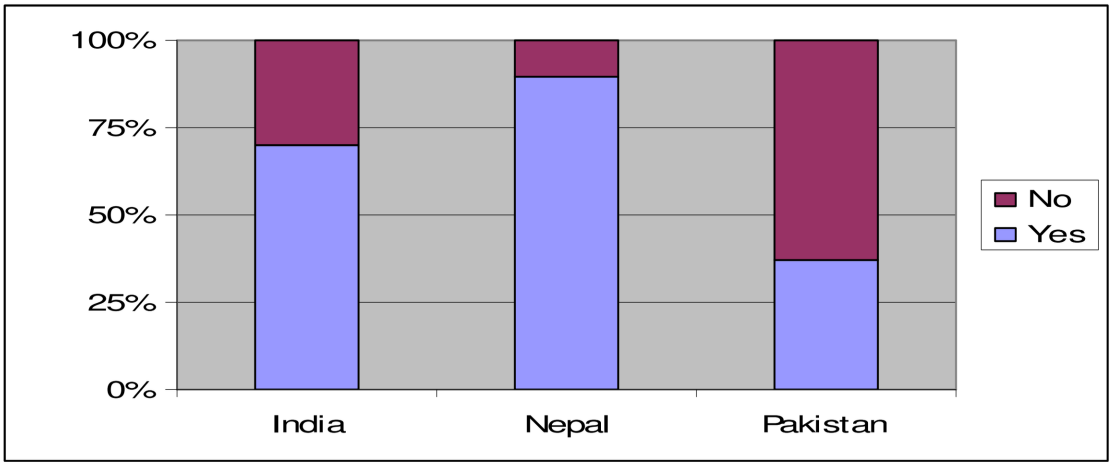


Figure 2 - Farmers' stance on their participation to WTP query

Interesting though is the fact that the remaining Pakistani respondents seem willing to offer a threefold to fourfold higher amount in regard to Indian farmers. Nepalese farmers appear to be balanced amongst the Indian and Pakistani respondents. Observations on the central tendency indicators (mean and median) display an almost normally distributed sample. The absence of high deviance enhances the reliability of results.

Parameters	WTP for Environmental Services		
Countries	India	Nepal	Pakistan
Valid	312	50	48
Missing	177	77	270
Mean	6.32	15.97	28.69
Median	5.18	16.38	30.22
Std. Deviation	1.83	1.46	2.27

Table 3 - WTP for Environmental related services in IGB area

In turn, we unravel the negation reasoning through a set of predefined replies for the identification of protest and genuinely zero bids as presented in Figure 2. The inappropriateness of the respondents to pay for these services is ranked as a first reason for both Nepalese and Indian respondents. In the case of Pakistan, the payment affordability comprises the major reason of a negative stance while the inappropriateness option is quite low. However, the minimum importance given to protest bids clarifies farmers' approval towards the economic assessment approach.

The analysis of wealth and socio-demographic indicators with Multinomial Logistic Regression (MLR) initially presents that the proposed model is suitable at a statistically significant level (Table 3). The Akaike Information Criterion (AIC) presented in the table below, is a common information theory statistic used when comparing alternative models.

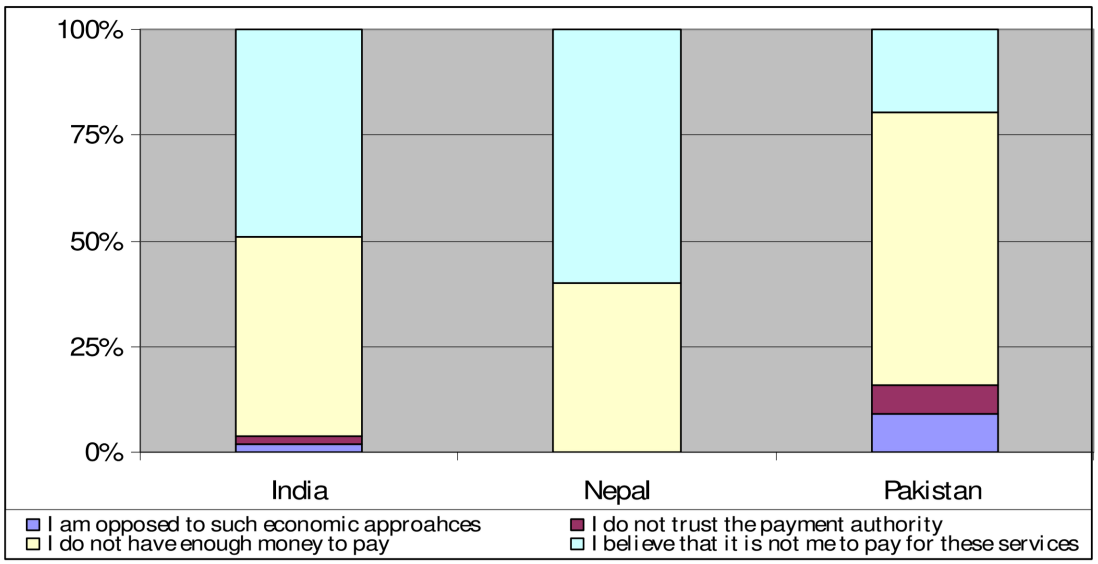


Figure 2 - Reasoning of the negation in WTP inference

The lower value presents a better fit. In a similar manner, the Bayesian Information Criterion (BIC) is a common information theory statistic used when comparing alternative models (Garson, 2010). Again, the lower value implies a better fit of the model.

Model Fitting Information						
Model	Model Fitting Criteria			Likelihood Ratio Tests		
	AIC	BIC	-2 Log Likelihood	Chi-Square	df	Sig.
Intercept only	798.135	802.491	796.135			
Final	594.870	677.636	556.870	239.265	18	.000

Table 4 - Appropriateness of Model fitting

For further clarification about the fitness of the model, the "Goodness of Fit" indication is presented through Pearson's and deviance indicators. Both are chi-square methods, but the Pearson statistic is based on traditional chi-square and the deviance statistic is based on likelihood ratio chi-square. The non significance of the tests denotes the close relation between the observed and the predicted values which appears to hold in our case.

Goodness-of-Fit							
Pearson	Chi-Square	df	Sig.	Deviance	Chi-Square	df	Sig.
	455.981	552	.999		555.248	552	.453

Table 5 - Goodness of Fit of the model

Finally, the strength of our model association is measured through a set of pseudo-R^2 measures. A satisfactorily association is presented in all three indicators are below:

Pseudo R-Square					
Cox and Snell	.340	Nagelkerke	.453	McFadden	.300

Table 6 - Strength of association

The classification of the socio-demographic elements in dummy variables as noted in the methodological section, is conducted as below:

Classification	Age (year)	Household Size (Number)	Education
1	>25	>4	Post Graduate
2	25-34	4-6	Graduate
3	35-44	7-10	Secondary School
4	45-54	11-14	Primary School
5	55+	15+	Madrasah (only for Pakistan)
6	--------	---------	Not Schooled

Table 7 - Socio-demographic dummy variables

As presented in the following table, agricultural revenues appear to be a statistically significant variable but with an indifferent reaction to both the positive and negative responses. The insignificance of water use is also initially noted. However, when the distinction between surface and groundwater use is anaysed, it appears that it is the use of groundwater that acts insignificantly. Contrary to this, surface water use seem to be a positive predictor for the willingness of farmers to contribute in the preservation of environmental services. Land holding size constitutes a highly insignificant factors for both negative and positive stances. Looking through the education variables it appears that none of the categories comprise a significant factor except for the secondary school graduates. They seem to support the rejection of the economic assessment although the statistical level is not quite strong. The age factor is highly insignificant in all categories for both the supporters and opponents of the assessment. The surprising results derive from the household size element. The families composed by up to 10 people react positively in a highly significant level for both negative and positive responses. However, in the case of positive response, the significance is absolute while the family size of up to 4 people is a multiplier factor for the affirmative stance.

Conclusion

The current research attempted to capture farmers' preference towards the preservation of environmental services related to water use in IGB area while explanatory variables were introduced. From a methodological perspective, it is acknowledged that the reliability tests undertaken in our study for the validity of the assessment could be further explored. There is an abundance of validity tests based on statistical and econometric assumptions which could further justify the protest and zero bid options offered in our research (Carson et al, 1996; Brouwer et al, 1997; Bateman and Willis, 1999). However, the further exploration of the negation reasoning would demand a much more extensive analysis which was beyond the scope of this paper.

The introduction also of the Multinomial Logistic Regression (MLR) for the potential significance attributed to income and socio-demographic indicator could be better employed through sample splitting on a country basis. The sample splitting though could possibly endanger the reliability of the results due to the demand of large sample size required for MLR analysis (Garson, 2010).

Looking through the case study constraints, it should be noted that the absence of similar studies in IGB area inhibited a comparative analysis of our assessment. Related researchers are often country specific with particular focus on water and poverty issues (Sampath and Akhler, 1988; Sanjay, 2002; Shah, 2006; Singh, 2007; Kakumanu and Bauer, 2008). However, this also consists of a comparative advantage for our study which seem to cover a significant gap towards the valuation of environmental services in IGB area.

The valuation of environmental services related to water use becomes an increasingly indispensable factor for efficient agricultural water use. The assessment of environmental services gets more essential in agrarian economies where the water use dependence is highly apparent. To this aim, our study managed to elicit farmers' preferences from representative clusters in IGB area by contemplating the validity of the assessment approach. Also, a set of explanatory variables helped to the better understanding of farmers' stance.

The study results revealed a moderate opposition of farmers to economically contribute in the preservation of environmental services which however derived from their unfamiliarity with such approaches. The remaining farmers presented a highly agreeable stance which could be perceived as a highly encouraging message for the inclusion of environmental services in irrigation policy. Also, it is pictured that vital wealth and socio-economic indicators may significantly affect farmers' attitude towards their economic contribution to environmental services. To this effect, it is conceived an integrated reorientation irrigation policy towards the preservation of environmental services should highly contemplated the socioeconomic features of the examined areas.

	WTP (Reference category is ''No")					WTP (Reference category is ''Yes")				
Variables	B	St.Er	df	Sig.	Exp(B)	B	St.Er	df	Sig.	Exp(B)
Intercept	3.218	1.141	1	.005		-3.218	1.141	1	.005	
Revenues	.000	.000	1	.018	1.000	.000	.000	1	.018	1.000
WaterHrs	-.008	.004	1	.069	.992	.008	.004	1	.069	1.008
WaterSrf	-.010	.005	1	.021	.990	.010	.005	1	.021	1.011
WaterGrnd	0[b]	.	0	.	.	0[b]	.	0	.	.
TotalLand	.000	.028	1	.981	.999	.001	.028	1	.981	1.001
[Educ=.0]	20.107	.000	1	.	5.401E8	-20.107	.000	1	.	1.852E-9
[Educ=1.0]	.829	1.663	1	.618	2.291	-.829	1.663	1	.618	.437
[Educ=2.0]	1.933	1.021	1	.058	6.908	-1.933	1.021	1	.058	.145
[Educ=3.0]	1.952	.912	1	.032	7.046	-1.952	.912	1	.032	.142
[Educ=4.0]	1.632	.915	1	.074	5.116	-1.632	.915	1	.074	.195
[Educ=5.0]	1.669	.916	1	.069	5.304	-1.669	.916	1	.069	.189
[Educ=6.0]	0[b]	.	0	.	.	0[b]	.	0	.	.
[Age=1]	.091	.982	1	.926	1.096	-.091	.982	1	.926	.913
[Age=2]	.247	.387	1	.524	1.280	-.247	.387	1	.524	.781
[Age=3]	-.153	.292	1	.600	.858	.153	.292	1	.600	1.166
[Age=4]	-.011	.261	1	.967	.989	.011	.261	1	.967	1.011
[Age=5]	0[b]	.	0	.	.	0[b]	.	0	.	.
[Hsd=1]	-4.390	.880	1	.000	.012	4.390	.880	1	.000	80.609
[Hsd=2]	-3.777	.754	1	.000	.023	3.777	.754	1	.000	43.698
[Hsd=3]	-3.672	.740	1	.000	.025	3.672	.740	1	.000	39.330
[Hsd=4]	-.801	.889	1	.368	.449	.801	.889	1	.368	2.227
[Hsd=5]	0[b]	.	0	.	.	0[b]	.	0	.	.
b. This parameter is set to zero because it is redundant.										

Table 7 - Multinomial Logistic Regression (MLR) analysis

Acknowledgements

The research was undertaken through the project *''Sustainable Livelihood Improvement through Need Based Integrated Farming System Models in Disadvantaged Districts of Bihar''* funded by the Indian government and the *"Basin focal project of the Indo-Gangetic basin"* funded by the Challenge Program for Water and Food.

REFERENCES:

1. Alpizar, F, Carlsson, F, Martinsson, P., 2001. *Using Choice Experiments for Non-Market Valuation*, Working Papers in Economics no. 52 June 2001, Department of Economics Göteborg University

2. Amarasinghe, Upali A.; Shah, Tushaar; Singh, Om Prakash. 2007 a. *Changing consumption patterns: implications on food and water demand in India.* Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). 37p. (IWMI Research Report 119)

3. Ambastha, K., Hussain, S.A., & Badola, R. (2007). Resource dependence and attitudes of local people toward conservation of Kabartal wetland: a case study from the Indo-Gangetic plains. *Wetlands Ecology and Management*, *15*(4), 287-302. doi: 10.1007/s11273-006-9029-z.

4 Bateman, I.J. and K.G. Willis, Eds. 1999. *Valuing Environmental Preferences: Theory and Practice of the Contingent Valuation Method in the U.S., E.U., and Developing Countries.*Oxford University Press, Oxford.

5. Bateman, I.J., R.T. Carson B. Day, M Hanemann, N Hanley, T. Hett, M. Jones-Lee, G. Loomes, S. Mourato, E. Ozdemiroglu, D.W. Pearce, R. Sugden and J. Swanson, Economic Valuation with Stated Preference Techniques: A Manual, 2002. Edward Elgar, Ltd. Cheltenham, ISBN: 1840649194, 480 p.

6. Brouwer, R., Langford, I.H., Bateman, I.J., Crowards, T.C. and Turner, R.K. 1997.*A Meta-analysis of Wetland Contingent Valuation Studies,* CSERGE Global Environmental Change Working Paper 97-20, Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, University of East Anglia and University College London. Mc-Graw Hill Publ. N.Y.

7. Carson, R.T., Hanemann, W.M., Kopp, R.J., Jon A. Krosnick, Mitchell, R.C., Presser S., Ruud P.A., Smith V.K., Conaway M. and Martin K. 1995. *Referendum Design and Contingent Valuation: The NOAA Panel's No-Vote Recommendation.* Resources for the Future, Discussion Paper 96-05, 21 pp

8. Challenge Program for Water and Food (CPWF*), Indo-Gangetic Basin: Some key insights on water related issues,* Report, http://bfp-indogangetic.iwmi.org:8080/aboutBFP/, last assessed at 26 May 2010,

9. Department of Transport, Local Government and Regions (DTLR) 2002, *Economic Valuation with Stated Preference Techniques*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.

10. Environmental Valuation Reference Inventory (EVRI), 2010, https://www.evri.ca

11. Heal, M., in Limburg K. et at, 2002. SPECIAL ISSUE: The Dynamics and Value of Ecosystem Services: Integrating Economic and Ecological Perspectives, Complex systems and valuation, *Ecological Economics* 41 (2002) 409–420

12. Koundouri, P., Pashardes, P.,Swanson, T., Xepapadeas, A.,(ed.) 2003., *The Economics of Water Management in Developing Countries: Problems, Principles and Policies*, Edwar Elgat Publ.

13. Garrod G. and Willis B.., 1999. *Economic Valuation and the Environment,* Publ. Edward Elgar

14. Garson, D.G., 2010**.** Log-Linear, Logit, and Probit Models, Last Assessed : 20 August 2010, http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/logit.htm

15. T.C. Haab, K.E. McConnell (2002), *Valuing Environmental and Natural Resources, the econometrics of non-market valuation*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.

16. Garrod G. and Willis B.., 1999. *Economic Valuation and the Environment,* Publ. Edward Elgar

17. Jain, S.K., Agarwal, P.K., and Singh, V.P. (2007). Hydrology *and Water Resources of India*, Springer, the Netherlands.

18. Haab T.C., and McConnell, K.E., (2002), *Valuing Environmental and Natural Resources, the econometrics of non-market valuation*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.

19. Kakumanu K. and Bauer S., 2008, Conjunctive use of water: valuing of groundwater under irrigation tanks in semiarid region of India, *Int. J. Water, Vol. 4, Nos. 1/2, 2008* 87

20. Koundouri, P., Pashardes, P.,Swanson, T., Xepapadeas, A.,(ed.) 2003., *The Economics of Water Management in Developing Countries: Problems, Principles and Policies*, Edwar Elgat Publ.

21. Louviere, J.J., D.A. Hensher, J.D. Swait (2000), Stated *Choice Methods, Analysis and Application*, University Press, Cambridge, UK.

22. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 1995. *Referendum Design and Contingent Valuation: The NOAA Panel's No-Vote Recommendation*, Discussion Paper 96-05, November 1995, Resources for the Future

23. Pearce D. 1993. *Economic Values and the Natural Worl*d, MIT Press

24. Pearce, D., and Ozdemiroglu E., March 2002, *Economic Valuation with Stated Preference Techniques: Summary Guide*, Department for Transport, Local Government and the Regions: London

25. Sampath, R., Akhler, U., 1988, Welfare Implications of tubewell irrigation in Bangladesh, *Water Resources Bulletin*, Vol. 24. No. 5

26. Sanjay, K., 2002. Does ‘‘ Participation ’’ in Common Pool Resource Management Help the Poor ? A Social Cost – Benefit Analysis of Joint Forest Management in Jharkhand , India. *World Development*, *30*(5), 763-782.

27. Shah T., Singh O., Mukherii, 2006. Some aspects of South Asia’s groundwater irrigation economy: analyses from a survey in India, Pakistan, Nepal Terai and Bangladesh, *Hydrogeology Journal* (2006) 14: 286–309

28. Sharma, B.R. and Xueliang, C., 2009. *Water saving technologies for rice-wheat systems in Indo-Gangetic Basins: New developments*. Invited paper at the 15th Regional Technical Coordination Committee Meeting of the Rice-Wheat Consortium, 2-3 Febaruary 2009, NASC Complex, New Delhi, India

29. Singh, K., 2007. Rational Pricing of Water as an Instrument of Improving Water Use Efficiency in the Agricultural Sector: A Case Study in Gujarat, India, *International Journal of Water Resources Development*, 23:4,679 — 690

30. World Bank, 2005. A*ssessing the Economic Value of Ecosystem conservation*, Washington, DC: World Bank.

31. World Bank, 2005. *Bihar: Towards a Development Strategy: A World Bank Report.* World Bank, Washington D.C.

УДК 630.114.445(574.5)

ОПЕРАТИВНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

В.З. Абдрахимов

«Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» КВР МСХ РК

Приведены результаты применения электромагнитного метода для оценки засоления почв.

Жұмыста топырақтың тұздылығын жанасусыз электромагниттік әдіспен анықтауды қолдану зерттеулерінің қорытындылары көрсетілген.

В аридной зоне земледелия засоление почв является одной из основных причин снижения продуктивности орошаемых земель. Засоление почв, как исходное, так и вторичное, это проблема орошаемого земледелия не только южных регионов Республики Казахстан, это глобальная проблема мирового масштаба. По данным В.А. Ковды

ежегодные мировые потери в сельском хозяйстве от засоления почв составляют около 3 млрд долларов США [1].

По данным кадастра мелиоративного состояния орошаемых земель из общей площади орошаемых земель (731,7 тыс. га) двух южных областей республики, Южно-Казахстанской и Кызылррдинской, свыше 382 тыс. га от слабой до очень сильной степени засолены [2, 3]. Вредное действие солей на растения проявляется с момента их прорастания, формирования и накопления урожая, снижая при этом урожайность культур. На примере влияния вредных солей, находящихся в почве, на хлопчатник (основной культуры, возделываемой в Средней Азии) учеными Узбекистана было установлено, что засоление ведет к запаздыванию прохождения фаз развития хлопчатника и созревания урожая. С увеличением степени засоления почвы снижается и урожайность хлопка-сырца. При слабой степени засоления она снижается на 30-35, при средней - 60-80 и сильной и очень сильной на-80-100 % [1, 4].

Засоление почв является одним из важнейших критериев оценки мелиоративного состояния орошаемых земель и от его оперативного определения зависит эффективность использования этих земель. В мировой практике оценки засоленности почвогрунтов объектами анализа почвогрунтов на засоление обычно являются водные экстракты или водные вытяжки. В передовых лабораториях мира на сегодняшний день применяются инструментальные методы ненарушенного анализа почвогрунтов с идентификацией солей разной растворимости, традиционно определяемых в различных вытяжках. В практику анализа вод и водных вытяжек широко внедряются позволяющие резко повысить производительность труда аналитика инструментальные методы, из которых наиболее доступными является кондуктометрия.

В настоящее время, в связи с изменением форм собственности на землю, в сельском хозяйстве возросли требования к достоверности составления мелиоративного кадастра, что предопределили необходимость выполнения больших объектов солевых съемок. В процессе традиционных солевых съемок диагностика засоления предполагает массовое производство химических анализов водной вытяжки. При этом стандартный (традиционный) анализ водной вытяжки относится к дорогостоящим анализам, характеризующимся высокой трудоемкостью и материалоемкостью, низкой производительностью труда, потребностью в широкой номенклатуре реактивов. Выполнение анализов традиционными методами не способствует оперативности контроля состояния земель, что в условиях высокой динамичности солевого режима пустынно-степной зоны ограничивает возможность принятия оперативных решений по их мелиорации с вытекающими из этого негативными последствиями (потеря урожая, профилактические промывки без достаточного обоснования). В этой связи мелиоративные службы в зоне орошения остро нуждаются в экспресс-методах оценки засоленных почвогрунтов и вод.

В 1990 году нами совместно с отделом геофизики НПО «Сибцветметавтоматика» (г. Красноярск) разработан метод дипольного электромагнитного профилирования (ДЭМП) и сконструирована аппаратура среднечастотного электромагнитного зондирования (СЭМЗ) почв для оперативного определения их засоления. Поскольку возбуждение и прием электромагнитного поля осуществляется с помощью магнитных рамок, то не требуется активный контакт с почвой, благодаря чему работы можно проводить даже при замерзшей почве или в движении (рис. 1).

Возможность бесконтактного исследования создает предпосылки для полной автоматизации процессов съемки, интерпретации данных и графического отображения.

Апробация метода ДЭМП проводится вот уже более 15 лет на орошаемых землях Южного Казахстана на различных массивах орошения при различном физическом состоянии почвы. В результате экспериментальных работ выявлена устойчивая зависимость содержания солей в почве полученная геофизическим ДЭМП и химико-

аналитическим методом. Произведен расчет коэффициентов корреляции и уравнений регрессии для массивов орошения Южно-Казахстанской области.

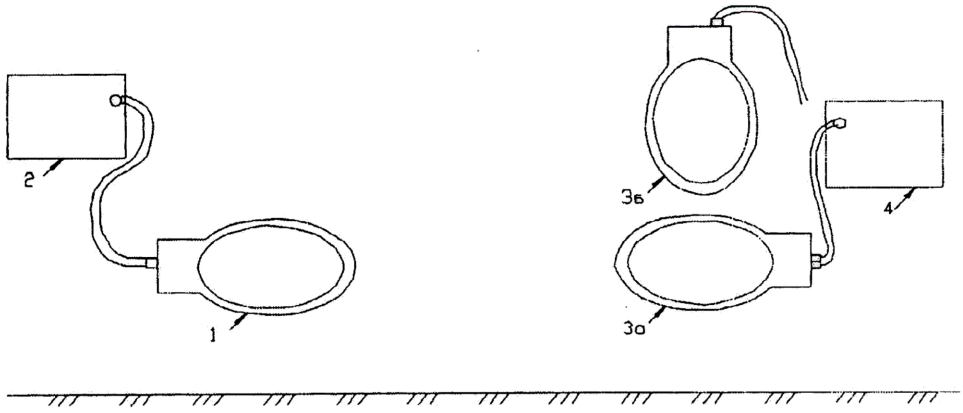


Рис. 1 - Устройство аппаратуры СЭМЗ
1 – передатчик; 2 – блок питания; 3 – приемники; 4 – микровольтметр.

По результатам расчетов коэффициент корреляции варьирует в диапазоне от 0,62 до 0,87 (рис. 2).

На пересушенных почвах (при влажности 7-9% от массы почвы), когда соли находятся в твердой фазе, геофизический метод ДЭМП не эффективен.

В условиях орошаемого земледелия наиболее оптимальными сроками проведения солевой съемки геофизическим методом ДЭМП, является период между поливами, когда влажность почвы не опускается ниже 50-87 % от предельно-полевой влагоемкости, а также после завершения поливов. Метод ДЭМП с аппаратурой СЭМЗ позволяет на 90 % сократить объемы полевых и химико-аналитических работ, что за годы эксплуатации аппаратуры дало большую экономию материальных и трудовых ресурсов. Благодаря геофизическому методу в 2005 году без увеличения численности штата в зонах проектов управления ирригации и дренажа и управления водными ресурсами и восстановления земель произведена солевая съемка на общей площади 49,2 тыс. га орошаемых земель, что в семь раз превысило нормативную производительность учреждения. По линии материально-технического оснащения у тех же производителей нами были закуплены еще два модернизированных прибора СЭМЗ, что позволит нам в дальнейшем успешно выполнять работы по оперативному определению засоления почв и достоверной оценке мелиоративного состояния орошаемых земель.

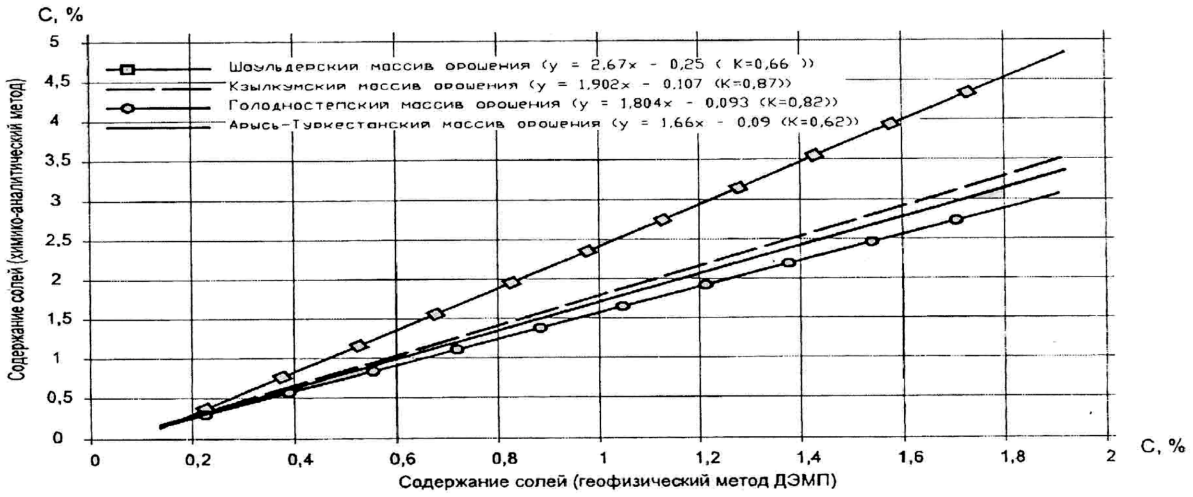


Рис. 2 - Графики содержания солей в почве по массивам орошения в зависимости от метода исследований

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ковда В.А. Проблемы борьбы с опустыниванием и засолением орошаемых почв. – М: Колос, 1984. – 304 с.

2. Кадастр мелиоративного состояния орошаемых земель Южно-Казахстанской области на 1 января 2008 года / ГУ «ЮКГГМЭ» - Шымкент, 2008. – 24 с. (рукопись).

3. Кадастр мелиоративного состояния орошаемых земель Кызылординской области на 1 января 2008 года / ГУ «Кызылординская ГГМЭ». - Кызылорда, 2008. – 10 с. (рукопись).

4. Беспалов Н.Ф. Повышение эффективности промывок // Хлопководство. - 1987. - № 1. - С. 40-43.

УДК 502.654

АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК АЗЕРБАЙДЖАНА

М.А. Абдуев

Институт Географии НАН Азербайджана

Hydrochemical have been elected attendance of the 1950-2008 observations 25-40 with 39 points reaching the purpose of to learn changing of the regime and ion flow in the years during. Concentration of the ions of Cl^-, $Na^+ + K^+$, SO_4^{2+} suffers to more big change in rivers undergone to anthropogenic influence during years. Concentration of the majority of the basic ions especially stream in rivers of the Big Caucasus in the time of to rise, it are not enough from time of to go down. Maximum concentration of the ions summer and autumn, winter is observed in the time of water lack. HCO_3^{2-}, Ca^{2+}, Mg^{2+} ion press stubborn proportionality and there are with ions in the majority of the rivers between water expenditure.

Активное воздействие человека на окружающую среду, в том числе на воды суши, за последние 50 лет достигло небывалой интенсивности и размеров, что приводит к нарушению сбалансированности водных экосистем. В первую очередь, это относится к речным водам, которые являются приемниками различных коллекторно-дренажных и промышленно-бытовых стоков на протяжении всей территории. Основной угрозой здесь является чрезмерное антропогенное загрязнение рек.

Азербайджан является самой аридной и малообеспеченной водами республикой Южного Кавказа. Поэтому значение речных вод для народного хозяйства Азербайджана исключительно велико. По своему географическому положению существенная часть Азербайджана находится в нижней, наиболее загрязненной части течения Куры, Араза, Ганыха, Габырры, Арпачая, Охчучая и других транзитных рек. Основной водной артерией Азербайджана и всего Южного Кавказа является р. Кура и ее притоки. Ресурсы бассейна р. Куры широко используются в народном хозяйстве Грузии и Азербайджана, а отдельные ее притоки (реки Храми, Дебед, Акстафа, Гасансу, Ахынджа) – в Армении. На них базируется орошаемое земледелие, насчитывающее многовековую историю.

Интенсивное использование воды этих рек повышает риск их загрязнения, так как гидрологический и гидрохимический режимы рек быстро реагируют на антропогенное воздействие и зависят от него. Известно, что основными характеристиками химического состава воды являются минерализация и ионный состав, определяемый относительным содержанием главнейших анионов и катионов. Рост минерализации вод приводит к ухудшению жизни гидробионтов, снижает реакцию водоемов к самоочищению, осложняет и удорожает водоснабжение населенных пунктов, при орошении засушливых земель водой с повышенной минерализацией наблюдается засоление почвы и т.п.

Минерализация, количество нефтепродуктов, СПАВ, фенолов, биогенов, микроэлементов и др. загрязнителей в реках республики часто превышают ПДК и нередко проявляются уже в виде токсикантов. Различные канцерогенные и радиоактивные вещества в процессе естественного самоочищения водного обьекта практически не разрушаются, а наоборот, включаются в трофические цепи. Накапливаясь в огромных количествах в гидробионтах, они представляют серьезную угрозу. Вследствие этого население, проживающее в этих регионах, подвергается повышенному риску возникновения различных заболеваний.

В р. Кура у города Мингечаур величина многолетней среднемесячной минерализации меняется от 484 (декабрь) до 617 мг/л (февралъ); а на 1 км выше села Моллакенд она в течение года меняется от 577 (декабръ) до 816 мг/л (февралъ). В р. Кура на 1 км выше села Сурра после впадения р. Араз внутригодовая минерализация меняется от 626 (август) до 1021 мг/л (февраль), а на 0,5 км ниже от пос. Северо-Восточный Банк, она внутри года меняется от 752 (август) до 1357 мг/л (февраль). Сравнение приведенных данных, а также сведений по содержанию главных ионов показывает, что в воде р. Кура наблюдается повышение не только минерализации, но и содержания ионов магния, натрия, калия, хлоридов и сульфатов. Основной причиной изменения химического состава воды является мелиорация.

Не останавливаясь более подробно на осуществленных водохозяйственных мероприятиях, отметим, что эта важнейшая жизненная артерия Азербайджана становится весьма загрязненной до территории нашей республики (Будагов, Кашкай, 1999).

На территории Азербайджана коллекторно-дренажные воды, минерализация которых составляет 1-35 г/л, а также возвратные воды, попадая в реки, не только увеличивают минерализацию воды, но также обусловливают изменение ее химического состава и качества. Если раньше по химическому составу воды р. Кура в нижнем течении относились к гидрокарбонатно-кальциевым, то в настоящее время – относятся к сульфатно-натриевым.

Верховья р. Араз расположены в Турции и Армении, а территория среднего течения и низовья в пределах Азербайджанской Республики. В пределах Армении р. Араз и ее притоки (особенно р. Раздан), увеличивая свой сток за счет сточных вод на 2,1 млн $м^3$ в сутки, подвергаются жесточайшему загрязнению (Абдуев, 2009). Поэтому в водохранилище гидроузла «Араз» создалась тяжелая обстановка, вследствие чего оно является наиболее загрязненным среди всех водохранилищ Азербайджана (Халилов, 1996). В нижнем течении р. Араз подвергается сильному загрязнению другим левым притоком – р. Охчучай. Эта «мертвая река», как и р. Раздан, фактически играет роль сбросного коллектора шламовых вод предприятий горнорудной промышленности Армении, расположенных в гг. Кафан, Каджаран и Дастакерт.

В р. Араз у г. Джульфа величина многолетней среднемесячной минерализации меняется от 770 (февраль) до 1233 мг/л (декабрь); в том числе, содержание гидрокарбонатного иона – от 232,5 (февраль) до 355 мг/л (август), сульфатного иона – от 210,9 (июнь) до 339,4 мг/л (декабрь), хлоридного иона – от 81,5 (февраль) до 210,1 мг/л (декабрь), иона кальция – от 63,1 (октябрь) до 141,5 мг/л (февраль), иона магния – от 26,1 (февраль) до 47,2 мг/л (октябрь), иона натрия и калия – от 46,5 (февраль) до 259,2 мг/л (декабрь).

В р. Араз, в 0,2 км ниже г. Саатлы, величина минерализации внутри года меняется от 950 (октябрь) до 1104 мг/л (декабрь); содержание гидрокарбонатного иона – от 221,3 (октябрь) до 296,8 мг/л (декабрь), сульфатного иона – от 253,8 (февраль) до 284,7 мг/л (декабрь), хлоридного иона – от 82,4 (июнь) до 169,3 мг/л (декабрь), иона кальция – от 65,6 (август) до 112,4 мг/л (апрель), иона магния – от 39,7 (февраль) до 73,5 мг/л (декабрь), иона натрия и калия – от 171,3 (октябрь) до 211,3 мг/л (декабрь).

Сравнение этих данных с величинами предельно допустимой концентрации (ПДК) для питьевых вод показывает, что в воде р. Араз повышено содержание ионов магния, натрия и калия.

Особенно интенсивно используются воды реки Габырры. В настоящее время р. Габырры не доносит своих вод до Мингечаурского водохранилища и только в исключительно многоводные годы в период половодий в русле наблюдается сток. Протекая по территории Грузии, она значительно меняет свою водность и качественный состав. Результаты исследований показывают, что в воде р. Габырры наблюдается повышение не только минерализации, но и содержания ионов натрия, калия, а иногда сульфатов.

Гидрохимические данные по Ширванским рекам указывают на существенное влияние сбрасываемых сточных вод на химический состав русловых вод.

В р. Турианчай ежегодно сбрасывается около 230 тыс. $м^3$ неочищенных сточных вод предприятиями г. Агдаш. Вследствие этого, вниз по течению после сброса сточных вод в р. Турианчай наблюдается резкое увеличение как косвенных показателей загрязнения, так и непосредственно загрязнителей (Абдуев, 2008). Так, если выше сброса сточных вод в рассматриваемой реке содержание хлоридов и сульфатов обычно колеблется в пределах 3-7 и 40-50 мг/л, то ниже сброса сточных вод оно достигает соответственно 6-14 и 100-150– мг/л. Такая тенденция наблюдается и в динамике величины минерализации; так она повышается от 300-400 (выше сброса сточных вод) до-400-500 мг/л (ниже сброса сточных вод).

Существенному антропогенному воздействию подвержена также и р. Геокчай, в неё в течение года сбрасывается без очистки свыше 150 тыс. $м^3$ сточных вод (Абдуев, 2008). В результате, в воде исследуемой реки ниже сброса сточных вод отмечается значительный рост содержания хлоридов: от 2-5 (выше источников загрязнения) до 17 мг/л (ниже источников загрязнения), сульфатов: от 50-60 до 150-170 мг/л и величины минерализации – от 250-300 до 420-550 мг/л. Здесь наблюдается также резкое увеличение содержания и загрязняющих веществ.

Организованного сброса сточных вод в р. Алджиганчай нет, однако в эту реку поступают хозяйственно-бытовые сточные воды ряда мелких населенных пунктов, расположенных вдоль реки. После этого в воде указанной реки заметно увеличивается содержание таких косвенных показателей загрязнения, как сульфаты (на 90-110 %) и хлориды (на 50-60 %), а величина минерализации повышается на 15-20 %.

Наиболее существенному антропогенному воздействию подвержена р. Кудиалчай, протекающая в пределах Самур-Дивичинской низменности. В нее предприятиями г. Куба ежегодно сбрасывается около 1400 тыс. $м^3$ неочищенных сточных вод, а в районе г. Хачмаса – свыше 100 тыс. $м^3$ хозяйственно-бытовых сточных вод. После организованного сброса сточных вод предприятиями г. Хачмас в р. Кудиалчай качество воды данной реки резко ухудшается. Ниже источников загрязнения (г. Хачмас) в воде р. Кудиалчай содержание хлоридов достигает 19 мг/л (при фоновом содержании для г. Хачмас - 6-7 мг/л), сульфатов – до 150 мг/л (фоновое содержание 100-120 мг/л), а величина минерализации возрастает от 350-400 (фоновый створ) до 450-700 мг/л (в створе ниже сброса сточных вод).

Среди рек Нахичеванской АР наиболее существенному изменению гидрохимического режима подвержена р. Нахичеванчай, куда в сутки сбрасывается 47 тыс. $м^3$ неочищенных сточных вод. Это способствует заметному росту минерализации (на 20 %) и содержания главных ионов (40-80 %) в воде р. Нахичеванчай вниз по течению.

Таким образом, на территории Азербайджана антропогенные факторы влияют на количественный и качественный состав речных вод, приводя к глубоким изменениям в гидрохимическом режиме и ионном стоке этих рек.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абдуев М.А. Изменение гидрохимического режима горных рек Азербайджана под воздействием антропогенных факторов // Материалы III Международной научной конференции «Восстановление нарушенных природных экосистем». - Донецк, 2008. - С. 30-33.

2. Абдуев М.А. Охрана от загрязнения трансграничных водных ресурсов Азербайджана // Материалы V Международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании» (6-13 июня 2009 г., Варна, Болгария) - 2009. - С. 9-12.

3. Будагов Б.А., Кашкай Р.М. Географические проблемы рационального использования и охраны от загрязнений межгосударственных рек Закавказья // Геоинформационные и геоэкологические исследования в странах СНГ. - М.: ГЕОС, 1999. - С. 91-94.

4. Халилов Ш.Б. Основные географические проблемы взаимодействия крупных водохранилищ с окружающей средой: Автореф. дисс. доктора геогр. наук. - Баку, 1996. – 46 с.

УДК 631.347.1

ЭКИНЛАРНИ СУҒОРИШДА СУВТЕЖАР ТЕХНОЛОГИЯЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШ

М.А. Авлакулов, И. Бегматов
КарИЭИ, ТИМИ

In given article primary results of scientific researches on application of a subirrigation with a view of perfection of ways of an irrigation of a cotton and grain crops and rational use of water resources are resulted. Researches were spent in 2009 on fields of farms of "Tozhi Islom" of the Shavat district fog Khorezm, "Sajidahmad Nabirasi Anvar" of the Karshi district fog Kashkadarya regions. In conditions loame soils with level of ground waters of 1-2 m. and a mineralization 1-3 g/l on skilled and control sites was planted cotton, the best conditions of growth and development were observed at preirrigation humidity of 70-80-60 % from PPV. On the 2-variant irrigating norm has made 2101,83 m3/hectares on comparing with 7979,83 m3/hectare on control that makes 201,0 m3/ts waters for reception 1 c. A crop also shows expediency of application of a subirrigation for these conditions.

Мақолада Сув ресурсларидан тежаб фойдаланиш, ғўза ва буғдойни субирригация суғориш усулида мақбул суғориш тартибини такомиллаштириш мақсадида олиб борилган илмий-тадқиқот ишларининг дастлабки натижалари берилган бўлиб,илмий-тадқиқот ишлари Хоразм вилояти Шовот туманидаги «Тожи Ислом» номли фермер хўжалиги ва Кашкадарё вилояти Қарши туманидаги «Сайидахмад Набираси Анвар» номли фермер хўжаликларида 2009 йилда олиб борилди. Ғўза тажриба ва назорат далаларида 2009 йилда олиб борилган тадқиқотларда сизот сувлари (1-2 м) жойлашган ва минерализацияси 1-3 г/л бўлган оғир қумоқ тупроқлар шароитида ғўзанинг ўсиши ва ривожланиши учун энг яхши шароит ҳар сафар субирригация суғориш усулида тупроқнинг суғориш олди намлиги ЧДНС га нисбатан 70-80-60 % бўлганда, 2-вариантда мавсумий суғориш меъёри 2101,83 м^3/га ни ташкил қилди ҳамда умумий фойдаланилган сув сарфи 7979,83 м^3/га энг кам сув сарфланган бўлса, бир центнер пахта ҳосилга кетган сув сарфи, умумий фойдаланилган сув сарфига нисбатан 201,0 м^3/ц ни ташкил қилди ва ушбу шароит учун субирригация усулининг самарадорлилигини кўрсатди

В данной статье приведены первичные результаты научных исследований по применению субирригации в целях совершенствования способов орошения хлопчатника и зерновых культур и рационального использования водных ресурсов. Исследования проводились в 2009 году на полях фермерских хозяйств «Тожи Ислом» Шаватского тумана Хорезмского и «Сайидахмад Набираси Анвар» Каршинского тумана Кашкадарьинского вилоятов. В условиях тяжелосуглинистых почв с уровнем грунтовых вод 1-2 м. и минерализацией 1-3 г/л на опытном и контрольном участках был посеян хлопчатник, наилучшие условия роста и развития наблюдались при предполивной влажности 70-80-60 % от ППВ. На 2-варианте оросительная норма составила 2101,83 м^3/га по сравнению с 7979,83 м^3/га на контроле, что составляет 201,0 м^3/ц воды для получения 1 ц. урожая и показывает целесообразность применения субирригации для этих условий.

Калит сўзлар: Суғориш режими, сизот сувлари суғориш техникаси ва технологияси, субирригация, минерализация, ўғитлар, вегетация даври, сув тўсувчи иншооти, зовур ва коллектор.

Кириш

Ўзбекистон Республикаси шароитида суғориш қишлоқ хўжалик экинларидан барқарор юқори ва сифатли ҳосил олишнинг асосий омили ҳисобланади. Тупроқнинг шўрини ювиш, заҳира суғориш ва экинлар парвариш давридаги суғориш учун жуда кўп, айрим туманларда амалда тавсия этилган мақбул нормадан 20-40 % ортиқ сув сарфланади. Суғориш меъери экинларнинг иқлим, тупроқ-мелиоратив шароитлари ва биологик хусусиятларига қараб етарли равишда табақалаштирилмаганлиги учун ҳам ана шундай ҳолат содир бўлади.

Ҳозирги кунда қишлоқ хўжалиги экинларининг ҳосилдорлигини ошириш учун янги, илмий асосланган агротехник тадбирларни ишлаб чиқиш, тупроқ унимдорлигини ошириш, ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш ва улардан оқилона фойдаланиш зарур. Иқтисодчи тадқиқотчиларнинг ҳисоблашларича, Республикада лалмикор майдонларга қараганда суғориладиган майдонларда 7-8 баробар кўп махсулот олиш мумкин экан. Шундай экан, ҳар бир қарич суғориладиган ердан самарали ва оқилона фойдаланиш шу куннинг асосий вазифаси ҳисобланади.

Ҳозирги кунда мелиоратив ҳудуднинг иқлим, тупроқ, гидрогеологик, рельеф шароитлари ва етиштирилаётган экин тури, таркиби, алмашлаб экишдаги тутган ўрни, унинг биологик хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда илмий асосланган мақбул суғориш тартибларини ишлаб чиқиш зарурияти туғилмоқда. Лекин республикамизнинг турли иқлим, тупроқ-гидрогеологик шароитлари, етиштирилаётган экин турлари ва навларининг биологик хусусиятлари ҳамда муайян бир мелиоратив ҳудуд шароитларини ҳисобга олган ҳолда ғўза ва буғдойнинг мақбул суғориш тартиблари етарлича ўрганилмаган.

Сув ресурсларни тежаб суғориш, ғўза ва буғдойни субирригация суғориш усулида мақбул суғориш тартибини такомиллаштириш мақсадида илмий-тадқиқот ишлари олиб борилди.

Тадқиқот услубияти: Илмий тадқиқотнинг мақсади - ғўза ва буғдойнинг мақбул суғориш ва озиқлантириш тартибини қўллаш натижасида ортиқча сув сарфини ҳамда тупроқ таркибидаги минерал ўғит, гербицид ва бошқа заҳарли моддаларнинг сизот сувлари таркибида зовурларга чиқишини камайтиришни таъминлай оладиган суғориш технологиясини яратиш муҳимдир. Бундай йўллардан бири далаларга экилган асосий ва такрорий экинларни вегетация даврида сизот сувларининг сатҳини кўтариш орқали умумий сув истеъмолида минерализацияси 1-3 г/л бўлган сизот сувларининг иштирокини оширишдир.

Вегетация даврида бирламчи зовур охирига сув тўсувчи иншооти қуриб сизот сувларининг сатҳи кўтарилганда суғориш сони ва меъёрлари камаяди ҳамда шу билан бирга сувда яхши эрувчан маъданий ўғитлар, айниқса азотли ўғитларни зовур ва

коллекторларга ювилишининг олди олинади. Бу эса ўз навбатида вегетация даврида, айниқса сув етишмаслик оқибатида ғўзалар ҳосил нишоналарининг (гул) тўкилишини камайтиради ва ҳосилдорликни ортишига ижобий таьсир қилади.

Юқорида қўйилган вазифани ҳал қилиш мақсадида республикамизнинг шимолий минтақаси Хоразм ва жанубий минтақаси Қашқадарё вилоятларининг сув танқис бўлган ҳудудларида ғўза ва буғдойнинг субирригация суғориш усулида мақбул суғориш тартибларини аниқлаш борасидаги дала тажрибалари қуйидагича ғўза ва кузги буғдой тажриба тизимилари олиб борилди :

1-вариант. Ишлаб чиқариш назорати(Суғориш меьёри амалдаги ўлчовлар бўйича аниқланади)

2-вариант. Субирригация суғориш усулида тупроқнинг суғориш олди намлиги ЧДНС га нисбатан 70-80-60 % (Суғориш меьёри0-100 сантиметрли қатламдаги намлик дефицити бўйича аниқланади)

Субирригация суғориш усулида тупроқнинг суғориш олди намлиги ЧДНС га нисбатан ЎзПИТИ тавсияларига кўра иккинчи вариант чегараланган дала нам сиғимига нисбатан 70-80-60 % қилиб белгиланди. Мазкур дала тажриба тизими 2 вариантдан, вариантларни 3 қайтариқда қўйилган бўлиб, дала бўлаклари бир ярусга тизимли равишда жойлаштирилиб, улар бўйича дала тажрибалари олиб борилди. Ғўзани вариантлар дала бўлаклари майдони 720 м2 га, эгатлар узунлиги 100 м ҳар бир вариант 8 қатор, эни 7,2 м улардаги эгат қатор орасининг кенглиги 90 см, четидаги 4 қатори ҳимоя қаторлари ҳисобланади.

Тадқиқот натижалари: Ғўзанинг ҳосилдорлигини ошириш тадбирлари тизимида даставвал сув истеьмол қилиш хусусиятига боғлиқ бўлган субирригация суғориш усулида мақбул суғориш тартиби муҳим аҳамиятга эга.

Ўрта Осиё шароитида пахта даласи сарфлайдиган намнинг амалдаги умумий миқдори гектарига 7 минг куб метр ўртасида бўлади (Беспалов, 1980). Суғориш учун қуйилган сув, куз-қиш ва баҳор даврида ёққан ёғин, вегетация давридаги атмосфера ёғингарчилиги ҳамда сизот сувлари тупроқда вужудга келтирган нам заҳираси унинг таркибий қисмлари ҳисобланади. Улар орасидаги нисбат катта фарқ қилади ва даставвал сизот сувларига ҳамда унинг минераллашганлигига, қишлоқ хўжалик экинларининг биологик хусусиятига, аэрация қатламидаги тупроқнинг сув-физик хусусиятига, механик таркиби ва зичлигига боғлиқ.бўлади.

Хоразм вилояти Шовот тумани тажриба даласидаги ғўзанинг умумий сув истеьмолини аниклаш учун об-ҳаво ёғинлари катта миқдорни ташкил этмайди, бу ёғинлар миқдори апрел -октябр ойларида 22-45 мм дан ошмайди, деярлик ғўза тажриба даласининг умумий сув истеьмолини ўзгартира олмайди.

Тупроқдаги нам заҳираларини вегетация давридаги берилаётган суғориш сувлари ва ер ости сувлари билан биргаликда қопланиб борилади. Суғориш меьёрлари ғўзанинг умумий сув истеьмолини ўзгартириладиган заҳиралари ҳисобланиб, тажриба ўтказилган 2005, 2006 ва 2007 йилларда ғўзанинг мавсумий суғориш меьёрлари 30-40 % ни ва ер ости сувлари 50-60 % ни ташкил этишини кузатдик. Ғўзанинг умумий сув истеьмоли сув сарфлари вариантларда ҳар хил меьёрларда тўғри келди.

Ғўза тажриба ва назорат далаларида 2009 йилда олиб борилган тадқиқотларда ер ости сувлари (1-2 м) жойлашган ва минерализацияси 1-3 г/л бўлган оғир қумоқ тупроқлар шароитида ғўзанинг ўсиши ва ривожланиши учун энг яхши шароит ҳар сафар субирригация суғориш усулида тупроқнинг суғориш олди намлиги ЧДНС га нисбатан 70-80-60 % бўлганда, 2-вариантда мавсумий суғориш меьёри 2101,83 $м^3$/га ни ташкил қилди ҳамда умумий фойдаланилган сув сарфи 7979,83 $м^3$/га энг кам сув сарфланган бўлса, бир центнер пахта ҳосилга кетган сув сарфи, умумий фойдаланилган сув сарфи нисбатан 201,0 $м^3$/ц ни ташкил қилди.

Биринчи назорати вариантида мавсумий суғориш меъёри 3878,06 м^3/га ни ташкил қилди ҳамда умумий фойдаланилган сув сарфи 9578,8 м^3/га энг кўп сув сарфланган бўлса, бир центнер пахта ҳосилга кетган сув сарфи, умумий фойдаланилган сув сарфига нисбатан 269,8 м^3/ц ни ташкил қилди.

Хулоса ва таклифлар: Хоразм вилояти Шовот туманидаги «Тожи Ислом» номли фермер хўжалигида ва Қашкадарё вилояти Қарши тумани «Сайидахмад Набираси Анвар» номли фермер хўжалиги ерларида ғўза ва буғдойни суғоришнинг тежамкор мақбул режимлари ва унинг ялпи сув истеьмолини ўрганиш мақсадида 2009 йилда олиб борилган илмий-тадқиқот иши натижаларини таҳлил қилиш асосида қуйидаги хулосага келиш мумкин:

Субирригация суғориш усули майдонидаги сизот сувларининг минерализацияси ва сатҳининг динамикаси бўйича олиб борилган таҳлиллар натижалари шуни кўрсатадики, Хоразм вилоятида сизот сувлари сатҳи 1,5-2 м ни ва минерализацияси 1-3 г/л дан бўлган шароитда ва Қашқадарё вилоятида сизот сувлари сатҳи 1,5-3 м ни ва минерализацияси 1-3 г/л дан бўлган шароитларида субирригация суғориш усулини қўллаш, суғориш сувини иқтисод қилишга ва режадаги пахта ҳосилини оширишга имкон беради.

Вегетация даврида зовур сувларини маълум муддатга жиловлаш, тупроқни аэрация қатламида маълум даражада туз заҳираларини тўпланишига олиб келади. Бу жараённи ҳар йили мўътадил жорий шўр ювишни ташкил қилиш орқали олдини олиш мумкин;

Назорат вариантида озиқа элементларининг ва тузларнинг сизот сувларига жадаллик билан ювилиши кузатилади, бу эса ўз навбатида бу атроф-муҳит ёмонлашишига олиб келади.

Хоразм вилояти ўтлоқ оғир қумоқли тупроқ шароитида субирригация суғориш усулида тупроқнинг суғориш олди намлиги ЧДНС га нисбатан 70-80-60 % бўлганда, 2-вариантда ғўзанинг суғориш схемаси 0-3-0, суғориш меъёрлари 698-715 м^3/га га сув қўйиб уч марта суғорилди, мавсумий суғориш меъёрлари ҳаммаси бўлиб 2122 м^3/га га ташкил қилди ёки назорат вариантидагига нисбатан 1604 м^3/га энг кам миқдорни сув сарфланди. Қашқадарё вилоятида субирригация суғориш усулида тупроқнинг суғориш олди намлиги ЧДНС га нисбатан 70-80-60 % бўлганда, 2-вариантда сув бериш 1-3-0 схемаси бўйича ғўза 4 марта суғорилди, ғўзани суғориш меъёрлари 710-780 м^3/га га сув қўйиб суғорилди, мавсумий суғориш меъёрлари ҳаммаси бўлиб 2960 м^3/га га ташкил қилди ёки назорат вариантидагига нисбатан 1460 м^3/га ни ташкил этди.

Субирригация суғориш усулида тупроқнинг суғориш олди намлиги ЧДНС га нисбатан 70-80-60 % бўлганда, 2-вариантда бир центнер пахта етиштириш учун энг кам миқдордаги 52,9 м^3/ц сув сарфланди ва ғўза ҳосили - 39,7 ц/га энг кўп пахта олинди ҳамда ғўза ҳосили эса назорат вариантига нисбатан 4,2 ц/га кўпдир.

АДАБИЁТЛАР:

1. «Республиканинг шимолий ва жанубий минтақалари гидроморф тупроқлари шароитида сув тежовчи субирригация суғориш усулини қўллаш» мавзусидаги ҚХИ-11-014 ИТИ оралиқ ҳисоботи. - Тошкент,2009.

2. Мирзажонов Қ.Б., Исаев С.Х., Очилов Э. Экинларни тупроқ остидан суғоришнинг моҳияти // «Пахтачилик ва деҳқончиликни ривожлантириш муаммолари». – Тошкент, 2004. - 66-67 б.

УДК 532:626.83

НОВЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ ПОТОКА В ВОДОПОДВОДЯЩЕМ КОМПЛЕКСЕ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

А.И. Азимов, О.Я. Гловацкий, Б.Р. Уралов, Р.Р. Эргашев
САНИИРИ им. В.Д. Журина

В основе современных гидротехнических методов лежит картина параллельно-струйного движения жидкости, скорости которого (осреднённые при турбулентном режиме), в общем, параллельны между собой и с осью потока, т.е. нормальны к поперечным сечениям потока.

В водоподводящем комплексе насосной станции (НС) с местным расширением поток в общем случае характеризуется:

- местными искривлениями линий тока и живых сечений;
- возникновением отрывов транзитной струи от стенок русла.

Поверхность раздела выражена не резко, носит неустановившийся характер, периодически получает дополнительные искривления, которые прогрессируют и переходят в мощные водовороты, обуславливая возникновение сбойного течения. Постоянное возникновение водоворотов, попадающих в транзитную струю, приводит к высокой степени неравномерности потока. В водоподводящем комплексе НС такие явления наблюдаются в аванкамерах и водоприёмниках [1,2].

С целью улучшения гидравлических условий подвода воды к насосам, на основе выполненных лабораторных исследований, нами предложена конструкция аванкамеры, отличающаяся тем, что перед водоприемником устраивается донная поперечная стенка. Необходимая высота стенки может быть определена расчетом, в основу которого были положены следующие соображения:

а) рассматриваем наиболее распространенную схему аванкамеры с симметричным двусторонним расширением;

б) глубины потока в подводящем канале и перед водоприемником станции считаем заданными.

Применяя к выбранным сечениям уравнение количества движения, можно определить глубину потока перед стенкой, а затем ее высоту.

Для решения этой задачи преобразуем уравнение количества движения к виду:

$$\frac{\alpha\rho Q^2}{\varpi_k} - \frac{\alpha\rho Q^2}{\varpi_{\text{Н}}} = G_x + T_{ox} + \text{P}_x + 2R_c \qquad (1)$$

α - коэффициент, который для начального и конечного сечений площадью ϖ_x и $\varpi_{\text{Н}}$ можно принять равным единице распределенной эпюре скоростей по ширине;

T_{ox} - проекция на ось *X* силы внешнего трения, приложенная к рассматриваемому отсеку. Силой T_o пренебрегаем ввиду ее малости по сравнению с другими силами;

G_x - проекция веса воды в отсеке на ось *X* $G_x = 0$;

P_x - проекция на ось *X* сил давления, действующих на рассматриваемый отсек со стороны окружающей воды.

$$\text{P}_{\text{К}} = \text{P}_{\text{Н}} - \text{P}_k = \gamma\varpi_{\text{Н}} y_{\text{Н}} - \gamma\varpi_{\text{Н}} y_к \qquad (2)$$

где $y_{\text{Н}}$, $y_к$ - заглубление под уровнем воды центров тяжести сечений $y_{\text{Н}}, y_k$;

R_c- сила реакции боковой стенки.

Приведем основные положения для вывода зависимости между глубинами потока в конце подводящего канала $h_{\text{Н}}$ и в створе поперечной стенки h_k.

Горизонтальную составляющую реакции боковых стенок определяем как давление на вертикальную проекцию этих стенок.

$$R_c = \frac{1}{2}\left(\frac{\gamma h_{\text{Н}}^2}{2} + \frac{\gamma h_{\text{Н}}^2}{2}\right)\frac{в_к - в_{\text{Н}}}{2} = \frac{1}{2}\frac{\gamma h_{\text{Н}}^2}{2}(I + \eta^2)\frac{в_{\text{Н}}(\beta - I)}{2}; \qquad (3)$$

$$\frac{в_к}{в_{\text{Н}}} = \beta\ ,\ \frac{h_к}{h_{\text{Н}}} = \eta \qquad (4)$$

Перепишем уравнение (I) с учетом зависимостей (2), (3), (4) и принятых допущений:

$$\frac{\rho Q^2}{\varpi_k} - \frac{\rho Q^2}{\varpi_{\text{Н}}} = \gamma\varpi_{\text{Н}} y_{\text{Н}} - \gamma\varpi_к y_к + \frac{\gamma h_{\text{Н}}^2}{2} в_{\text{Н}}(\eta^2 + I)\frac{\beta - I}{2} \qquad (5)$$

Меняя знаки и производя упрощения, получаем:

$$\frac{Q^2}{g в_к h_k} - \frac{Q}{g в_{\text{Н}} h_{\text{Н}}} = \frac{h_{\text{Н}}^2}{2} в_{\text{Н}}\left[I - \eta^2\beta + (\eta^2 + I)\frac{\beta - I}{2}\ \right] \qquad (6)$$

$$2F_{r_2} = \frac{\beta\eta}{\beta\eta - I}\left[\beta\eta^2 - I - (\beta - I)\frac{\eta^2 + I}{2}\ \right] \qquad (7)$$

Если подставить в уравнение (7) значения β и η, то оно решается однозначно относительно числа Фруда.

Выведенные зависимости для решения уравнения установившегося неравномерного течения в непризматических руслах проверены по способу Хестеда. Получилось хорошее совпадение, причем наш способ дает искомые величины без методов подбора, используемых в современных гидравлических расчетах.

Анализ проектных решений показывает, что для большинства насосных станций β = 1,2 + 2,0, а вычисленные числа Фруда $F_г$<1 при $\eta \leq$ 1,25, что указывает на спокойное движение.

Экспериментально найдено, что наилучшее растекание наблюдается в том случае, когда живое сечение над стенкой выбирается в пределах 1,15-1,30 сечения подводящего канала.

Сопоставление результатов приведенного метода расчета и лабораторных экспериментов показало хорошую сходимость. Так, для аванкамеры насосной станции «Хамза-1» высота стенки по аналитическому расчету и найденная на модели оказались равными 2 м.

Целесообразность устройства поперечной стенки подтверждает схема заиления аванкамеры насосной станции «Кзыл-Тепе». После первого года эксплуатации наносы в аванкамерах отложились так, что образовали естественную поперечную стенку с закрытыми откосами (рис. 1).

Аванкамеры с донными поперечными стенками построены на Талимарджанской и Джизакской станциях, а также на станциях Кзылординской (Казахстан) и Северо-Рогачинской (Украина) оросительных систем.

Однако реконструкция в водоподводящем комплексе крупных НС представляет известные трудности, связанные с остановкой станции и большим объёмом строительно-

монтажных работ. Поэтому в последние годы в САНИИРИ в рамках фундаментальных исследований разрабатываются плавучие конструкции с аналогичными функциями.

Опыт применения «плавучих растекателей» также известен. В течение ряда лет такая конструкция в виде запани установлена в аванкамере первой насосной станции Каршинского каскада, а в 1981 году уже в виде растекателя полигональной формы - в аванкамере второй станции. Оптимизация способов переформирования потока с уменьшением его турбулентного воздействия на насосы требует дальнейшего экспериментального изучения, в натурных условиях. Особое внимание необходимо уделить сочетанию донных и плавучих элементов.

Донные стенки могут расширять и сужать поток в соответствии с конфигурацией русла. С целью обеспечения несимметричного расширения при неравномерном делении потока донная стенка располагается в плане по выгнутой по течению кривой, причем вершина кривой смещена в сторону большего расхода.

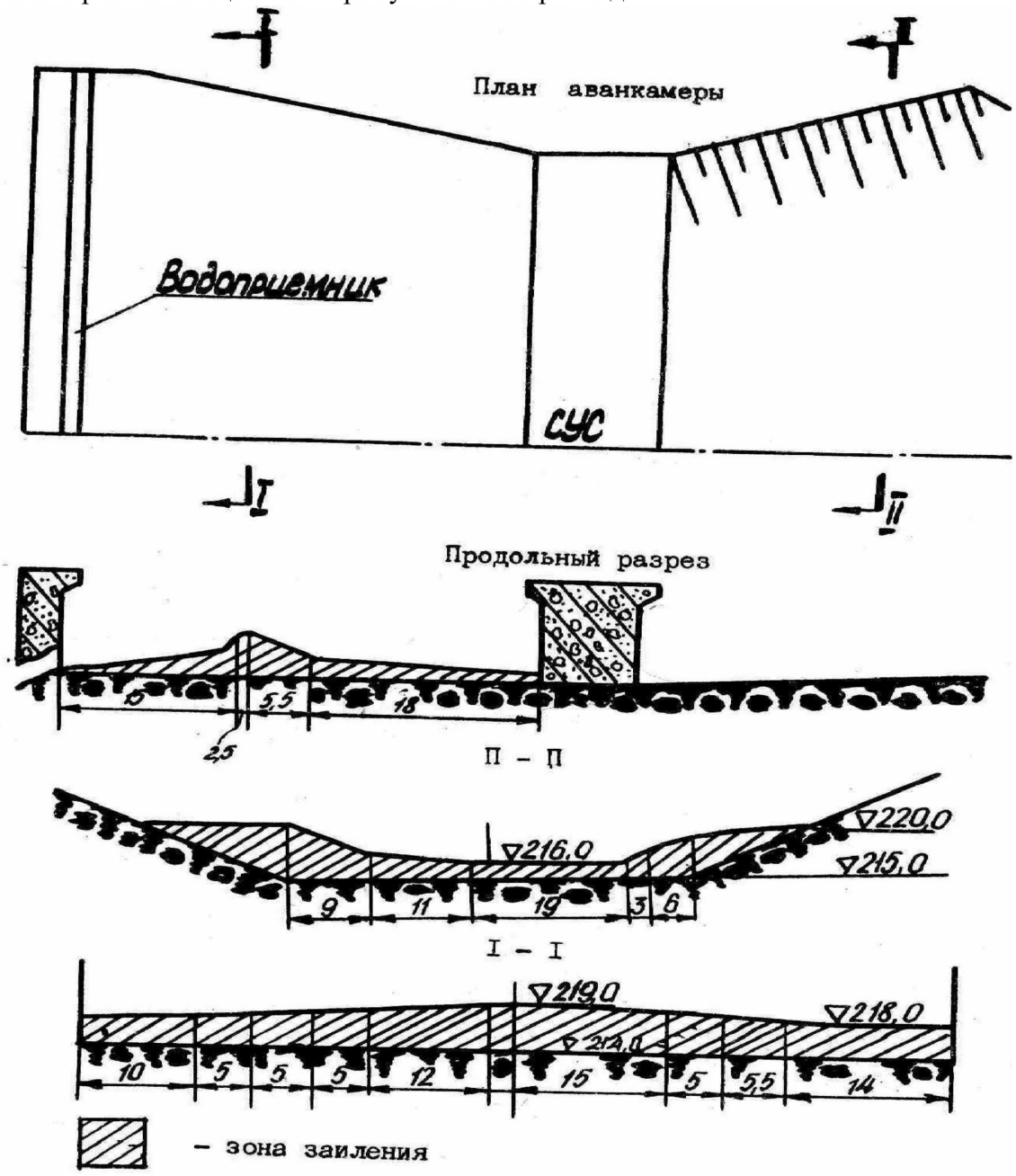


Рис. 1 - Схема аванкамеры насосной станции Кзыл-Тепе.

Эта конструкция, названная устройством для изменения структуры потока, поясняется на чертеже (рис. 2). Стрелками показано изменение направления скорости потока.

Действие на поток донной стенки, выполненной в виде дамбы I, распространяется вниз по течению на длину равную нескольким ширинам русла. Приведенные количественные данные являются результатом натурных и лабораторных гидравлических исследований водоподводящего тракта Каршинского канала. При необходимости защиты берегов на большей длине устраивается еще одна или несколько аналогичных дамб.

Если поток надо подвести к какому-либо берегу (несимметричное сужение потока), то в ту же сторону надо сместить (в плане) вершину (центр описываемой окружности) выпуклой кривой дамбы (рис. 2, фиг. 2). Точное изменение угла атаки достигается построением большой оси эллипса, перпендикулярной измененному вектору скорости потока.

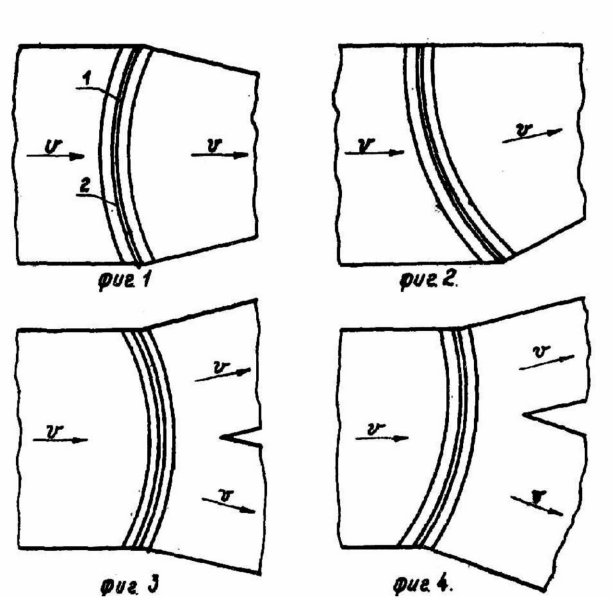


Рис. 2 - Устройство по формированию структуры потока

При необходимости деления потока на два симметричных рукава или подвода воды к холостому сбросу, расходом равным 1/2 общего, подводная дамба устраивается по вогнутой пологой симметричной кривой (рис. 2, фиг. 3). Для неравномерного деления потока подводная дамба устраивается по несимметричной кривой. При этом вершину кривой нужно сместить в ту сторону, в которой нужен меньший поток (рис. 2, фиг. 4).

Скоростная структура потока изменяется за счет сжатия его по вертикали. При этом желаемые средние скорости потока можно подбирать, варьируя живое сечение потока над дамбой за счет изменения ее высоты, учитывая обратную пропорциональность скорости и расхода потока. Методика определения высоты дамбы изложена выше.

Перераспределение скоростей внутри потока с преобразованием его движения уже осуществлено в ряде случаев для замкнутого потока; в качестве примеров можно привести направляющий аппарат турбины Жонваля; рассеиватель энергии и т.д. [1, 2].

Поэтому логически было бы наиболее правильным, выдвинув идею применения направляющего аппарата к открытому потоку, теоретически проверить и обосновать осуществимость этой идеи, выполнив гидродинамическое исследование явлений, сопутствующих прохождению потока через направляющий аппарат того или иного вида. Несомненно, что такое исследование могло бы одновременно дать и ряд ценных указаний о наивыгоднейшей форме и размерах самого направляющего аппарата. Однако такой путь

исследования наталкивается на чрезвычайную сложность гидродинамической картины винтового движения жидкости в открытом русле конечных размеров под влиянием направляющего аппарата; на большие математические затруднения при решении подобных вопросов; отсутствие каких-либо экспериментов на прямом открытом потоке.

Основными отличиями являются: свободная поверхность потока; часто весьма растянутая и несимметричная форма поперечного сечения потока; большие размеры поперечных сечений (аванкамеры), требующие применения конструкций с минимальной затратой дефицитных материалов [1, 2].

Учитывая все эти условия, мы намечаем два основных типа комбинированного направляющего аппарата.

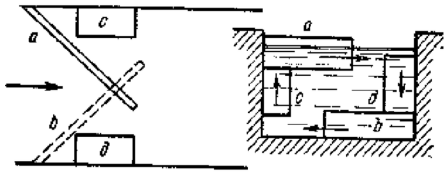


Рис. 3 - Комбинированные направляющие системы на водозаборе

1-й тип (с периферийными направляющими поверхностями). На рис. 3 обозначены: *a*- верхняя направляющая плоскость; *b*- нижняя (донная) направляющая плоскость; *c* - боковая левая (восходящая) и *d* - боковая правая (нисходящая) направляющая плоскости. При указанном расположении верхние струи будут отклоняться вправо, правые - вниз, донные - влево и левые - вверх, так что мы должны получить циркуляцию по часовой стрелке. Дальнейшие вариации этого аппарата, как плавучей системы, разрабатываются в следующих направлениях.

а) Размещение по длине участка нескольких комплектов направляющих плоскостей в определённых расстояниях друг от друга (рис. 4); при этом может варьироваться и взаимное расположение отдельных элементов.

б) В целях меньшего стеснения живого сечения потока можно устранить те или иные элементы описанной схемы.

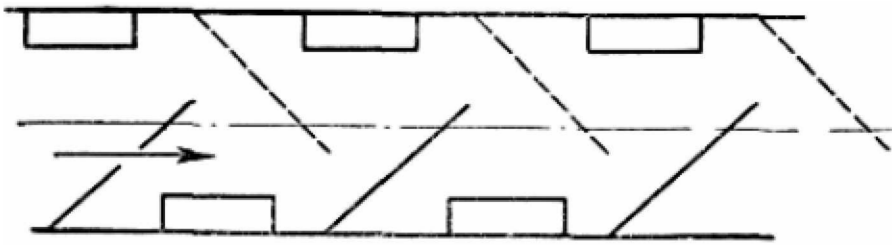


Рис. 4 - Плавучие направляющие потока по длине сооружения

Особенный интерес представлял бы аппарат с одними лишь верхними направляющими, как не подвергающимися непосредственному воздействию плавника и наносов.

в) При желании сосредоточить направляющий аппарат большой мощности в одной поперечной плоскости потока представляется возможным сдвинуть направляющие плоскости. Такой аппарат подобен направляющему аппарату турбины Жонваля.

В случае необходимости ещё более сосредоточить перераспределение скоростей в одной плоскости и в то же время привести во вращательное движение всю массу потока, мы приходим к схеме аппарата 2-го (пропеллерного) типа, аналогом которого может служить аппарат рассеивателя энергии.

Эффективность разработанных новых способов переформирования потока предопределяет их широкое применение.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гловацкий О.Я., Рахимов Ш.Х., Жураев С. Устройство для управления потоком воды в аванкамере насосной станции: Изобретение, патент № 6057 Республики Узбекистан.: 6 Е 02 В 9/02 // Заявка № IH DP 9800204.1; Расмий ахборотнома. 1999. № 4

2. Гловацкий О.Я., Исаков Х.Х., Талипов Ш.Г. Совершенствование эксплуатации мелиоративных насосных станций в системе сельскохозяйственного производства в условиях дефицита водных ресурсов // Вестник аграрной науки Узбекистана. - 2001. - № 3 (5). - С. 59-62.

УДК 333:626.810

БИЗНЕС-ПЛАН И ЕГО РОЛЬ В РАЗВИТИИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИИ

О.Б. Анарбеков, М.А. Пинхасов, Х. Мантритилаке,
Международный Институт Управления Водными Ресурсами (IWMI), Научно-Информационный Центр Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии (НИЦ МКВК)

Современная экономическая ситуация, связанная с переходом к рыночным отношениям, вынуждает предприятия по-новому подойти к планированию своей деятельности. Сегодня уже недостаточно подготовить «промфинплан» или «технико-экономическое обоснование». Как правило, эти варианты планирования не могут дать достоверную оценку деятельности организации или ответить на все вопросы, стоящие перед организацией. Руководители организаций вынуждены искать формы и модели планирования, которые обеспечивали бы максимальную эффективность принимаемых решений.

Оптимальным вариантом достижения таких решений является новая прогрессивная форма – бизнес-план.

Успех деятельности организации решающим образом зависит от умения достигать поставленных целей. Цели зависят от многих факторов, внешних и внутренних. Внешние факторы формируются под влиянием внешней среды, в которой существует организация.

Например, экономическая ситуация в стране (рост/спад), экономическая политика государства, налоговый режим, структура рынков и др.

Внутренние факторы обусловлены деятельностью самой организации. К ним относятся качество менеджмента, квалификация и возможности персонала, экономическое положение организации и др. Правильно сформулированные цели организации в значительной степени определяют результаты ее работы.

«Бизнес-план» – это документ, которым на основе комплексного анализа ситуации, стратегии и согласованных программ действий в соответствии с установленными приоритетами и возможностями предполагает внедрить постановку перспективных и эффективных целей водохозяйственной организации, какой является АВП.

Бизнес-план – это некое подобие дорожной карты для организации, без которой организация путешествует вслепую. Как организация узнает, где она будет находиться в будущем, если не установит, откуда она начала путь и куда намеревается придти?

Независимо от того, большая или малая организация, начинается ли дело или развивается уже давно существующее, бизнес-план поможет организации:

поставить конкретные задачи, осуществление которых будет свидетельствовать о достигнутом прогрессе;

просчитать возможные варианты развития организации;

предусмотреть, предотвратить или смягчить последствия возможных негативных явлений;

принимать важные деловые решения;

подробно ознакомиться с финансовым состоянием организации;

быть более убедительным при поиске финансирования.

Любой бизнес-план разрабатывается для каких-то определенных целей. Необходимо выделить несколько причин, которые определяют характер организации в зависимости от целей, для решения которых разрабатывается бизнес-план. Ниже приводятся несколько таких причин:

1. ***Для внутренних целей.*** Это своего рода самоконтроль: правильно ли организация поступает, начав новое дело, развивая новое направление деятельности? Для этого прежде всего, организация должна убедить себя в том, что принято верное решение, и что вложенные средства и усилия оправдаются и принесут прибыль.

2. ***В случае, если организация хочет получить банковский кредит.*** До недавнего времени для получения кредита в банке было необходимо просто предоставить лишь двухстраничное ТЭО (технико-экономическое обоснование), которое, впрочем, не являлось решающим для принятия банком или другой финансовой организацией решения о предоставлении кредита. Решающими же были личные связи, рекомендации, а также осведомленность банкиров о состоянии дел кредитополучателя. В последнее время все больше и больше национальных и зарубежных банков требуют бизнес-план для принятия окончательного решения о выдаче (или невыдаче) кредита.

3. **В случае, если организация хочет привлечь средства инвесторов.** Независимо от того, из каких источников организация хочет привлечь средства, ей понадобится грамотно составленный бизнес-план. Несмотря на то, что инвесторы в подавляющем своем большинстве руководствуются интуицией, решая «давать или не давать» деньги, бизнес-план становится хорошим подспорьем при получении средств. Если речь идет о привлечении средств из иностранных источников, без бизнес-плана вам не обойтись. И хотя даже правильно составленный план не гарантирует получения средств, без плана у организации или предприятия не будет никаких шансов. Даже если организации удалось заинтересовать иностранного инвестора своим предложением и заключить предварительное соглашение о предоставлении финансирования, в 99 случаях из 100 инвестор потребует все тот же бизнес-план.

4. ***В случае, если организация хочет реорганизовать свое дело.*** По мере того, как небольшие организации растут, появляется необходимость создания стратегической концепции развития. Бизнес-план, в разработке которого принимают участие партнеры организации и ключевые сотрудники, поможет выработать эту концепцию и, что важнее, позволит организации, а также партнерам и сотрудникам более четко осознать цели и конкретные задачи, стоящие на пути реализации этой концепции.

Внедрение Бизнес-планирования по проекту «ИУВР-Фергана».

Исполнители проекта выявили и включили в реализацию проекта «ИУВР-Фергана» внедрение бизнес планирования для вновь создающихся и функционирующих по принципу ИУВР водохозяйственных организаций. В основном это обусловлено тем, что большинство руководителей отечественных организаций привыкли концентрировать свои усилия на решении текущих задач, оперативном уровне управления и, соответственно, на краткосрочном уровне планирования.

Вопросы перспективного развития нередко оказываются «на обочине» хозяйственной деятельности. Организация не может контролировать все, что происходит

или может произойти в мире. Однако, можно планировать собственное направление. В этом и состоит цель внедрения бизнес планирования по проекту «ИУВР-Фергана», то есть выбрать четкое направление и следовать по нему пока ситуация не изменится.

Под бизнес-планом – подразумевается внедрение стратегического (перспективного) и годового планирования в водохозяйственных организациях в зоне функционирования проекта.

Исполнители проекта считают, что для многих есть свои роли в планировании:



- Руководящий орган водохозяйственной организации должен установить общие цели и обеспечить взаимодействие с внешним миром.
- Руководитель исполнительного органа водохозяйственной организации должен добавить свои собственные цели и внедрить рекомендации по управлению.
- Специалисты водохозяйственной организации вместе могут помочь руководителю исполнительного органа в составлении бизнес-плана.

Как мы видим, планирование, особенно стратегическое (перспективное) – это одно из наиболее важных дел исполнительного органа совместно с руководящим органом водохозяйственной организации.

График 1 - Процесс разработки бизнес-плана, внедряемый по проекту «ИУВР-Фергана»



1. Руководящий орган разрабатывает или уточняет миссию и общие цели водохозяйственной организации, на основе её устава и ожиданий заинтересованных сторон.

2. Проводится процесс анализа ситуации и SWOT, чтобы определить внутренние и внешние факторы, которые влияют для достижения поставленных целей и выполнению миссии.

3. Используя информацию, собранную посредством анализа ситуации и SWOT, руководящий орган вместе с исполнительным органом организации вырабатывают стратегию по достижению целей и выполнении миссии.

4. На основе разработанной стратегии, исполнительный орган составляет Годовой план – то есть план мероприятий и бюджет на текущий год.

5. В конце года водохозяйственной организации необходимо провести оценку деятельности, результатов плановых мероприятий и бюджета. Оценка производится

руководящим органом водохозяйственной организации,, чтобы убедиться в реальности выполнения разработанных стратегий, достижения поставленных целей и выполнении миссии.

Внедрение пилотными Ассоциациями водопользователями (АВП) и Управлениями магистральных каналов (УМК) бизнес-плана по проекту «ИУВР-Фергана» показывает, что водохозяйственные организации разработали четкие направления своей деятельности, определили цели и задачи на перспективу, стали оценивать текущее состояние и тенденцию отрасли и меньше реагировать на текущую ситуацию. Они стали более предусмотрительными, начали предвидеть надвигающиеся проблемы и решать их до того, как они возникают. Они стали ценить возможности и пользоваться ими, выбирая свои действия и мероприятия. Другими словами водохозяйственные организации стали успешно продвигаться вперед.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пинхасов М., Анарбеков О. и др. Краткое руководство по составлению Бизнес-плана для Ассоциации Водопользователей / Проект «ИУВР Фергана» (IWMI-НИЦ). - Ташкент, 2006.

2. Кудашев В. и др. Основы Бизнес-Планирования. (Издание подготовлено специалистами Симферопольского Консалтинг-центра Украинской Консалтинговой Сети, основанной проектом Международной Финансовой Корпорации (IFC)).

3. Учебные материалы проекта GTZ «Оказание содействия сети водоснабжения в Иерусалиме» и Учебные материалы FAO по осуществлению стратегического планирования для водохозяйственных организаций.

УДК 631.6.02(282.255.2)(574.5)

ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА В БАССЕЙНЕ РЕКИ СЫРДАРЬИ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

К.А. Анзельм

«Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» КВР МСХ РК

In This article an analysis of the ameliorative status of irrigated land, to improve essiciency of water and land resources in the South Kazakhstan region. Was made for the last one half ten years.

В статье сделан анализ мелиоративного состояния орошаемых земель за последние полтора десятка лет, произведена их оценка и даны предложения по повышению эффективности использования водно-земельных ресурсов в Южно-Казахстанской области.

Мақалада соңғы 15 жылдар ішіндегі суармалы жерлердің мелиоративтік жағдайына талдау жасалынды, оларды бағалау жұмыстары жүргізілді, және Оңтүстік Қазақстан облысында су-жер қорларын пайдаланудың тиімділігін жоғарылату жөнінде ұсыныстар берілді.

В Южно-Казахстанской области сосредоточена третья часть орошаемых земель Республики Казахстан, которые являются основными потребителями водных ресурсов региона. По формированию стока и ирригационно-хозяйственным признакам орошаемые земли ЮКО находятся в пяти ирригационных районах (табл. 1).

Таблица 1 - Водообеспеченный земельный фонд и распределение орошаемых земель ЮКО по ирригационным районам [1]

Ирригационные районы	Водообеспеченный земельный фонд, тыс. га	Наличие орошаемых земель	
		в тыс. га	в процентах от водообеспеченного фонда
Арысь-Туркестанский (АРТУР)	228,3	228,3	100,0
Мактааральский	138,8	138,8	100,0
Кызылкумский	144,0	77,1	53,5
Чирчик-Ангрен-Келесский (ЧАКИР)	168,0	64,5	38,4
Сузакский (Чу-Таласский)	13,5	13,5	100,0
Всего	692,6	522,2	75,4

Кроме Сузакского ирригационного района, который относится к Чу-Таласскому водному бассейну, все остальные ирригационные районы области, в которых сосредоточено 97,5 % орошаемых земель области, относятся к Арало-Сырдарьинскому водному бассейну.

Эффективность использования водно-земельных ресурсов в каждом из рассматриваемых ирригационных районов зависит от основных компонентов ландшафта (климат, литология, гидрология), технического уровня и условий эксплуатации гидромелиоративной системы, а так же от культуры земледелия.

В аридной зоне орошаемого земледелия показатели мелиоративного состояния орошаемых земель являются прямыми основными диагностическими показателями состояния орошаемых земель и косвенными показателями эффективности функционирования гидромелиоративной системы и эффективности использования водных ресурсов.

Так, по данным мониторинга состояния орошаемых земель, который вот уже около 40 лет ведется государственным учреждением «Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» Комитета по водным ресурсам Минсельхоза РК, за последние 15 лет по области на 7,7 % увеличилась площадь средне-, сильно- и очень сильнозасоленных земель, которая достигла 89,4 тыс. га или 17,6 % от общей площади орошаемых земель (табл. 2).

Наибольшее увеличение засоления земель (18,6 %) за этот же период произошло в Кызылкумском ирригационном районе. Больше половины засоленных земель по области сосредоточены в Мактааральском ирригационном районе (46,6 тыс. га), в котором также за рассматриваемый период произошло значительное ухудшение (на 12,2 %) состояния земель и засоленные земли на 2009 год составляют третью часть от орошаемых земель района.

Значительный рост площади засоленных земель по двум ирригационным районам связан в первую очередь с подъемом на этих землях уровня грунтовых вод и увеличением их минерализации. Максимальный прирост орошаемых земель (в 2,8 раза) с недопустимой (до 3 м) глубиной залегания грунтовых вод отмечается в Мактааральском районе, и к 2009 году эта площадь составила 84,4 % или 117,2 тыс. га от общей площади орошаемых земель района. На Кызылкумском массиве орошения также произошел прирост площадей (на 14,3 %) с недопустимой глубиной залегания грунтовых вод и на конец анализируемого периода их доля составляет 77,3 %.

Таблица 2 – Распределение орошаемых земель Южно-Казахстанской области в бассейне реки Сырдарьи по почвенно-мелиоративным и гидрогеолого-мелиоративным показателям [2]

№ п/п	Ирригационные районы	Годы	Орошаемая площадь, тыс. га	В том числе						Используемые орошаемые земли, тыс. га	Не используемые			Водозабор, млн.м^3	Удельная водоподача, м^3/га	Дренажный сток, м^3 с га
				по засолению почвы		с уровнем грунтовых вод		с минерализацией грунтовых вод			всего	в том числе из-за				
				незасол. и слабозасолен.	средне и сильно засолен.	до 3 м	>3 м	до 3 г/л	> 3 г/л			засоления и недопустимого УГВ	неводообеспеч. и оргн.хоз. причин			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Арысь-Туркестанский (АРТУР)	1996	222,2	209,8	12,4	31,4	190,8	202,1	20,1	204,0	18,2	3,8	14,4	1175,9	4839	605
		2000	219,8	206,6	13,2	18,3	201,5	207,4	12,4	171,8	48,0	12,0	36,0	923,6	3779	604
		2003	220,5	204,4	16,1	46,7	173,8	203,5	17,0	197,4	23,1	17,2	5,9	1208,6	4531	544
		2009	228,5	209,1	19,2	39,7	188,6	214,9	13,4	173,3	55,0	13,8	41,2	864,4	3735	363
2	Мактааральский	1996	126,4	99,2	27,2	41,8	84,6	60,6	65,8	126,4	0,0	0,0	0,0	685,7	4068	2400
		2000	125,3	89,2	36,1	61,9	63,4	46,5	78,8	125,0	0,3	0,0	0,3	564,1	3726	1661
		2003	136,8	99,3	37,5	109,9	26,9	46,1	90,7	136,8	0,0	0,0	0,0	821,7	5373	2489
		2009	138,8	92,2	46,6	117,2	21,6	35,0	103,8	138,8	0,0	0,0	0,0	778,9	5057	1696
3	Кызылкумский	1996	70,8	62,3	8,5	44,6	26,2	69,0	1,8	52,3	18,5	0,7	17,8	1221,0	20236	8435
		2000	74,8	60,2	14,6	36,7	38,1	74,2	0,6	50,1	24,7	8,0	16,7	510,2	10936	1267
		2003	73,8	58,5	15,3	51,4	22,4	68,7	5,1	59,9	13,9	9,0	4,9	839,7	14016	1782
		2009	77,1	53,5	23,6	59,6	17,5	59,5	17,6	47,0	30,1	5,3	24,8	840,8	13521	3461
4	Чирчик-Ангрен-Келесский (ЧАКИР)	1996	63,3	63,3	0,0	0,5	62,8	53,8	9,5	57,4	5,9	0,0	5,9	571,6	7249	434
		2000	67,0	67,0	0,0	0,4	66,6	62,7	4,3	52,5	14,5	0,0	14,5	215,2	2823	94
		2003	67,0	67,0	0,0	6,8	60,2	61,1	5,9	57,3	9,7	0,0	9,7	515,2	5841	726
		2009	64,5	64,5	0,0	5,6	58,9	52,9	11,6	49,3	15,2	0,0	15,2	452,7	7905	1208
	По ЮКО в бассейне р.Сырдарьи	1996	482,7	434,6	48,1	118,3	364,4	385,5	97,2	440,1	42,6	4,5	38,1	3654,1	6761	2201
		2000	486,9	423,0	63,9	117,3	369,6	390,8	96,1	399,4	87,5	20,0	67,5	2213,1	4535	908
		2003	498,1	429,2	68,9	214,8	283,3	379,4	118,7	451,4	46,7	26,2	20,5	3385,1	5861	1286
		2009	508,7	419,3	89,4	222,1	286,6	362,3	146,4	408,4	100,3	19,1	81,2	2936,8	5814	1303

Наиболее благополучная обстановка на орошаемых землях по этому показателю сложилась на Келесском массиве орошения и, несмотря на некоторый прирост площадей с недопустимой глубиной залегания грунтовых вод, их доля от общей площади массива не превышает 8,7 %. Очевидно по этой причине на массиве нет средне-, слабо- и сильнозасоленных земель.

В целом по области за анализируемый период произошел рост в 1,9 раза площади орошаемых земель с недопустимой глубиной залегания грунтовых вод, и их доля к концу периода наблюдений составила 43,7 % или 222,1 тыс. га.

Очевидно, это в первую очередь связано с большими фильтрационными потерями воды по всем звеньям гидромелиоративной системы – магистральный канал–внутрихозяйственная сеть–временные оросители–потери на поле и неэффективным водопользованием. Многолетние наблюдения ГУ «ЮКГГМЭ» за уровнем грунтовых вод на этих землях подтверждают, что практически на всех массивах орошения, где есть значительные фильтрационные потери, сложились ирригационные режимы грунтовых вод.

Повышение уровня грунтовых вод на массивах с недостаточной естественной дренированостью и неэффективно функционирующей дренажной системой приводит к значительному испарению воды с поверхности ГВ, способствуя росту засоления орошаемых земель и увеличению минерализации грунтовых вод.

В целом по области, в бассейне реки Сырдарьи произошло увеличение в 1,5 раза площади орошаемых земель с повышенной (более 3 г/л) минерализацией грунтовых вод. И на 2009 год их доля составила 28,8 % от общей площади орошаемых земель или 146,4 тыс.га.

Если на массивах орошения с достаточной естественной дренированностью территории (АРТУР и ЧАКИР) происходит уменьшение площадей с минерализацией грунтовых вод более 3 г/л или их незначительное увеличение (1,2 раза ЧАКИР) и общая площадь этих земель не превышает 5,9 и 18 % (АРТУР и ЧАКИР) или, соответственно, 13,4 и 11,6 тыс. га, то на массивах орошения с недостаточной (Кызылкумский) и затрудненной (Мактааральский) естественной дренированностью отмечается значительный рост таких площадей в зависимости от исходного состояния и условий дренированности. Так, максимальный рост (в 9,8 раза) площадей орошаемых земель с минерализацией грунтовых вод более 3 г/л отмечается на Кызылкумском массиве орошения, что связано с низкой исходной величиной (2,5 %) этих земель из-за последствия возделывания на значительной (более 20 тыс. га) площади риса. После перехода на возделывание на этих землях (с 2000 года) суходольных культур процесс засоления грунтовых вод сильно активизировался и на конец периода наблюдений (2009 год) их доля составила уже 22,8 % или 17,6 тыс. га.

Прирост (в 1,6 раза) площадей с повышенной минерализацией грунтовых вод так же отмечается и в Мактааральском ирригационном районе, где их доля составляет наибольшую величину - 74,8 % или 103,8 тыс. га.

Таким образом, неэффективное водопользование, технически несовершенные гидромелиоративные системы и недостаточная дренированность территорий приводит к подъему уровня грунтовых вод на орошаемых землях, увеличению их минерализации и росту площадей засоленных почв.

Сложившиеся почвенно-мелиоративные, гидрогеолого-мелиоративные, водохозяйственные и организационно-хозяйственные условия на орошаемых землях в бассейне реки Сырдарьи в пределах ЮКО привели к тому, что за анализируемый период в 2,3 раза возросла площадь неиспользуемых орошаемых земель, и их доля на сегодняшний день составляет 19,7 % или 100,3 тыс. га. Это в 9,3 раза больше, чем не использовалось орошаемых земель по Чимкентской области в 1989 году и на 15,1 тыс. га больше на этот же срок не использовалось земель по всему Казахстану [3].

Наибольший рост площадей неиспользуемых земель (от 1,6 до 3 раз) произошел в ирригационных районах с благоприятными естественными почвенно-мелиоративными и гидрогеолого-мелиоративными условиями (АРТУР, ЧАКИР и Кызылкумский), а в ирригационном районе с самыми неблагоприятными мелиоративными условиями по статистическим данным, представленным местными специалистами, таких земель вообще нет. Очевидно, тут есть проблемы со сбором и получением оперативных статистических данных от местных исполнительных органов по наличию и использованию орошаемых земель.

Основными причинами, по которым не используются орошаемые земли по области, являются недостаточная водообеспеченность и организационно-хозяйственные причины (отсутствие финансов, низкие закупочные цены, нет инфраструктуры закупки и переработки сельскохозяйственной продукции). По этим причинам за период наблюдений площадь неиспользуемых земель по области возросла 2,1 раза и составила на 2009 год 81,2 тыс. га или более 80 % от орошаемых земель. Более половины этих земель приходится на АРТУР, около одной трети – на Кызылкумский ирригационный район и 18,7 % - на ЧАКИР. В Мактаарале, как уже было отмечено выше, таких земель нет.

По мелиоративным показателям неиспользуемых земель значительно меньше, чем по организационно-хозяйственным причинам. На ЧАКИРе и Мактааральском ирригационных районе таких земель нет. На Кызылкумском массиве их всего 5,3 тыс. га или 6,9 % от общей площади орошаемых земель массива. На таком же уровне (6,0 %) за последние годы на АРТУРе сложилась площадь неиспользуемых земель по мелиоративным показателям.

Анализ причин, по которым в основном не используются орошаемые земли в ЮКО, показал, что это низкая водообеспеченность и организационно-хозяйственные причины. Очевидно, что первостепенное решение этих вопросов позволит вернуть в сельскохозяйственный оборот значительную площадь неиспользуемых земель.

За последние годы уменьшился объем водных ресурсов, забираемых в области на орошение. Это связано как с практическим прекращением посевов риса, водообеспеченностью источников орошения, так и с проблемами межгосударственного вододеления. Особенно остро, на наш взгляд, испытывают дефицит водных ресурсов в районе АРТУРа, особенно, концевая Туркестанская часть Арысь-Туркестанского канала, Мактааральский и ЧАКИР. В Мактааральском районе этот вопрос в ближайшей перспективе будет решен за счет подачи воды в МК «Достык» из Шардаринского водохранилища при помощи системы насосных станций, и за счет использования части дренажных вод, откачиваемых скважинами вертикального дренажа.

А в районе АРТУРа также на орошение можно использовать порядка 180-200 млн м^3 пресных подземных вод в пределах массива или улучшить водообеспеченность за счет зарегулирования реки Арысь путем строительства в районе села Жусансай водохранилища емкостью 400 млн м^3, ТЭО которого еще в 1986 году было одобрено Союзными Минсельхозом и Минводхозом [4, 5, 6].

Для повышения водообеспеченности орошаемых земель в районе ЧАКИРа и увеличения площади орошаемых земель также предлагается построить в районе г. Сарыагаш наливное Дарбазасайское водохранилище, предусмотренное в проекте второй очереди освоения Келесского массива орошения с доведением площади орошаемых земель в этом ирригационном районе до 89 тыс. га [7].

Анализируя удельную водоподачу по ирригационным районам видно, что на Кызылкумском массиве она в 1,5-2,0 раза больше по сравнению с другими регионами и составляет от 13,5 до 20,2 тыс. м^3/га. Это связано с тем, что до 2000 года на первой очереди Кызылкумского массива орошения, где на площади 48,0 тыс. га запроектирована рисовая оросительная система, возделывался рис с оросительной нормой в 25-30 тыс. м^3/га. Но с 2000 года на этих рисовых системах стали возделывать экономически

рентабельные суходольные культуры, такие как хлопчатник, зерновые, бахчевые и другие, но при этом оросительные нормы остаются весьма высокими. Хотя, как мы видим, при этом значительно, в 2,4-6,7 раза, сократился дренажный сток. Куда же уходит при этом вода на массиве орошения? На подпитку грунтовых вод, что за последние годы (2003-2009) вызвало на массиве подъем уровня грунтовых вод, при этом 70-77 % от площади массива имеют УГВ до 3 м.

Очевидно, большие расходы оросительной воды связаны с большими фильтрационными потерями как в оросительной системе, выполненной в земляном русле, так и на полях, представленных рисовыми чеками, суходольные культуры в которых практически поливаются затоплением.

Для уменьшения фильтрационных потерь и повышения эффективности использования водных и земельных ресурсов на Кызылкумской рисовой оросительной системе необходимо произвести комплексную реконструкцию гидромелиоративной системы с целью снижения фильтрационных потерь и улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель.

Что касается анализа показателя дренажного стока с 1 гектара, то максимальные значения, от 33,5 до 59,0 % от водоподачи, отмечаются на Мактааральском массиве орошения. При этом, как нам известно, практически весь вертикальный дренаж здесь бездействует, а существующие открытые коллектора не способны дренировать такой объем воды. Очевидно, здесь имеют место значительные поверхностные сбросы воды как в момент проведения зимних промывных поливов, так и в период вегетационных поливов из-за неэффективной системы водопользования.

Оценка мелиоративного состояния орошаемых земель в области в сложившихся за последнее время почвенно-мелиоративных, гидрогеологических и водохозяйственных условиях, показывает, что площади земель с неудовлетворительным мелиоративным состоянием возросли с 24,0 до 40,6 % от общей орошаемой площади, и составили в 2009 году 206,5 тыс. га (табл. 3).

Основная причина роста площадей орошаемых земель с неудовлетворительным состоянием связана с нерациональным использованием водных ресурсов, что привело к значительным фильтрационным потерям и повышению уровня грунтовых вод. Особенно активно этот процесс наблюдается в Мактааральском районе.

Для улучшения мелиоративной обстановки на орошаемых землях в бассейне реки Сырдарьи в пределах ЮКО на сегодняшний день на общей площади 281,5 тыс. га необходимо провести:

- ремонт оросительной и коллекторно-дренажной сети на площади 132,7 тыс. га;
- капитальные и эксплуатационные промывки орошаемых земель на площади 44,0 тыс. га;
- противоэрозионные мероприятия на площади 104,8 тыс. га.

Выполнение этих мероприятий позволит улучшить мелиоративное состояние орошаемых земель, повысить эффективность использования водных и земельных ресурсов и поднять продуктивность каждого орошаемого гектара сельскохозяйственных угодий области.

Таблица 3 – Оценка мелиоративного состояния орошаемых земель и мероприятия по их улучшению, тыс. га [8]

Ирригационные районы	Годы	Орошаемая площадь	В том числе по мелиоративному состоянию								Мероприятия по их мелиоративному улучшению			
			хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное						общая площадь	ремонт ОС и КДС	капитальная и эксплуатационная промывки	противоэрозионные мероприятия
					всего	в том числе из-за								
						недопустимой глубины грунт. вод	засоления почв	недопустимой УГВ и засоления	уклонов поверхности (более 0,05)	низкой водообеспеченности				
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Арысь-Туркестанский (АРТУР)	1996	222,2	130,9	58,0	33,3	4,4	10,2	1,5	17,2	0,0	62,8	5,8	10,2	46,7
	2000	219,8	105,0	83,6	31,2	4,4	12,1	0,5	14,2	0,0	73,6	5,0	12,1	56,6
	2003	220,5	102,4	83,2	34,9	8,1	10,6	2,1	14,1	0,0	77,9	9,5	11,3	57,1
	2009	228,5	109,9	74,0	44,4	15,1	10,4	3,8	13,4	1,7	86,2	20,5	10,4	55,3
Мактаральский	1996	126,4	16,7	56,2	53,5	26,3	22,5	4,7	0,0	0,0	53,5	31,0	25,5	0,0
	2000	125,3	36,0	36,9	52,4	16,3	30,2	5,9	0,0	0,0	52,4	22,2	30,2	0,0
	2003	136,8	20,8	16,7	99,3	62,6	16,7	20,0	0,0	0,0	99,3	82,6	16,8	0,0
	2009	138,8	6,5	33,9	98,4	51,8	17,4	29,2	0,0	0,0	98,4	81,0	17,4	0,0
Кызылкумский	1996	70,8	25,8	30,5	14,5	5,5	8,3	0,7	0,0	0,0	14,5	9,0	5,4	0,0
	2000	74,8	12,4	44,1	18,3	6,7	10,7	0,9	0,0	0,0	18,3	7,6	10,7	0,0
	2003	73,8	8,2	41,5	24,1	9,7	11,1	3,3	0,0	0,0	24,1	13,0	11,1	0,0
	2009	77,1	8,6	21,5	47,0	20,4	16,2	10,4	0,0	0,0	47,0	30,8	16,2	0,0
Чирчик-Ангрен-Келесский (ЧАКИР)	1996	63,3	14,6	33,7	15,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	48,7	0,0	0,0	48,7
	2000	67,0	13,2	38,0	15,8	0,0	0,0	0,0	15,8	0,0	53,8	0,0	0,0	53,8
	2003	67,0	16,6	34,0	16,4	0,0	0,0	0,0	16,4	0,0	50,4	0,0	0,0	50,4
	2009	64,5	14,6	33,2	16,7	0,5	0,0	0,0	16,2	0,0	49,9	0,4	0,0	49,5
По ЮКО в бассейне р.Сырдарьи	1996	482,7	188,0	178,4	116,3	36,2	41,0	6,9	32,2	0,0	179,5	45,8	41,1	95,4
	2000	486,9	166,6	202,6	117,7	27,4	53,0	7,3	30,0	0,0	198,1	34,8	52,9	110,4
	2003	498,1	148,0	175,4	174,7	80,4	38,4	25,4	30,5	0,0	251,7	105,1	39,2	107,5
	2009	508,7	139,6	162,6	206,5	87,8	44,0	43,4	29,6	1,7	281,5	132,7	44,0	104,8

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алексеев В.И., Гершунов Э.В. Справочник гидротехника. - Алма-Ата: Кайнар, 1972. – 131 с.

2. Отчет о мелиоративном состоянии орошаемых земель Южно-Казахстанской области за 1996, 2000, 2003 и 2009 годы. – Шымкент. 1996, 2000, 2003 и 2009 гг. – ГУ «Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» (рукопись). – По 65-100 с.

3. Программа деятельности Министерства мелиорации и водного хозяйства Казахской ССР на ближайшую перспективу. – Алма-Ата, 1990. (рукопись). – 42 с.

4. Анзельм К.А. Использование водных ресурсов в Арысь-Туркестанском ирригационном районе // Труды международной научно-практической конференции, проведенной в рамках выставки «Акватерм-2007» (19-21 сентября 2007 год, Алматы). – Алматы, 2008. – С. 274-278.

5. Анзельм К.А., Сарбасов А. История освоения и мелиоративное состояние орошаемых земель в зоне Арысь-Туркестанского канала // Водное хозяйство Казахстана. – 2008. – № 1. – С. 52-60.

6. Анзельм К.А., Пути повышения эффективности использования водных ресурсов Арысь-Туркестанского ирригационного района // Материалы регионального семинара «Проблемы бассейнового управления водными ресурсами Туркестанского региона и вопросы сохранения биоразнообразия» (2 марта 2009 г., г. Шымкент). – Костанай, 2009. – С. 71-81.

7. Технический проект «Орошение и освоение земель Келесского массива на базе Чарванского водохранилища в Чимкентской области Казахской ССР», первая очередь, том V, книга 1. – Чимкент, 1975. – с. 166.

8. Кадастр мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий Южно-Казахстанской области на 1 января 1997, 2001, 2004 и 2010 годов. – Шымкент. – 1997, 2001, 2004 и 2010 гг. – ГУ «Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» (рукопись). – По 25-26 с.

УДК 627.421.1:532.525.2

РАСЧЕТ ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ ЗА ПОПЕРЕЧНЫМИ ДАМБАМИ НА РЕКАХ С ДВУСТОРОННИМИ ПОЙМАМИ

М.Р. Бакиев, У.А. Каххоров
ТИИМ

В статье, с использованием основных положений теории турбулентных струй, излагается разработанная методика расчета поле скоростей за поперечными пойменными дамбами для случая когда поймы имеют разную шероховатости.

Мақолада, турбулент струялар назариясининг асосий қоидаларидан фойдаланиб, поймалар ғадир-будирлиги ҳар хил бўлган ҳолат учун поймада жойлашган кўндаланг дамбалар ортидаги тезлик майдонини ҳисоблаш методикаси келтирилган.

Известно, что на растекание потока основное влияние оказывают конструктивные характеристики дамб, степень стеснения, симметричное или несимметричное стеснение, угол установки дамб, а также морфологические характеристики пойм: ширина, глубина, односторонние или двусторонние, с одинаковой или различной шероховатостью, гидравлический режим и т.д. [1, 2, 3, 4, 5].

Поэтому решение задачи представляется очень сложным. Исходя из этого, нами в данном случае рассматривается задача для конкретных условий симметричного стеснения потока двусторонними пойменными дамбами. Задача осложняется тем, что поймы имеют отличную шероховатость т.е. $n_{пл} \neq n_{пп}$. Как видно из рис. 1, в зоне растекания формируются пойменные потоки с разными скоростями $U_{пл}$, $U_{пп}$ - соответственно скорости на левой и правой поймах. Длины водоворотных зон отличаются друг от друга, в зоне растекания на пойме с большой шероховатостью длина меньше.

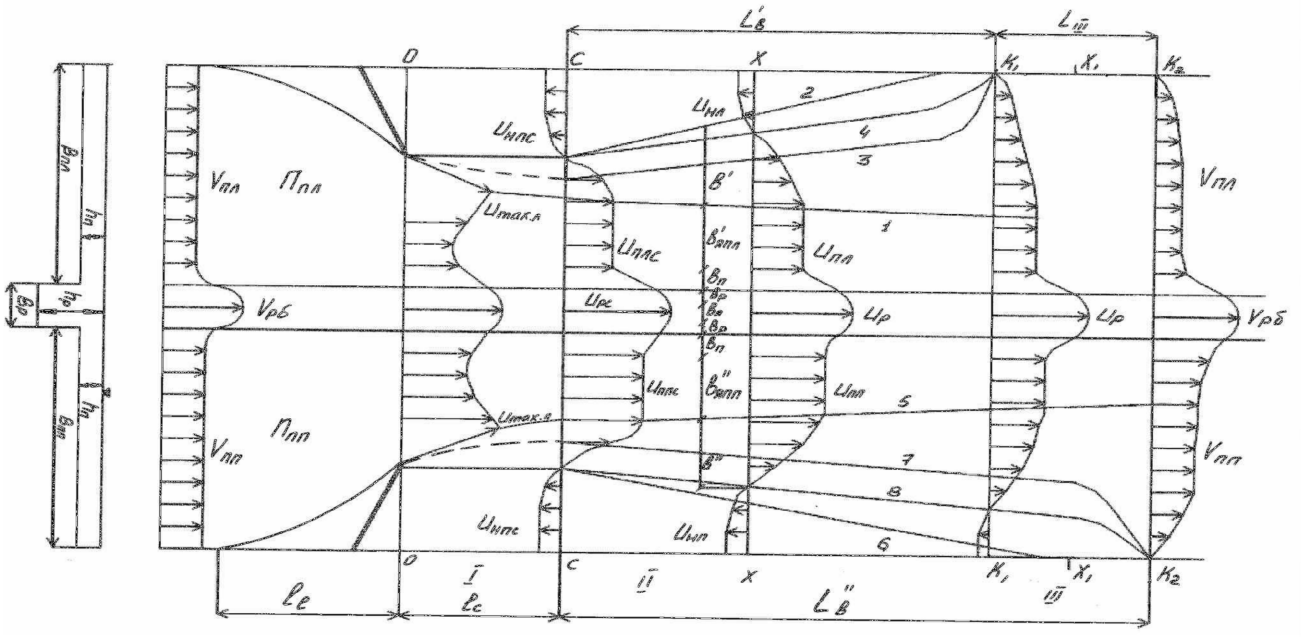


Рис. 1 - Схема растекания потока за поперечными пойменными дамбами ($n_{пл} \neq n_{пп}$), несимметричное растекание)

Необходимо установить закономерности изменения скоростей в русловой части $U_р$, пойменных скоростей $U_{пл}$, $U_{пп}$, скоростей обратных токов $U_{нл}$, $U_{нп}$, длины областей растекания, т.е. положение створов $K_1 - K_1$ и $K_2 - K_2$.

Как видно, область влияния сооружений состоит из зоны подпора до створа $0-0$, и области растекания до створа $K_1 - K_1$, III - зона растекания для правой дамбы и зона восстановления скоростей для левой дамбы.

Здесь рассматривается растекание потока за створом $C - C$.

Для решения задачи воспользуемся уравнениями, характеризующимися законом сохранения импульса в потоке, сохранения расхода и граничными условиями в створе $K_1 - K_1$, $U_{нл} = 0$, в створе $K_2 - K_2$ $U_р = U_{рб}$, $U_{пл} = V_{пл}$, $U_{пп} = V_{пп}$.

Составим указанные уравнения для всего потока в створах $C - C$ и $X - X$. Уравнение сохранения импульса запишется

$$\rho h_{плс} U'^{2}_{нлс} \left(B_{пл} - в'_{с} - в'_{яплс} - в_{п}\right) + \rho h_{плс} \int_{y_2}^{y_1} U^2 dy + \rho h_{плс} U^2_{плс} в'_{яплс} + \rho h_{плс} \int_{0}^{в_п} U^2 dy + \rho h_{рс} \int_{в_п}^{в_п+в_р} U^2 dy +$$

$$+ \rho h_{рс} U^2_{рс} в_{яс} + \rho h_{рс} \int_{0}^{в_р} U^2 dy + \rho h_{плл} \int_{в_р}^{в_р+в_п} U^2 dy + \rho h_{ппс} U^2_{ппс} в''_{япп} + \rho h_{ппс} \int_{y_5}^{y_6} U^2 dy + \rho h_{ппс} U''^{2}_{нпс} \left(B_{пп} -$$

$$в'' - в''_{яппс} - в_{п}\right) = \rho h_{пл} U^2_{нл} \left(B_{пл} - в' - в'_{япл} - в_{п}\right) + \rho h_{пл} \int_{y_2}^{y_1} U^2 dy + \rho h_{пл} U^2_{пл} в'_{яплс} + \rho h_{пл} \int_{0}^{в_п} U^2 dy + \quad (1)$$

$$+ \rho h_{р} \int_{в_п}^{в_п+в_р} U^2 dy + \rho h_{р} U^2_{р} в_{я} + \rho h_{р} \int_{0}^{в_р} U^2 dy + \rho h_{п} \int_{в_р}^{в_р+в_п} U^2 dy + \rho h_{пп} U^2_{пп} в''_{япп} + \rho h_{пп} \int_{y_5}^{y_6} U^2 dy +$$

$$\rho h_{пп} U''^{2}_{нп} \left(B_{пп} - в'' - в''_{япп} - в_{п}\right) + \rho \int_{0}^{x} \int_{0}^{B_{пл}} \frac{\lambda_{пл}}{2} U^2 dy dx + \rho \int_{0}^{x} \int_{0}^{B_{р}} \frac{\lambda_{р}}{2} U^2 dy dx + \rho \int_{0}^{x} \int_{0}^{B_{пп}} \frac{\lambda_{пп}}{2} U^2 dy dx$$

Уравнение сохранение расхода для всего потока

$$h_{плс} U'_{нлс} \left(B_{пл} - в'_{с} - в'_{яплс} - в_{п}\right) + h_{пл} \int_{y_2}^{y_1} U dy + h_{плс} U_{плс} в'_{яплс} + h_{плс} \int_{0}^{в_п} U dy + h_{рс} \int_{в_п}^{в_п+в_р} U dy + h_{рс} U_{рс} в_{яс} +$$

$$+ h_{рс} \int_{0}^{в_р} U dy + h_{ппс} \int_{в_п}^{в_р+в_п} U dy + h_{ппс} U_{ппс} в''_{япп} + h_{ппс} \int_{y_5}^{y_6} U dy + h_{ппс} U''_{нпс} (B_{пп} - в''_{с} - в''_{яппс} - в_{п}) =$$

$$= h_{пл} U_{нл} \left(B_{пл} - в' - в'_{япл} - в_{п}\right) + h_{пл} \int_{y_2}^{y_1} U dy + h_{пл} U_{пл} в'_{яплс} + h_{пл} \int_{0}^{в_п} U dy + h_{р} \int_{в_п}^{в_п+в_р} U dy + h_{р} U_{р} в_{я} + \quad (2)$$

$$+ h_{р} \int_{0}^{в_р} U dy + h_{п} \int_{в_р}^{в_р+в_п} U dy + h_{пп} U_{пп} в''_{япп} + h_{пп} \int_{y_5}^{y_6} U dy + h_{пп} U''^{2}_{нп} \left(B_{пп} - в'' - в''_{япп} - в_{п}\right)$$

Распределение скоростей в зонах турбулентного перемешивания примем для левой поймы [1]

$$\frac{U_{пл} - U}{U_{пл} - U_{нл}} = \left(1 - \eta^{3/2}\right)^2, \qquad \text{где } \eta = \frac{Y - Y_2}{в'} \quad (3)$$

для правой поймы

$$\frac{U_{нп} - U}{U_{пп} - U_{нп}} = \left(1 - \eta^{3/2}\right)^2, \qquad \text{где } \eta = \frac{Y_6 - Y}{в''} \quad (3')$$

В зоне взаимодействия распределение скоростей примем по рекомендациям [5].

Выполняя интегрирование в исходных уравнениях (1) и (2) с учетом вышесказанного, имеем

$$0{,}416 в'_{с} U^2_{плс} h_{плс} + h_{плс} U^2_{плс} в'_{яплс} - h_{плс} U^2_{рс} в^* K_1 - h_{рс} в^* U^2_{рс} K_2 + h_{рс} U^2_{рс} в_{яс} + h_{рс} в^* U^2_{рс} K_3 +$$

$$+ h_{ппс} U^2_{рс} в^* K_4 + h_{ппс} U^2_{ппс} в''_{яппс} + 0{,}416 в''_{с} U^2_{ппс} h_{ппс} = 0{,}416 в' U^2_{пл} h_{пл} + h_{пл} U^2_{пл} в'_{япл} - h_{пл} U^2_{р} в^* K_5 -$$

$$- h_{р} в^* U^2_{р} K_6 + h_{р} U^2_{р} в_{я} + h_{р} в^* U^2_{р} K_7 + h_{пп} U^2_{р} в^* K_8 + h_{пп} U^2_{пп} в''_{япп} + 0{,}416 в'' U^2_{пп} h_{пп} + \frac{\lambda_{пл}}{2} V^{*2}_{пл} X \left[0{,}5\left(B_{п} + \right.\right. \quad (4)$$

$$\left.\left. + в'_{япс} + в'_{с} + в_{п} + в_{япл} + в'\right)\right] + \frac{\lambda_{р}}{2} V^{*2}_{р} X B_{р} + \frac{\lambda_{пп}}{2} V^{*2}_{пп} X \left[0{,}5\left(B_{п} + в'_{яппс} + в''_{с} + в_{п} + в''_{япп} + в''\right)\right]$$

$$0{,}55в'U_{плс}h_{плс}+h_{плс}U_{плс}в'_{яплс}-h_{плс}U_{рс}в^{*}K_9-h_{рс}в^{*}U_{рс}K_{10}+h_{рс}U_{рс}в_{яс}+h_{рс}в^{*}U_{рс}K_{11}+$$
$$+h_{ппс}U_{рс}в^{*}K_{12}+h_{ппс}U_{ппс}в''_{япп}+0{,}55в''_{с}U_{ппс}h_{ппс}=0{,}55в'U_{пл}h_{пл}+h_{пл}U_{пл}в'_{япл}-h_{пл}U_{р}в^{*}K_{13}- \quad (5)$$
$$-h_{р}U_{р}в^{*}K_{14}+h_{р}U_{р}в_{я}+h_{р}в^{*}U_{р}K_{15}+h_{пп}U_{р}в^{*}K_{16}+h_{пп}U_{пп}в''_{япп}+0{,}55в''U_{пп}h_{пп}$$

Где приняты следующие обозначения

$$K_1=\psi_1+\psi_2m_{плс}+\psi_3m^2_{плс};\quad K_2=\psi'_1+\psi'_2m_{плс}+\psi'_3m^2_{плс};\quad K_3=\psi_4+\psi_5m_{ппс}+\psi_6m^2_{ппс}$$
$$K_4=\psi'_4+\psi'_5m_{ппс}+\psi'_6m^2_{ппс};\quad K_5=\psi_1+\psi_2m_{пл}+\psi_3m^2_{пл};\quad K_6=\psi'_1+\psi'_2m_{пл}+\psi'_3m^2_{пл}$$
$$K_7=\psi'_4+\psi'_5m_{пп}+\psi'_6m^2_{пп};\quad K_8=\psi'_4+\psi'_5m_{пп}+\psi'_6m^2_{пл};\quad K_9=\psi_7+\psi_8m_{плс}$$
$$K_{10}=\psi'_7+\psi'_8m_{плс};\quad K_{11}=\psi_9+\psi_{10}m_{ппс};\quad K_{12}=\psi'_9+\psi'_{10}m_{ппс};\quad K_{13}=\psi_7+\psi_8m_{пл}$$
$$K_{14}=\psi'_7+\psi'_8m_{пл};\quad K_{15}=\psi_9+\psi_{10}m_{пп};\quad K_{16}=\psi'_9+\psi'_{10}m_{пп}$$

$$\psi_1=1{,}5E_1^{\,4}+0{,}143E_1^{\,7}-0{,}727E_1^{\,5{,}5}-1{,}6E_1^{\,2{,}5}+E_1;\ \psi_2=1{,}454E_1^{\,5{,}5}-0{,}286E_1^{\,7}-2{,}5E_1^{\,4}+1{,}6E_1^{\,2{,}5};$$
$$\psi_3=0{,}143E_1^{\,7}-0{,}727E_1^{\,5{,}5}+E_1^{\,4}-E_1;\ \psi_4=1{,}5(\bar{в}_р)^4-1{,}6(\bar{в}_р)^{2{,}5}-0{,}727(\bar{в}_р)^{5{,}5}+0{,}143(\bar{в}_р)^7+\bar{в}_р;$$
$$\psi_5=1{,}6(\bar{в}_р)^{2{,}5}-2{,}5(\bar{в}_р)^4+1{,}454(\bar{в}_р)^{5{,}5}-0{,}286(\bar{в}_р)^7;\ \psi_6=0{,}143(\bar{в}_р)^7+(\bar{в}_р)^4-0{,}727(\bar{в}_р)^{5{,}5}-(\bar{в}_р);$$
$$\psi_7=E_2-0{,}8E_2^{\,2{,}5}+0{,}25E_2^{\,4};\ \psi_8=0{,}8E_2^{\,2{,}5}-0{,}25E_2^{\,4};\ \psi_9=\bar{в}_р-0{,}8\bar{в}_р^{\,2{,}5}+0{,}25\bar{в}_р^{\,4};\ \psi_{10}=0{,}8\bar{в}_р^{\,2{,}5}-0{,}25\bar{в}_р^{\,4};$$

$$\psi'_1=1{,}5(-\bar{в}_р)^4-1{,}6(-\bar{в}_р)^{2{,}5}-0{,}727(-\bar{в}_р)^{5{,}5}+0{,}143(-\bar{в}_р)^7-\bar{в}_р;\ \psi'_2=1{,}6(-\bar{в}_р)^{2{,}5}-2{,}5(-\bar{в}_р)^4+1{,}454(-\bar{в}_р)^{5{,}5}-0{,}286(-\bar{в}_р)^7;$$
$$\psi'_3=0{,}143(-\bar{в}_р)^7+(-\bar{в}_р)^4-0{,}727(-\bar{в}_р)^{5{,}5}+\bar{в}_р;\ \psi'_4=1{,}5E_2^{\,4}+0{,}143E_2^{\,7}-0{,}727E_2^{\,5{,}5}-1{,}6E_2^{\,2{,}5}+E_2;$$
$$\psi'_5=1{,}454E_2^{\,5{,}5}-0{,}286E_2^{\,7}-2{,}5E_2^{\,4}+1{,}6E_2^{\,2{,}5};\ \psi'_6=0{,}143E_2^{\,7}-0{,}727E_2^{\,5{,}5}+E_2^{\,4}-E_2;\ \psi'_7=-\bar{в}_р-0{,}8(-\bar{в}_р)^{2{,}5}+0{,}25(-\bar{в}_р)^4;$$
$$\psi'_8=0{,}8(-\bar{в}_р)^{2{,}5}-0{,}25(-\bar{в}_р)^4;\ \psi'_9=E_2-0{,}8E_2^{\,2{,}5}+0{,}25E_2^{\,4};\ \psi'_{10}=0{,}8E_2^{\,2{,}5}-0{,}25E_2^{\,4};$$

Здесь $E_1=\left(\bar{в}_р-1\right);\qquad E_2=\left(1-\bar{в}_р\right).$

Принимая глубины на втором участке растекания $h_п=h_{пс}$; $h_р=h_{рс}$ оба уравнения (4) и (5) разделим на $в_0h_{рс}$ и из (4) имеем

$$V^*_{пл}=\frac{U_{плс}+V_{плб}}{2};\qquad V^*_{пп}=\frac{U_{ппс}+V_{ппб}}{2};\qquad V^*_{р}=\frac{U_{рс}+V_{рб}}{2};\qquad \bar{V}^*_{пл}=\frac{V^*_{пл}}{U_{рс}};\qquad \bar{V}^*_{пп}=\frac{V^*_{пп}}{U_{рс}}$$

скорости в русле

$$\frac{U_р}{U_{рс}}=\sqrt{\frac{(0{,}416\bar{в}'_с\bar{h}_{пс}+\bar{h}_{пс}\bar{в}_{яплс})m^2_{плс}-\bar{в}^*(\bar{h}_{пс}K_1+K_2-K_3-\bar{h}_{пс}K_4)+\bar{в}_{яс}++(\bar{в}''_{яппс}+}{(0{,}416\bar{в}'+\bar{в}'_{япл})\bar{h}_{пс}m^2_{пл}-\bar{в}^*(\bar{h}_пK_5+K_6-K_7-\bar{h}_{пс}K_8)+\bar{в}_я+}}$$
$$\sqrt{\frac{+0{,}416\bar{в}''_с)\bar{h}_{пс}m^2_{ппп}-\frac{a_{пл}\xi}{2}\bar{h}_{пс}\bar{V}^{*^2}_{пл}-\frac{a_р\xi}{2}\bar{V}^{*^2}_{р}-\frac{a_{пп}\xi}{2}\bar{h}_{пс}\bar{V}^{*^2}_{пп}}{+(\bar{в}''_{япп}+0{,}416\bar{в}'')\bar{h}_{пс}m^2_{пп}}} \quad (6)$$

Из (5) получим

$$U_{рс}[(0{,}55\overline{в}'_{с}+\overline{в}_{яплс})\overline{h}_{пс}m_{плс}-\overline{в}^{*}(\overline{h}_{пс}K_{9}+\overline{в}^{*}K_{10}-K_{11}-\overline{h}_{пс}K_{12})+\overline{в}_{яс}+(\overline{в}''_{яппс}+0{,}55\overline{в}''_{с})\overline{h}_{пс}m_{ппс}]=$$
$$=U_{р}[(0{,}55\overline{в}'+\overline{в}_{япл})\overline{h}_{пс}m_{пл}-\overline{в}^{*}(\overline{h}_{пс}K_{9}+\overline{в}^{*}K_{10}-K_{11}-\overline{h}_{пс}K_{12})+\overline{в}_{я}+(\overline{в}''_{япп}+0{,}55\overline{в}'')\overline{h}_{пс}m_{пп}] \quad (7)$$

Откуда для левой поймы

$$(Д_{1}\overline{h}^{2}_{пс}C^{2}_{7}-Ф^{2}M_{2}\overline{h}_{пс})m^{2}_{пл}+[2Д_{1}\overline{h}^{2}_{пс}C^{2}_{7}m_{пп}C_{8}+2Д_{1}\overline{h}_{пс}C_{7}(\overline{в}_{я}-\overline{в}^{*}C_{9})]m_{пл}+$$
$$+2Д_{1}\overline{h}_{пс}C_{8}(\overline{в}_{я}-\overline{в}^{*}C_{9})m_{пп}-Ф^{2}M_{3}\overline{h}_{пс}m^{2}_{пп}-Ф^{2}M_{1}+Д_{1}(\overline{в}_{я}-\overline{в}^{*}C_{9})^{2}+Д_{1}\overline{h}^{2}_{ппс}C^{2}_{8}m^{2}_{пп}=0 \quad (8)$$

Откуда

$$A_{1}m^{2}_{пл}+A_{2}m_{пл}+A_{3}=0 \quad (9)$$

Здесь

$$A_{1}=Д_{1}\overline{h}^{2}_{пс}C^{2}_{7}-Ф^{2}M_{2}\overline{h}_{пс};\qquad A_{2}=2Д_{1}\overline{h}^{2}_{пс}C^{2}_{7}m_{пп}C_{8}+2Д_{1}\overline{h}_{пс}C_{7}(\overline{в}_{я}-\overline{в}^{*}C_{9});$$

$$A_{3}=2Д_{1}\overline{h}_{пс}C_{8}(\overline{в}_{я}-\overline{в}^{*}C_{9})m_{пп}-Ф^{2}M_{3}\overline{h}_{пс}m^{2}_{пп}+Д_{1}\overline{h}^{2}_{ппс}C^{2}_{8}m^{2}_{пп}-Ф^{2}M_{1}+Д_{1}(\overline{в}_{я}-\overline{в}^{*}C_{9})^{2}$$

Откуда относительные скорости на правой пойме

$$A_{1}m^{2}_{пп}+A_{2}m_{пп}+A_{3}=0 \quad (10)$$

Где

$$A_{1}=Д_{1}\overline{h}^{2}_{пс}C^{2}_{8}-Ф^{2}M_{3}\overline{h}_{пс};\qquad A_{2}=2Д_{1}\overline{h}^{2}_{пс}C_{7}C_{8}m_{пл}+2Д_{1}\overline{h}_{пс}C_{8}(\overline{в}_{я}+\overline{в}^{*}C_{9});$$

$$A_{3}=(Д_{1}\overline{h}^{2}_{пс}C^{2}_{7}-Ф^{2}M_{2}\overline{h}_{пс})m^{2}_{пл}+2Д_{1}\overline{h}_{пс}C_{7}(\overline{в}_{я}-\overline{в}^{*}C_{9})m_{пл}+Д_{1}(\overline{в}_{я}-\overline{в}^{*}C_{9})^{2}-Ф^{2}M_{1}$$

$$Д_{1}=(0{,}416\,\overline{в}'_{с}\overline{h}_{пс}+\overline{h}_{пс}\overline{в}_{яплс})m^{2}_{плс}-\overline{в}^{*}(\overline{h}_{пс}K_{1}+\overline{в}^{*}K_{2}-K_{3}-\overline{h}_{пс}K_{4})+\overline{в}_{яс}+$$
$$+(\overline{в}''_{яппс}+0{,}416\,\overline{в}''_{с})\overline{h}_{пс}m^{2}_{плс}-\frac{a_{пл}\xi}{2}\overline{h}_{п}\overline{V}^{*2}_{пл}-\frac{a_{р}\xi}{2}\overline{V}^{*2}_{р}-\frac{a_{пп}\xi}{2}\overline{h}_{пс}\overline{V}^{*2}_{пп}$$

$$Ф=(0{,}55\overline{в}'_{с}+\overline{в}_{яплс})\overline{h}_{пс}m_{плс}-\overline{в}^{*}(\overline{h}_{пс}K_{9}+\overline{в}^{*}K_{10}-K_{11}-\overline{h}_{пс}K_{12})+\overline{в}_{яс}+(\overline{в}''_{яппс}+0{,}55\overline{в}''_{с})\overline{h}_{пс}m_{ппс}$$

$$M_{1}=\overline{в}_{я}-\overline{в}^{*}(\overline{h}_{п}K_{5}+K_{6}-K_{7}-\overline{h}_{п}K_{8});\qquad M_{2}=0{,}416\overline{в}'+\overline{в}'_{япл};\qquad M_{3}=0{,}416\overline{в}''+\overline{в}'_{япп};$$

$$C_{7}=0{,}55\overline{в}'+\overline{в}'_{япл};\qquad C_{8}=0{,}55\overline{в}''+\overline{в}'_{япп};\qquad C_{9}=\overline{h}_{пс}K_{9}+\overline{в}^{*}K_{10}-K_{11}-\overline{h}_{пс}K_{12};$$

$$a_{пл}=\frac{\lambda_{пл}B'_{пл}}{h_{пл}};\qquad a_{пп}=\frac{\lambda_{пп}B'_{пп}}{h_{пп}};\qquad a_{р}=\frac{\lambda_{р}B_{р}}{h_{р}};\qquad \xi=\frac{x}{в_{0}};$$

В конце большой водоворотной зоны

$$U_{р}=U_{рб};\qquad U_{пп}=V_{пп};\qquad U_{пл}=V_{пл};\qquad \xi=\frac{x}{в_{0}}=\frac{L''_{в}}{в_{0}}=\overline{L''_{в}};\qquad x=L''_{в};\qquad h_{п}=h_{пб};$$

$$h_{р}=h_{рб};\qquad m_{ппб}=V_{пп}/U_{рб};\qquad m_{плб}=V_{пл}/U_{рб};\qquad \overline{h}_{пб}=h_{пб}/h_{рс}; \quad (11)$$

$$в_{япл} = 0; \qquad \overline{в'} = \overline{B}_{пл} - в_{п}; \qquad в_{япп} = 0; \qquad \overline{в''} = \overline{B}_{пп} - в_{п}$$

С учетом этих граничных условий из уравнения сохранения импульса в потоке получим

$$\overline{L''_{в}} = \frac{Д'_1 - \frac{U^{2}_{рб}}{U^{2}_{рс}} C_{10}}{\frac{a_{пл}}{2}\overline{h}_{пб} V^{*2}_{пл} + \frac{a_{р} V^{*2}_{р}}{2} + \frac{a_{пп}\overline{h}_{пб}}{2} V^{*2}_{пп}} \qquad (12)$$

где

$$C_{10} = 0{,}416(\overline{B}_{пл} - \overline{в}_{п})\overline{h}_{пб} m^{2}_{плб} + \overline{в}_{я} - \overline{в}^{*}(\overline{h}_{пб} K_5 + K_6 - K_7 - \overline{h}_{пб} K_8) + 0{,}416(\overline{B}_{пп} - \overline{в}_{п})\overline{h}_{рб} m^{2}_{ппб}$$

$$Д'_1 = (0{,}416\overline{в'}_{с}\overline{h}_{пс} + \overline{h}_{пс}\overline{в}_{яплс}) m^{2}_{плс} + \overline{в}_{яс} - \overline{в}^{*}(\overline{h}_{пс} K_1 + \overline{в}^{*} K_2 - K_3 - \overline{h}_{пс} K_4) + (\overline{в''}_{яппс} + 0{,}416\overline{в''}_{с})\overline{h}_{пс} m^{2}_{плс}$$

$$m_{плс} = U_{плс} / U_{рс}; \qquad m_{ппс} = U_{ппс} / U_{рс}.$$

Как видно из полученных уравнений, в них три неизвестных величины $m_{пл}$, $m_{пп}$, и $U_{р}$ поэтому задача в некоторой степени остаётся неопределенной.

Для преодоления этой трудности предлагается решение задачи постепенным приближением.

1). В предположении, что обе поймы имеют одинаковую шероховатость $n_{пл} = n_{пп} = n_{п}$ по зависимости (10) определяются скорости на правой пойме, где шероховатость меньше (рис. 1).

2). По (9) находятся скорости на левой пойме.

3). Из условия постоянства расхода (7) в сжатом сечении и расчетных створах (необходимо выполнить равенство правых и левых частей уравнения) уточняют $U_{пл}$. Очевидным является если $n_{пл} > n_{пп}$ или $\lambda_{пл} > \lambda_{пп}$ то $U_{пл} < U_{пп}$, или наоборот $n_{пп} > n_{пл}$, или если $\lambda_{пп} > \lambda_{пл}$, то $U_{пп} < U_{пл}$.

4). Первоначально из условия по $n_{пл} = n_{пп} = n_{п}$ по (12) вычисляется при меньшем значении λ длина большой водоворотной зоны, а при большем значении λ вычисляется длина меньшей водоворотной зоны.

5). По (12) уточняется длина большой водоворотной зоны.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. - М.: Физматгиз, 1960. – 716 с.

2. Барышников Н.Б. Морфология, гидрология и гидравлика пойм. - Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 280 с.

3. Михалев М.А. Гидравлический расчет потоков с водоворотами. - Л.: Энергия, Ленинград. отд., 1971. – 184 с.

4. Rajaratnam N., Ahmadi R., Hydraulics of channels with flood-plains // Journal of hydraulic research. - 1981, vol. 9, № 1. - P. 43-60.

5. Бакиев М.Р. Совершенствование конструкций, методов расчетного обоснования и проектирование регуляционных сооружений: Автореф. дис...докт. техн. наук. - М., 1992. – 57 с.

УДК 681.1

ДАТЧИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ДЛЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ РАЗРАБАТЫВАЕМЫЕ НА ОСНОВЕ MEMS-ТЕХНОЛОГИИ

Р.Ж. Баратов, А.У. Джалилов, Э.Э. Собиров, Ё. Чуллиев

The abstract provides a brief introduction of application of microelectromechanical system technology MEMS in development process of the sensors for irrigation systems. Some advantages and suggestions for possible application are listed.

Мақолада ирригация тизимлари учун датчиклар ишлаб чиқишда микроэлектромеханик системалар технологиясидан фойдаланишнинг баъзи - бир хусусиятлари ҳақида маълумотлар келтирилади. Ундан фойдаланишнинг афзаллиги ва баъзи – бир таклифлар муҳокама этилади.

Введение:

Большое количество построенных с целью освоения степных зон оросительных и обводнительных систем и гидротехнических сооружений, развитие водоснабжения городов и населенных пунктов привело к бурному росту водопотребления. В результате этого значительно растет дефицит оросительной воды, ухудшается мелиоративное состояние орошаемых земель и экологии, растет удельное потребление электроэнергии в нашей стране. В этих условиях огромное значение приобретает эффективное и рациональное использования имеющихся водно–энергетических ресурсов, все более и более влияющих на дальнейшее развитие производительных сил страны, промышленности, сельского хозяйства, а также улучшение условий жизни и быта населения.

Все вышеперечисленные задачи не могут быть решены без совершенствования существующей системы водоучета, применения современной информационно–измерительной техники и систем автоматического управления, выработки и принятия правильной технической концепции дальнейшего использования существующих и вновь разрабатываемых методов и технических средств измерения механических величин в водораспределительных сетях.

Эффективность использования водно-энергетических ресурсов в открытых или закрытых оросительных системах сельскохозяйственного водоснабжения зависит от того насколько решена проблема получения достоверной информации о расходе и уровне воды, перемещения гидротехнических затворов, скорости и ускорения в водораспределительных сетях, а также других механических величин гидротехнических сооружений.

Эта статья дает более полный обзор использования и применения современной информационно–измерительной техники, основанной на технологии микроэлектромеханических систем (MEMS – Micro–Electromechanical System) и служит предметом для обсуждений перспективности применения этой технологии на гидромелиоративных системах Узбекистана. Большая часть материалов основывается на результатах научных исследований авторов.

Сущность проблемы:

Как отмечено выше, решение проблем комплексного использования водно–энергетических ресурсов, эффективного управления и регулирования водоподачи в водораспределительных сетях, контроля экологических показателей водных источников при наличии сбросов использованных вод в значительной мере зависит от разработки и применения соответствующих методов и технических средств измерения расхода, уровня воды, а также других механических величин гидротехнических сооружений.

С целью выявления сдерживающих факторов широкого применения информационно–измерительной техники и недостатков существующих методов и технических средств измерения механических величин на гидромелиоративных системах (ГМС) авторами было изучено современное состояние всего комплекса водораспределительных объектов.

При этом были изучены и рассмотрены все составляющие комплекса гидромелиоративных систем: головные водозаборные узлы, магистральные и межхозяйственные каналы, насосные станции, гидрометрические сооружения, водосливы, гидрометрические лотки, перепады со свободным истечением потока, специальные расходомерные устройства в каналах, водовыпуски и вододелители, гидрометрические дистанционные установки, уровнемерные колодцы и пр., все что, в целом, касается методов и технических средств измерения и контроля механических величин.

Проблема более эффективного использования водно-энергетических ресурсов оросительных систем на основе создания комплекса датчиков механических величин, работающих в экстремальных условиях, удовлетворяющих современным требованиям и являющихся неотъемлемой частью систем автоматического управления ГМС, несмотря на определенной прогресс в её решении, является чрезвычайно актуальной.

Для закрытых оросительных систем, например в водопроводных сетях, задача измерения расхода воды решается просто, так как трубы сети заполнены водой, объем ее постоянен, приток равен сумме оттоков по потребителям.

Однако на открытых магистральных и межхозяйственных каналах водораспределения имеет место сложный технологический процесс. Задача измерения и регулирования усложняется специфическими особенностями открытых систем: различные скорости течения на участках канала, неодинаковая наполняемость, медленный процесс транспортирования воды, наличие резервных объемов, возможность переполнения и т.п.

Поэтому в настоящее время при разработке контрольно - измерительных приборов для ГМС необходимо учитывать специфику каждого отдельного объекта, а также предусмотреть применение элементов современной микроэлектроники и унифицировать выходные сигналы датчиков для привязки к системам беспроводной связи телекоммуникационных каналов и микропроцессорам. Необходимо учитывать энергообеспеченность водораспределительных каналов (более 27,7 тыс. км межхозяйственных и 173 тыс. км внутрихозяйственных оросительных каналов).

Кроме вышеперечисленных необходимо отметить, что до настоящего времени на гидромелиоративных системах республики используются механические или электромеханические измерительные датчики механических величин: датчики расхода и уровня, скорости, ускорения, перемещения, вибрации и т.д. Эти измерительные датчики не отвечают современным требованиям систем автоматического управления и контроля технологических процессов ГМС по следующим причинам:

- электромеханические измерительные датчики имеют большие масса–габаритные размеры;
- сравнительно большая потребляемая мощность;
- невысокая точность и чувствительность измерения;
- аналоговые выходные сигналы.

Однако в последнее время в развитых странах мира происходят существенные изменения по разработке датчиков на основе технологий микроэлектромеханических систем (MEMS). Применение этой технологии существенно уменьшает масса-габаритные размеры датчиков, унифицирует выходные сигналы, повышает надежность и точность измерения, несравнимо увеличивается чувствительность, а также создаются хорошие условия для применения нетрадиционных источников электрической энергии энергонеобеспеченных водораспределительных сетях республики.

Обсуждение:

MEMS (Micro–Electromechanical System) - это множество микроустройств, имеющих разнообразные конструкции и назначение, в производстве которых используются модифицированные технологические приемы микроэлектроники. Микроэлектромеханические системы (MEMS) получаются путем комбинирования механических элементов, датчиков и электроники на общем кремниевом основании посредством технологий микропроизводства. Все элементы могут быть реализованы в виде единого изделия, причем сразу десятками или сотнями, как микросхемы на кремниевой пластине. Эта технология основывается на апробированной традиционной технологии производства полупроводниковых интегральных микросхем [Ernest O.Dobelin, 2004].

Как известно, при разработке измерительных датчиков традиционно используются физико–технические эффекты (ФТЭ), имеющие различную физическую природу: гидравлические, тепловые, магнитные, электрические, пневматические, акустические и др. С помощью изменения конструктивных размеров, форм или свойств элементов конструкции разрабатывались различные датчики с разными техническими характеристиками. Таким образом, иногда удавалось разрабатывать датчики с хорошими техническими характеристиками.

Однако в MEMS-технологии процесс преобразования одной величины в другую происходит на молекулярном уровне. Это несравнимо повышает чувствительность преобразования сигналов, существенно уменьшает масса–габаритные размеры устройств (разрабатываются микро- или миниатюрные датчики) и упрощает получение цифрового сигнала на выходе. Поэтому микроэлектромеханические системы позволят с минимальными затратами повысить чувствительность и механическую отдачу устройств на уровне кристаллов.

Эксперты ведущих западных стран полагают, что MEMS-технология привносит буквально революционные изменения в каждую область применения путем совмещения микроэлектроники на основе кремния с микромеханической технологией, что позволяет реализовать систему на одном кристалле SoC (Systems-on-a-Chip). Так MEMS-технология дает новый импульс развитию информационно–измерительных систем, открыв путь к разработке «умных» изделий, увеличив вычислительные способности микродатчиков и расширив возможности дизайна таких систем [Дж. Фрайден. 2006].

Сегодня MEMS-датчики можно применять во всех областях промышленности, в том числе гидромелиоративных систем. Это могут быть миниатюрные детали (гидравлические и пневмоклапаны, струйные сопла принтера, пружины для подвески головки винчестера), микроинструменты (скальпели и пинцеты для работы с объектами микронных размеров), микромашины (моторы, насосы, турбины величиной с горошину), микророботы, микродатчики и исполнительные устройства, аналитические микролаборатории (на одном кристалле) и т. д.

В настоящее время авторами ведутся исследования по разработке датчиков линейных и угловых перемещений, ускорения для гидромелиоративных систем, а также емкостные датчики для измерения расхода воды в трубопроводе основанные на MEMS технологии. Более подробная информация будет представлена в докладе.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ernest O. Dobelin. Measurement Systems: Application and design. McGraw - Hill. Higher Education. - New York, 2004 – pp.1078

2. Фрайден Дж.. Современные датчики. – М.: Техносфера, 2006. – 586 с.

УДК 681.5:626.8

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ МЕЖДУ УПРАВЛЕНИЯМИ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ (УИС) И БАССЕЙНОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ (БУИС)

С.Н. Батищев
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Поддержание связи и, следовательно, целостность передачи данных между БУИС и УИС имеет первостепенную важность. При выборе нескольких вариантов подготовки, передачи и приема данных первостепенную важность следует придать распространенности, функциональности и надежности способа.

На сегодняшний день одним из наиболее проверенных средств является передача сообщения электронной почтой. Электронная почта существуют уже более двух десятилетий: до 1990 года она использовалась преимущественно в научных организациях, в 90-е - получила широкую известность и стала использоваться повсеместно. По самым скромным оценкам в мире более 50 миллионов человек пользуются услугами электронной почты. В целом же электронная почта занимает только 3,7 % всего сетевого трафика. Как и любой форме коммуникаций, электронной почте присущ определенный стиль и набор соглашений. В частности, общение по электронной почте носит неформальный и демократичный характер.

Электронная почта даёт возможность посылать и получать сообщения, автоматически отвечать на письма корреспондентов, используя их адреса, рассылать копии письма сразу нескольким получателям, переправлять полученное письмо по другому адресу, использовать вместо адресов (числовых или доменных имен) логические имена, создавать несколько подразделов почтового ящика для разного рода корреспонденции, включать в письма текстовые файлы, пользоваться системой «отражателей почты» для ведения дискуссий с группой ваших корреспондентов и т.д.

Развитие технологии Internet привело к появлению современных протоколов для обмена сообщениями, которые предоставляют большие возможности для обработки писем, разнообразные сервисы и удобство в работе. Так, например, протокол ***SMTP***, работающий по принципу клиент-сервер, предназначен для отправки сообщений с компьютера к адресату. Обычно доступ к серверу ***SMTP*** не защищается паролем, так что можно использовать для отправки писем любой известный сервер в сети. В отличие от серверов для отправки писем, доступ к серверам для хранения сообщений защищается паролем. Поэтому необходимо использовать сервер или службу, в которой существует учётная запись. Эти серверы работают по протоколам ***POP*** и ***IMAP***, которые различаются способом хранения писем.

В соответствии с протоколом ***POP3*** поступающие на определенный адрес сообщения хранятся на сервере до того момента, пока они не будут в течение очередного сеанса загружены на компьютер. После загрузки сообщений, можно отключиться от сети и приступить к чтению почты. Таким образом, использование почты по протоколу ***POP3*** является наиболее быстрым и удобным в использовании.

Протокол ***IMAP*** удобен тем людям, которые пользуются постоянным подключением к сети. Сообщения, поступившие на адрес, также хранятся на сервере, но, в отличие от ***POP3***, при проверке почты сначала будут загружены только заголовки сообщений. Само письмо можно будет прочитать после выбора заголовка сообщения (оно загрузится с сервера). Ясно, что при коммутируемом соединении работа с почтой по этому протоколу приводит к неоправданным потерям времени.

Существует несколько протоколов приема-передачи почты между многопользовательскими системами.

Краткое описание некоторых из них:

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) - это сетевой протокол, предназначенный для передачи электронной почты в сетях TCP/IP, причем передача должна быть обязательно инициирована самой передающей системой.

POP, POP2, POP3 (Post Office Protocol) - три достаточно простых невзаимозаменяемых протокола, разработанные для доставки почты пользователю с центрального mail-сервера, ее удаления с него и для идентификации пользователя по имени/паролю. ***POP*** включает в себя ***SMTP***, который используется для передачи почты, исходящей от пользователя. Почтовые сообщения могут быть получены в виде заголовков, без получения письма целиком.

IMAP осуществляет хранение почты на сервере в файловых директориях, а также предоставляет клиенту возможность производить поиск строк в почтовых сообщениях на самом сервере.

IMAP2 - используется в редких случаях.

IMAP2bis - расширение *IMAP2*, позволяет серверам разбираться в *MIME*-структуре (Multipurpose Internet Mail Extensions) сообщения, используется до сих пор.

IMAP4 - переработанный и расширенный *IMAP2bis*, который можно использовать где угодно.

ACAP (Application Configuration Access Protocol) - протокол, разработанный для работы с ***IMAP4;*** добавляет возможность поисковой подписки и подписки на доски объявлений, почтовые ящики и используется для поиска адресных книг.

DMSP (или ***PCMAIL***) - протокол для приема/отправки почты, особенность которого заключается в том, что пользователь может иметь более одной рабочей станции в своем пользовании. Рабочая станция содержит статусную информацию о почте, директорию, через которую происходит обмен, которая при подключении к серверу обновляется до текущего состояния на сервере электронной почты.

В соответствии со спецификой работы каждого протокола определяется их использование для Бассейнового управления ирригационными системами (БУИС) и Управлениями ирригационных систем (УИС) на местах.

Как видно из рисунка (рис. 1) все УИС используют протокол SMTP для передачи ежедневных контрольных данных, а БУИС применяет протокол POP для получаемых данных. Для промежуточного хранения и контроля за передачей и приемом данных используется общедоступный «E-Mail сервер», обеспечивающий конфиденциальность и долговременную сохранность данных.

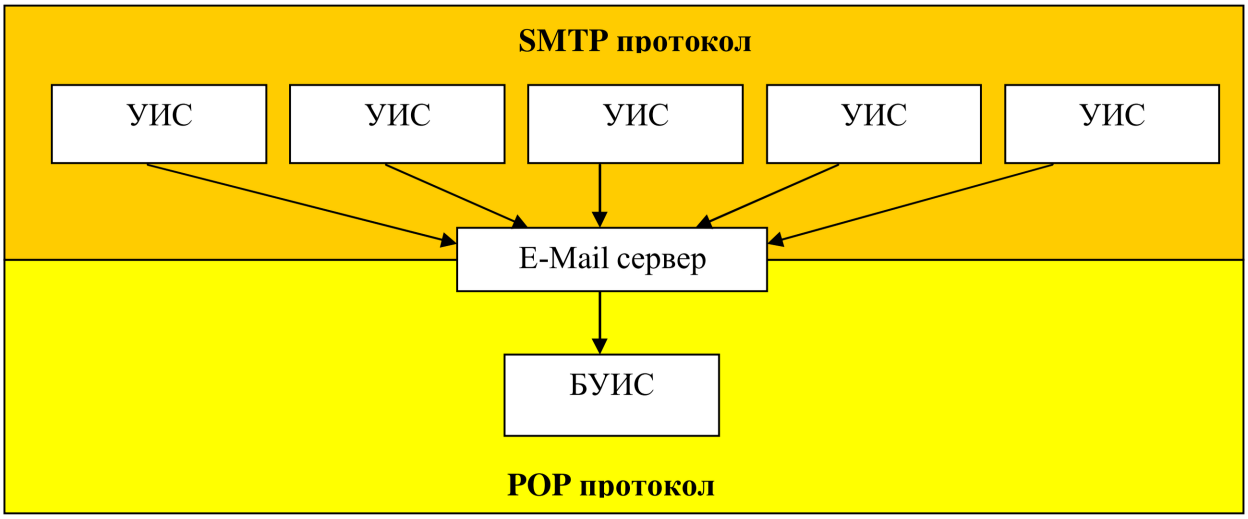


Рис. 1 - Схема взаимодействия протоколов передачи данных.

Однако перед передачей данные должны быть обработаны и приведены в определенную форму, т.е. подготовлены для отправки и дальнейшего распознавания. Работы по подготовке к передаче материалов не должны нарушать целостность действующих баз, для этого мы используем операцию «EXPORT» (рис. 2). Эта операция проводится внутренними инструментами базы данных, и все необходимые данные из таблиц сохраняются во внешний файл. Такой метод наиболее гибок и удобен для передачи данных.

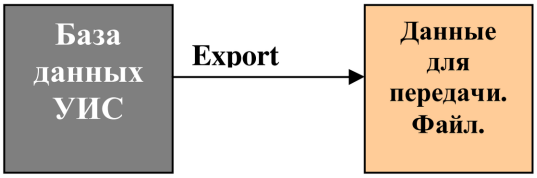


Рис. 2 - Проведение операции «*EXPORT*» из *БД*

В Интернете для доставки электронной почты машина-источник устанавливает TCP-соединение с портом 25 машины приемника. Этот порт прослушивается почтовым демоном, и их общение происходит с помощью протокола ***SMTP (Simple Mail Transfer Protocol*** - простой протокол электронной почты). Этот демон принимает входящие соединения и копирует сообщения из них в соответствующие почтовые ящики. Если письмо невозможно доставить, отправителю отправляется сообщение об ошибке, содержащее первую часть этого письма. Таким образом подготовленные данные из базы данных УИС передаются по ***SMTP*** протоколу на е-майл сервер (рис. 3). ***MTA (Mail Transfer Agent***) - агент передачи почты - является основным компонентом системы передачи почты Internet, который представляет данный сетевой компьютер для сетевой системы электронной почты, как в нашем случае. Обычно пользователи работают не с ***MTA***, а с программой ***MUA (Mail User Agent)*** - клиентом электронной почты, наиболее распространены такие ***MUA,*** как Outlook и TheBat. Протокол *SMTP* представляет собой простой ASCII протокол. Установив TCP-соединение с портом 25 передающая машина выступающая в роли клиента, ждет запроса принимающей машины, работающей в режиме сервера. Сервер начинает диалог с того что посылает текстовую строку, содержащую его идентификатор и сообщающую о его готовности (или неготовности) к приему почты. Если сервер не готов, клиент разрывает соединение и продолжает попытку позднее.

Если сервер готов принимать почту, клиент объявляет, от кого поступила почта и кому она предназначается. Если получатель почты существует, сервер дает клиенту добро на пересылку сообщения. Затем клиент посылает сообщение. А сервер подтверждает его получение. Контрольные суммы не проверяются, так как протокол TCP обеспечивает надежный байтовый поток. Если у отправителя есть еще почта, она также отправляется. После передачи всей почты в обоих направлениях соединение разрывается.

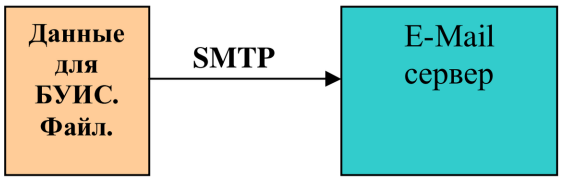


Рис. 3 - Передача подготовленных данных на промежуточный сервер

Некоторые команды SMTP

HELO {SP} {string}{CRLF}	Идентифицирует SMTP-сервер отправителя, открывает сеанс {SP} пробел
QUIT{CRLF}	Завершает SMTP-сеанс.

MAIL {SP} FROM:{reverse-path} {CRLF}	Задает адрес отправителя.
RCPT {SP} TO:{forward-path} {CRLF}	Задает адрес получателя.
DATA {CRLF}	Указывает на начало сообщения. Для окончания сообщения указывается {CRLF}.
VRFY {SP} {string}{CRLF}	проверяет существование получателя.
EXPN {SP} {string}{CRLF}	показывает список адресов для списка рассылки.
NOOP{CRLF}	пустая операция
TURN{CRLF}	сервер и клиент меняются ролями после ответа сервера 200 OK
RSET{CRLF}	сброс сессии в исходное состояние
HELP{CRLF}	информация о поддерживаемых командах

Из-за проблем со спамом, почти все современные серверы игнорируют команды *VRFY* и *EXPN*, как раскрывающие информацию о пользователе.

Для решения некоторых проблем был разработан расширенный протокол *SMTP* - *ESMTP*. Клиенты, желающие его использовать должны начинать сессию связи с посылки приветствия *EHLO* вместо *HELO*. Если команда не принимается сервером, значит сервер поддерживает только обычный протокол *SMTP* и клиенту следует работать в обычном режиме. Если же *EHLO* принято, значит установлена сессия *ESMTP* и возможна работа с новыми параметрами и командами.

Далее переданные данные будут храниться на сервере и забираются с него при подключении протокола ***POP*** пользователем из БУИС (рис. 4).

POP3 (Post Office Protocol Version 3) - протокол почтового отделения, версия 3 - это сетевой протокол, используемый почтовым клиентом для получения сообщений электронной почты с сервера. Обычно используется в паре с протоколом *SMTP*.

Предыдущие версии протокола (*POP, POP2*) устарели. Альтернативным протоколом для сбора сообщений с почтового сервера является *IMAP*. По умолчанию использует *TCP*-порт 110. Существуют реализации POP3-серверов, поддерживающие *TLS* и *SSL*.

TLS (англ. *Transport Layer Security*) — криптографический протокол, обеспечивающий безопасную передачу данных между пользователями в сети Интернет, основан на *Netscape SSL*-протоколе версии 3.0 и состоит из двух частей — *TLS Record Protocol* и *TLS Handshake Protocol*. Различие между *SSL* 3.0 и *TLS* 1.0 незначительное. Большинство современных браузеров поддерживают данный протокол. *TLS Working* Group основана в 1996 году и продолжает работать над протоколом.

SSL, используя криптографию, предоставляет возможности аутентификации и безопасной передачи данных через Интернет. Часто происходит лишь аутентификация сервера, в то время как клиент остается неаутентифицированным. Для взаимной аутентификации каждая из сторон должна поддерживать инфраструктуру открытого ключа (*PKI*), которая позволяет защитить клиент-серверные приложения от перехвата сообщений, редактирования существующих сообщений и создания поддельных. *SSL* включает в себя три основных фазы:

- Диалог между сторонами, целью которого является выбор алгоритма шифрования
- Обмен ключами на основе криптосистем с открытым ключом или аутентификация на основе сертификатов.
- Передача данных, шифруемых при помощи симметричных алгоритмов шифрования

В первой фазе клиент и сервер обсуждают выбор криптографического алгоритма для дальнейшего использования. В данной версии протокола доступны следующие алгоритмы:

Для обмена ключами и проверки их подлинности применяются комбинации алгоритмов: *RSA* (асимметричный шифр), *Diffie-Hellman* (безопасный обмен ключами), *DSA* (алгоритм цифровой подписи) и алгоритмы технологии Fortezza.

Для симметричного шифрования: *RC2, RC4, IDEA, DES, Triple DES* или *AES*;

Для хэш-функций: *MD5* или *SHA*.

Это криптографический протокол, обеспечивающий безопасную передачу данных по сети Интернет. При его использовании создаётся защищённое соединение между клиентом и сервером. *SSL* изначально разработан компанией *Netscape Communications*, в настоящее время принят *IETF* как стандарт. Поддерживается всеми популярными браузерами.

Использует шифрование с открытым ключом для подтверждения подлинности передатчика и получателя. Поддерживает надёжность передачи данных за счёт использования корректирующих кодов и безопасных хэш-функций. *SSL* состоит из двух уровней. На нижнем уровне многоуровневого транспортного протокола (например, *TCP*) он является протоколом записи и используется для инкапсуляции (то есть формирования пакета) различных протоколов. Для каждого инкапсулированного протокола он обеспечивает условия, при которых сервер и клиент могут подтверждать друг другу свою подлинность, выполнять алгоритмы шифрования и производить обмен криптографическими ключами, прежде чем протокол прикладной программы начнёт передавать и получать данные.

Для доступа к страницам, защищённым протоколом *SSL*, в *URL* вместо обычного префикса (*schema*) *http*, как правило, применяется префикс *https* (порт 443), указывающий на то, что будет использоваться *SSL* соединение. Так как операции шифрования / расшифрования требуют много вычислительных ресурсов, чтобы снизить нагрузку на веб-серверы, используют аппаратные *SSL*-ускорители.

Для работы *SSL* требуется, чтобы на сервере имелся *SSL*-сертификат. Электронная цифровая подпись (*ЭЦП*) — реквизит электронного документа, предназначенный для удостоверения источника данных и защиты данного электронного документа от подделки.

Цифровая подпись обеспечивает:

Удостоверение источника документа. В зависимости от деталей определения документа могут быть подписаны такие поля, как «автор», «внесённые изменения», «метка времени» и т. д.

Защиту от изменений документа. При любом случайном или преднамеренном изменении документа (или подписи) изменится хэш, следовательно, подпись станет недействительной.

Невозможность отказа от авторства. Так как создать корректную подпись можно лишь, зная закрытый ключ, а он известен только владельцу, то владелец не может отказаться от своей подписи под документом.

После установки соединения протокол ***POP*** проходит три последовательных состояния:

- Авторизация - клиент проходит процедуру аутентификации;
- Транзакция - клиент получает информацию о состоянии почтового ящика, принимает и удаляет почту.
- Обновление - сервер удаляет выбранные письма и закрывает соединение.

Несмотря на то, что протокол POP3 действительно поддерживает возможность получения одного или нескольких писем и оставления их на сервере, большинство программ обработки электронной почты просто скачивают все письма и опустошают почтовый ящик на сервере.

Полученные в результате данные в целях сохранности рабочей базы данных БУИС помещаются в промежуточный буфер. Все принятые данные сохраняются в файл в определенном месте на диске для последующего переноса в основную, рабочую базу данных.

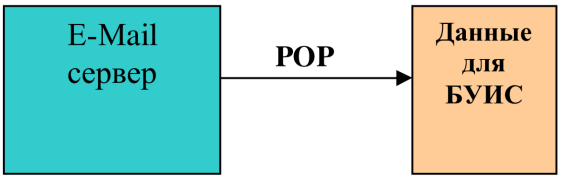


Рис. 4 - Прием данных

И лишь теперь будет использован модуль программы «Import» для добавления принятых данных в основную, рабочую, базу данных БУИС (Рис 5). Этот механизм использует возможности самой базы данных и, таким образом, будет гарантирована целостность уже существующих данных БД и корректность внесения новых.

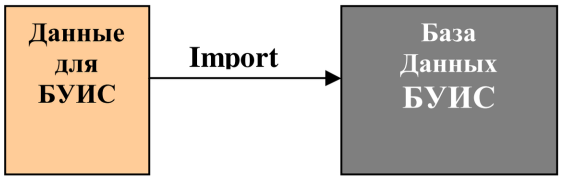


Рис. 5 - Импорт данных в БД

Обобщая вышесказанное, можно представить общую линейную схему взаимодействия данных из двух БД в режиме обмена (рис. 6) с использованием производимых операций. Это наглядно показывает основные пункты выполнения поставленной задачи.



Рис. 6 - Общая схема взаимодействия БД УИС и БУИС по обмену данными

Такая схема обмена данными не подразумевает использование специфического оборудования или программного обеспечения кроме стандартного, уже имеющегося на каждом компьютере. Представляет, таким образом, наиболее мобильную и легко настраиваемую систему электронного обмена. Кроме этого, в такой конфигурации этот подход явится стимулирующим фактором для развития электронного документооборота между всеми заинтересованными сторонами и ведомствами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. [CRAM-MD5] Klensin, J., Catoe, R. and P. Krumviede, «IMAP/POP AUTHorize Extension for Simple Challenge/Response», RFC 2195, September 1997. Перевод Николай Малых.

2. [RFC821] Postel, J., «Simple Mail Transfer Protocol», STD 10, RFC 821, August 1982. Перевод Николай Малых.

3. [RFC822] Crocker, D., «Standard for the Format of ARPA Internet Text Messages», STD 11, RFC 822, August 1982. Перевод Николай Малых.

4. Использование сокетов/взаимодействие с SMTP-серверами [Billy Belcebu/IKX, пер. Aquila]

5. Руководство Beej по сетевому программированию, используя интернет-сокеты [Брайан "Beej" Холл, пер. varnie]

6. INFECTED VOICE #15 - Введение ... в Интернет. Диалог с SMTP-сервером на Assembler

7. [RFC 2554] John Gardiner Myers , «Расширение сервиса SMTP для аутентификации». STD 11, RFC 2554, Mart 1999.

УДК 626.842

ТЕОРИЯ БОРОЗДКОВОГО ПОЛИВА И ЕЁ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Г.А. Безбородов, А.Г. Безбородов, Ю.Г. Безбородов,
УзНИИХ, МСХ РФ, МСХА им. Тимирязева

Как известно, почва является многофазной многокомпонентной средой. Исходя из этого постулата, Ю.М. Денисов разработал теорию бороздкового полива, в которой движение фронта поливной струи по борозде выражается уравнением

$$\frac{dS_\phi}{dt} = \left[u + \frac{\chi\eta}{\frac{\partial\omega}{\partial s}} i_\phi - \frac{B(a_x - E)}{\frac{\partial\omega}{\partial s}} \right]_{s=S,\omega=0,\frac{\partial\omega}{\partial s}<0}, \qquad (1)$$

а тыла струи (после прекращения подачи воды в борозду)

$$\frac{dS_\partial}{dt} = \left[u + \frac{\chi\eta}{\frac{\partial\omega}{\partial s}} i_\partial - \frac{B(a_x - E)}{\frac{\partial\omega}{\partial s}} \right]_{s=S_T,\omega=0,\frac{\partial\omega}{\partial s}>0} \qquad (2)$$

В этих уравнениях приняты обозначения:

S_ϕ- положение фронта поливной струи от головы борозды; u - скорость движения воды; χ – смоченный периметр; $\acute{\eta}$ – относительная площадь перфорации полиэтиленового экрана (при его отсутствии $\acute{\eta}$ =1); B- ширина борозды по урезу воды; α_x – слой атмосферных осадков; E – испарение с поверхности воды; ω – площадь живого сечения борозды; t – текущее время; i- уклон местности.

Для решения системы уравнений задаются начальные и граничные условия.

Начальные условия для скорости и живого сечения потока запишем

$$u(s, 0) = \psi_u(s),\ 0 < s \le S_\phi, \qquad (3)$$
$$\omega(s, 0) = \phi_\omega(s),$$
$$h(s, 0) = \xi_h(s).$$

Граничные условия для поливной струи в борозде запишутся следующим образом.

При $Q(s_0, t) > 0$ имеем:

на левом крае $s = 0$ - голова борозды

$$\omega(s_0, t) = \text{const},$$

$$u(s_0, t) = \varphi_u (t);$$

на правом крае $s = S_ф (t)$ - фронт поливной струи и граничные условия представлены в виде

$$f_0 - \beta \left.\frac{\partial u}{\partial s}\right|_{s=S_ф} = 0, \qquad (4)$$

$$f_0 - \beta \left.\frac{\partial u}{\partial s}\right|_{s=S_ф} = \sigma \left.\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)\right|_{s=S_ф},$$

где

$$R_1 = \left.\frac{\sqrt{1+\left(\frac{\partial h}{\partial s}\right)^2}}{\frac{\partial^2 h}{\partial s^2}}\right|_{s=S_ф}, \qquad R_2 \approx \frac{B}{2}$$

При $Q(s_0, t) = 0$, т.е. когда прекращена подача воды в голове борозды и появляется тыл поливной струи $S_T \geq S_0$, задаются граничные условия на левом крае в виде

$$f_0 - \beta \left.\frac{\partial u}{\partial s}\right|_{s=S_T} = 0 \qquad (5)$$

Или

$$f_0 - \beta \left.\frac{\partial u}{\partial s}\right|_{s=S_T} = \sigma \left.\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)\right|_{s=S_T}$$

а на правом – условия (4).

Здесь f_o- поверхность водного потока; β – параметр, имеющий размерность динамической турбулентной вязкости; R – гидравлический радиус; h – глубина потока воды; σ – параметр.

Результаты многолетних полевых опытов, проведённых авторами в различных почвенно-климатических условиях зоны хлопкосеяния, обобщённые в монографиях [1-4], использованы при составлении алгоритма и компьютерной программы «Борозда».

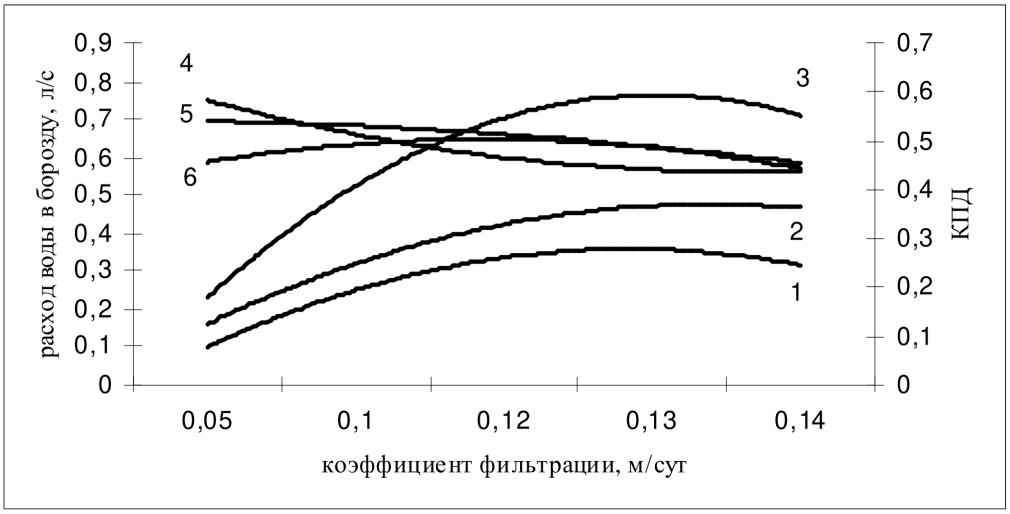
В табл. 1 сведены варианты расчета, имеющие самый высокий КПД борозды. Как видно, для обеспечения равномерного увлажнения почвы по длине борозд при проведении поливов постоянной струей значительная часть воды должна сбрасываться за пределы борозд и поэтому расчетный КПД борозды находится в пределах 0,4-0,58, причем большая его величина относится к землям с малыми уклонами местности.

Из данных табл. 1 можно выбрать оптимальные элементы технологии полива, руководствуясь значениями КПД борозды, допустимой величины расхода воды в борозду и длины борозды. Последний фактор имеет важное значение в условиях, когда поливной участок имеет большую протяженность, позволяющую применить ярусный полив, в результате чего по сравнению с одноярусным поливом увеличивается КПД полива - при использовании стекающего с верхнего яруса воды при поливе нижерасположенного.

Таблица 1 - Расчетные элементы техники полива пропашных культур по проточным бороздам с подачей воды постоянной струей

Вариант	Уклон земли	Коэффициент фильтрации, м/сут	Длина борозды, м	Расход воды в борозду, л/с	Время полива, час	Поливная норма нетто, $м^3$/га	Поливная норма брутто, $м^3$/га	КПД борозды
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0,005	0,2	100	0,75	5,3	700	1200	0,58
6	0,005	0,2	150	1,0	6,4	700	1280	0,55
9	0,005	0,2	200	1,2	7,3	700	1320	0,53
11	0,005	0,1	100	0,6	8,9	800	1600	0,50
13	0,005	0,1	150	0,6	12,0	800	1700	0,47
16	0,005	0,1	200	0,75	15,8	800	1780	0,45
20	0,005	0,05	100	0,2	12,4	900	2140	0,42
22	0,005	0,05	200	0,2	74,0	900	2220	0,40
26	0,005	0,05	300	0,3	75,0	900	2250	0,40
28	0,02	0,2	75	0,5	7,8	700	1550	0,45
31	0,02	0,2	100	0,7	6,7	700	1410	0,50
34	0,02	0,2	150	0,9	7,9	700	1420	0,50
39	0,02	0,1	75	0,25	15,5	800	1550	0,52
42	0,02	0,1	100	0,3	17,2	800	1550	0,52
45	0,02	0,1	150	0,4	20,4	800	1630	0,49
48	0,02	0,05	75	0,15	46,7	900	2100	0,43
50	0,02	0,05	100	0,15	71,0	900	2130	0,42
52	0,02	0,05	150	0,15	97,3	900	2190	0,41
64	0,05	0,1	75	0,3	12,3	800	1470	0,54
68	0,05	0,1	100	0,3	17,0	800	1530	0,52
71	0,05	0,1	150	0,3	26,7	800	1600	0,50
74	0,05	0,05	75	0,08	63,4	900	2030	0,44
78	0,05	0,05	100	0,15	46,4	900	2090	0,43
81	0,05	0,05	150	0,15	70,3	900	2110	0,43

Исходя из этих условий, из представленных в табл. 1 для соответствующих сочетаний уклона местности и коэффициента фильтрации почвогрунтов, выбраны следующие оптимальные варианты полива: 2, 11, 20, 28, 42, 48, 64, 74. Показатели этих вариантов использованы для построения графиков зависимости расхода воды в борозду и КПД борозды от коэффициента фильтрации почвогрунтов, представленных на рис. 1.



1, 4 - для уклона 0,005; 2, 5 - для уклона 0,02; 3, 6 - для уклона 0,05

Рис. 1 - Зависимость расхода воды в борозду (1-3) и КПД борозды (4-6) от коэффициента фильтрации почвогрунтов

Из представленных графиков выявляется закономерная связь между коэффициентом фильтрации и расходом воды в борозду - чем выше водопроницаемость почвы, тем больше расход воды в борозду; между коэффициентом фильтрации и КПД борозды - чем выше водопроницаемость почвы при одинаковом уклоне местности, тем меньше КПД борозды.

Анализ полученных данных показывает, что для достижения равномерного увлажнения почвы по длине борозд при поливе по проточным бороздам затрачивается большое количество воды, в связи с чем КПД борозд оказывается очень низким.

Для того, чтобы найти оптимальные значения КПД борозд и коэффициента равномерности полива (k_p), проведены расчеты по определению элементов техники полива при заданных значениях k_p = 0,6; 0,7; 0,8; 0,9. Результаты расчета представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Соотношение поливной нормы брутто ($m_{бр}$) и КПД борозды при различных значениях коэффициента равномерности полива (k_p)

Вариант	k_p = 0,6		k_p = 0,7		K_p = 0,8		k_p = 0,9	
	$m_{бр}$, м^3/га	КПД	$m_{бр}$, м^3/га	КПД	$m_{бр}$, м^3/га	КПД	$m_{бр}$, м^3/га	КПД
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	800	0,88	900	0,78	1030	0,68	1200	0,58
6	850	0,82	960	0,73	1100	0,64	1280	0,55
9	880	0,80	990	0,71	1135	0,62	1320	0,53
11	1070	0,75	1200	0,67	1376	0,58	1600	0,50
13	1110	0,72	1275	0,63	1460	0,55	1700	0,47
16	1160	0,69	1335	0,60	1530	0,52	1780	0,45
20	1395	0,65	1605	0,56	1840	0,49	2140	0,42
22	1450	0,62	1665	0,54	1910	0,47	2220	0,40
26	1470	0,61	1690	0,53	1940	0,46	2250	0,40
28	1010	0,69	1160	0,60	1330	0,53	1550	0,45
31	920	0,76	1060	0,66	1210	0,58	1410	0,50
34	930	0,75	1070	0,65	1220	0,57	1420	0,50
39	1010	0,79	1160	0,69	1330	0,60	1550	0,52
42	1010	0,79	1160	0,69	1330	0,60	1550	0,52
45	1060	0,75	1220	0,66	1400	0,57	1630	0,49
48	1370	0,66	1570	0,57	1810	0,50	2100	0,43
50	1390	0,65	1600	0,56	1830	0,49	2130	0,42
52	1430	0,63	1640	0,55	1880	0,48	2190	0,41
64	960	0,83	1100	0,73	1260	0,63	1470	0,54
68	1000	0,80	1150	0,70	1320	0,61	1530	0,52
71	1040	0,77	1200	0,67	1380	0,58	1600	0,50
74	1320	0,68	1520	0,59	1750	0,51	2030	0,44
78	1360	0,66	1570	0,57	1800	0,50	2090	0,43
81	1380	0,65	1580	0,57	1810	0,50	2110	0,43

Как видно, чем меньше k_p, тем выше КПД борозд. Можно предположить, что, например, при поливе нормой добегания, когда отсутствует поверхностный сброс оросительной воды, КПД будет равным примерно 1, однако коэффициент равномерности увлажнения почвы по длине борозд окажется очень низким. При таком поливе от недоувлажнения значительной части поливного участка снизятся урожай сельскохозяйственных культур и его качество.

Поэтому для выбора оптимальных элементов техники полива необходимо ввести критерий - относительная урожайность, которая определяется по следующей зависимости

$$\frac{У_p}{У_{max}} = \left[1 - (1 - k_p)\right]^{0.5}, \qquad (6)$$

где $У_р$ - расчетная урожайность сельскохозяйственной культуры, т/га; $У_{max}$ - максимальная урожайность, т/га; $k_р$ - коэффициент равномерности увлажнения почвы по длине борозд.

Расчеты показывают, что значениям $k_р$ 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 соответствуют величины относительной урожайности хлопчатника 0,77; 0,83; 0,89; 0,95, то есть потери урожая хлопка-сырца составляют 23, 17, 11 и 5 %.

Окончательный выбор экономически выгодного варианта технологии полива осуществляется по экономическим показателям. Для этого рассчитывается стоимость потерянного урожая и оросительной воды. Так, в табл. 3 приведены экономические показатели для варианта № 42. В расчетах закупочная цена 1 т хлопка-сырца принята равной 1750 рублей, цена 1 м^3 воды 125 рублей.

Таблица 3 - Экономические показатели качества полива хлопчатника

Коэффициент равномерности полива ($k_р$)	Потери урожая хлопка-сырца, т/га	Стоимость потерянного урожая, руб	Оросительная норма брутто, м^3/га	Стоимость оросительной воды, руб
0,6	6,9	1207,5	5050	631,25
0,7	5,1	893,5	5800	743,75
0,8	3,3	578,5	6650	856,25
0,9	1,5	262,5	7750	968,75

По табличным данным получены зависимости стоимости потерянного урожая хлопка-сырца ($У_{хл}$)

$$У_{хл} = -3150k_р + 3098{,}5 \qquad (7)$$

и стоимости оросительной воды ($У_в$) от коэффициента равномерности увлажнения почвы $k_р$

$$У_в = 1125k_р - 43{,}75, \qquad (8)$$

Совместное решение этих уравнений дает оптимальное значение $k_р = 0{,}73$.

Приняв значение $k_р = 0{,}75$, нами проведены расчеты по определению оптимальных элементов техники полива хлопчатника, результаты которых представлены в табл. 4.

Таблица 4 - Оптимальные элементы технологии полива хлопчатника постоянной струей по проточным бороздам при $k_р = 0{,}75$

Вариант	Уклон земли	Коэффициент фильтрации, м/сут	Длина борозды, м	Расход воды в борозду, л/с	Время полива, час	Поливная норма, м^3/га		КПД борозды
						нетто	брутто	
2	0,005	0,2	100	0,75	4,3	700	960	0,73
11	0,005	0,1	100	0,60	7,2	800	1290	0,62
20	0,005	0,05	100	0,20	28,6	900	1720	0,52
28	0,02	0,2	75	0,50	6,2	700	1240	0,56
42	0,02	0,1	100	0,30	13,8	800	1240	0,64
50	0,02	0,05	150	0,15	38,5	900	1710	0,53
64	0,05	0,1	75	0,30	9,8	800	1180	0,68
74	0,05	0,05	75	0,08	50,6	900	1630	0,55

Анализ табличных данных указывает на наличие тесной связи между природными характеристиками и элементами техники полива: с увеличением уклона местности уменьшается величина расхода воды в борозду и увеличивается КПД борозды (за исключением сильноводопроницаемых почв).

Проведенные исследования показывают, что широко распространенные в аридной зоне поливы постоянной струей по проточным бороздам сопровождаются большими потерями воды, в связи с чем КПД борозд, рассчитанный по теоретическим зависимостям, не превышает 0,52 - 0,73. Однако, на поливных участках с продольной схемой полива, где сбросная вода используется повторно, КПД полива, учитывающий этот фактор, в целом для поливного участка будет на 10-15 пунктов выше КПД отдельно взятых борозд. Вместе с тем потери воды на глубинную фильтрацию и испарение во время полива и потери на испарение влаги в период после полива и до проведения культивации достигают 15-20 % и сократить их без больших затрат средств и труда не представляется возможным.

Следует отметить также, что короткая длина борозд, обоснованная технико-экономическими расчетами и допускающая деление поливного участка на ярусы, значительно меньше значений, рекомендованных Н.Т. Лактаевым, особенно для земель с уклоном 0,005: 100 м против 175-400 м [5].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Безбородов Г.А. Водосберегающая технология полива сельскохозяйственных культур в фермерских хозяйствах. - М.: Агро Инвест-Принт, 2007. – 126 с.

2. Безбородов А.Г. Орошение сельскохозяйственных культур: теория, практика и стратегия. - М.: Агро Инвест-Принт, 2008. – 610 с.

3. Безбородов Ю.Г. Ресурсосберегающая технология орошения при мульчировании почвы. – Ташкент: Агросаноат ахбороти, 1999. – 176 с.

4. Безбородов Ю.Г. Ресурсосберегающая технология полива пропашных культур по мульчированным бороздам. - М.: Компания-Русь, 2005. – 417 с.

5. Лактаев Н.Т. Полив хлопчатника. - М.: Колос, 1978. – 176 с.

УДК 631.416:54-38

ОЦЕНКА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ ОРОШАЕМЫХ ГАЛОФИТОВ В УСЛОВИЯХ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Г.А. Безбородов, Д.К. Шадманов, Р.Т. Мирхошимов, М.Ю. Эсанбеков
УзНИИХ

В условиях дефицита оросительной воды часть орошаемых земель Голодной степи засолилась, перестала давать доход и перешла в резерв. Однако наличие развитой инфраструктуры, большой объем сбрасываемых минерализованных вод, пригодных для орошения позволяют выращивать на таких землях доходные кормовые культуры в виде галофитов. Из коллекции Международного центра биологических исследований (ИКБА) для проведения исследований нами были получены семена 38 видов галофитов.

Место и методика проведения исследований

Полевой опыт проводился на ОПУ, расположенном на территории Сырдарьинского филиала УзНИИХ (б. ЦОМС). Опыт заложен по методике полевого опыта, принятой в УзНИИХ, в трехкратной повторности каждого варианта.

В опыте исследования водно-физических и агрохимических свойств почвы проводились по методике УзНИИХ, поливы по режиму влажности почвы 70-80-60 % НВ с учетом расчетного слоя почвы 0-60 см.

Солевой режим почвы определялся по составу ионов полной и неполной водной вытяжки и электрокондуктомером ЕМ-38.

Состав ионов водных объектов – оросительной воды из коллектора Шурузяк, грунтовой и подземной воды определяется по данным полной водной вытяжки, электропроводность с помощью ручного электрокондуктомера марки Комби Тестер.

Учет урожая зеленой массы и зерна галофитов проводился путем скашивания с каждой делянки и разделения урожая на зеленую массу и семена.

Схема опыта и расположение делянок

В таблицах 1 и 2 приведены схема полевого опыта и расположение делянок.

Таблица 1 - Схема опыта

№ вариантов	Название культур и сорта	№ вариантов	Название культур и сорта
Топинамбур			
1	Обычный	21	IP 19586
2	Развесистый	22	IP 19612
3	Atriplex nummularia	23	IP 22269
4	Atriplex ammicola	24	Douro Cenopool
5	Atriplex undulata	25	Erai Poo
6	***Сорго*** Speed Feed	26	Querinian-4
7	Sugar Graze	27	HHVDBC Tall
8	Super Dan	28	ICMS 7704
9	Pionner 858	29	ICMV 155 Brist
10	Венечное (местный)	30	ICMV 155 e.e.1.
Жемчужное просо			
11	Nurrifeed	31	ICMV 155 Original
12	IP 3616	32	SRBC
13	IP 6101	33	Sudan Pop III
14	IP 6104	34	NC 97 Cr
15	IP 6105	35	Wrai Pop
16	IP 6106	36	Sudan Pop I
17	IP 6107	37	Ромашка (лекарственная)
18	IP 6109	38	Календула (лекарственная)
19	IP 6110	39	Кохия
20	IP 6112	40	Акация

Таблица 2 - Расположение делянок

40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	40	39	38	37	36
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	1	2	3	4	5
30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

В опыте проведен посев 38 видов галофитов и 2 видов лекарственных растений, рекомендованных Институтом ботаники АН РУз. Заложены 40 делянок в трехкратной повторности. Размер делянок 3,6×5 м, площадь каждой делянки 18 м^2.

Водно-физические свойства почвы

Почва опытного участка относится к лугово-сероземной пояса светлых сероземов давнего орошения. Гранулометрический состав почвы определен по 18 скважинам. Как

показал анализ, согласно классификации Качинского почва слоя 0-15 см относится преимущественно к средним суглинкам, часто подстилающимися легким суглинком и супесью. В целом на долю среднего и легкого суглинка приходится по 41,7 %, супеси – 16,6 % почвенных проб. В среднем по слою почвы 0-90 см гранулометрический состав представлен по вариантам опыта: 1- легким суглинком (27,3 % физической глины); 2- супесью (19,9 %); 3- легким суглинком (28,9 %); 4- средним суглинком (33,6 %); 5- легким суглинком (24,8 %); 6- легким суглинком (25,2 %).

Водно-физические свойства почвы, такие как водопроницаемость, наименьшая влагоемкость, влажность завядания, зависят не только от гранулометрического состава, но и от содержания гипса и глубины расположения верхней кровли гипсового горизонта. В почве опытного участка содержание CO_2 карбонатов составляет 2,64-13,55 %, содержание гипса по профилю почвы распределено неравномерно: наименьшее его количество содержится в слоях почвы 0-15, 15-30 см – 4,11-7,05 %; максимальное – в нижнем 60-90 см слое почвы – до 25,65 %. По этому показателю почвы верхнего горизонта относятся к слабогипсоносным, второго к сильногипсоносным. Доля слабогипсоносных почв, содержащих 2-10 % гипса, составляет 58,3 %, среднегипсоносных (10-20 % гипса) – 25 %, сильногипсоносных (20-40 % гипса) - 16,7 %.

Плотность сложения почвы в основном зависит от гранулометрического состава. В табл. 3 приведены данные плотности почвы, измеренной в начале и конце вегетационного периода.

В результате проведения поливов плотность почвы к концу вегетации в слое 0-90 см увеличилась незначительно: в первых трех шурфах с 1,37 до 1,39 г/см^3 и в трех последних шурфах с 1,35 до 1,38 г/см^3.

Таблица 3 - Плотность почвы, г/см^3

Повторность	Слой почвы, см	№ шурфов и их расположение					
		П-I	П-I	П-II	П-II	П-III	П-III
Май, 2009							
I	0-15	1,26	1,22	1,21	1,21	1,22	1,22
II		1,19	1,24	1,24	1,2	1,21	1,2
III		1,18	1,2	1,19	1,18	1,2	1,2
I	15-30	1,31	1,3	1,31	1,28	1,29	1,28
II		1,3	1,31	1,31	1,27	1,3	1,28
III		1,32	1,31	1,31	1,29	1,27	1,27
I	30-60	1,43	1,45	1,48	1,4	1,42	1,41
II		1,47	1,44	1,45	1,42	1,45	1,44
III		1,48	1,46	1,45	1,43	1,42	1,473
I	60-90	1,38	1,39	1,37	1,38	1,37	1,39
II		1,37	1,38	1,38	1,38	1,37	1,36
III		1,39	1,38	1,39	1,4	1,38	1,38
Средневзешенная	0-90	1,37	1,37	1,37	1,35	1,35	1,35
Октябрь, 2009							
I	0-15	1,31	1,3	1,31	1,31	1,29	1,3
II		1,34	1,28	1,32	1,28	1,33	1,31
III		1,31	1,32	1,33	1,29	1,34	1,32
I	15-30	1,4	1,35	1,39	1,37	1,37	1,36
II		1,39	1,38	1,39	1,36	1,38	1,36
III		1,38	1,34	1,38	1,38	1,39	1,37
I	30-60	1,44	1,42	1,41	1,4	1,42	1,42
II		1,44	1,43	1,44	1,44	1,43	1,45
III		1,45	1,43	1,42	1,43	1,43	1,43
I	60-90	1,39	1,39	1,37	1,38	1,37	1,38
II		1,36	1,39	1,39	1,39	1,37	1,38
III		1,39	1,37	1,37	1,37	1,38	1,36
Средневзешенная	0-90	1,39	1,38	1,39	1,38	1,38	1,38

Примечание: П- повторность

Водно-питательный режим почвы

По содержанию питательных элементов почва опытного участка относится к малообеспеченным гумусом, азотом, фосфором и калием. В 2009 г. содержание гумуса в 0-50 см слое колебалось в пределах от 0,68 до 0,92 %, содержание азота - от 22 до 45 мг/100 г почвы, содержание фосфора - от 13,6 до 18,4 мг/100 г почвы, содержание калия - от 138 до 148 мг/100 г почвы.

В табл. 4 приведены элементы режима орошения галофитов.

Таблица 4 - Режим орошения

№ полива	Дата полива	Поливная норма, $м^3$/га	Примечание
1	28.05	480	Подпитывающий полив
2	6.06	300	Вегетационные поливы
3	30.07	670	
4	14.08	410	

Для нормального роста и развития галофитов проведен один подпитывающий и три вегетационных поливов. Оросительная норма составила 1860 м3/га. 1-й, 2-й и 4-й поливы проведены водой из коллектора «Шурузяк», 3-й - водой из скважины вертикального дренажа.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что по классификации ФАО почва опытного участка относится к солончакам (ЕС>16дС/м, 1дС/м=10 мС/м).

В табл. 6 приведены данные полной водной вытяжки почвы, отобранной осенью.

Проведенными исследованиями по сопоставлению данных электропроводности почвы и водной вытяжки 1:5 установлена зависимость плотного остатка от электропроводности почвы

$$P=0{,}089\ EC+0{,}08,\ R^2=0{,}74,$$

где ЕС-электропроводность почвы, дС/м.

Пересчет электропроводности в показатели плотного остатка по данной зависимости показывает следующее. Весной при среднем показателе электропроводности почвы 175 мС/м (17,5 дС/м) плотный остаток 1,51 %. Это означает, что весной почва сульфатного типа засоления относится к среднезасоленной (Р=1-2 %). К осени засоление почвы снизилось, однако при среднем показателе электропроводности почвы 14,5 дС/м хотя и соответствовала величине плотного остатка 1,37 % осталась на уровне среднезасоленной (содержание плотного остатка снизилось на 0,14 абс. % или на 9,3 отн. %). В табл. 7 приведены данные наблюдений за динамикой УГВ.

Как видно, глубина залегания УГВ увеличивается от весны к осени, а внутригодовое её распределение зависит от режима поливов.

В таблице 8 приведены данные измерений минерализации воды из разных объектов.

Как видно, самое высокое содержание солей отмечено в грунтовой воде: максимальное значение получено 12.06 – 13,3 г/л. К концу вегетационного периода его значение понижается до 6,7-8,4 г/л. В коллекторе «Шурузяк» минерализация воды находится в пределах 2,5-3,2 г/л, в скважине вертикального дренажа – 6,2-6,0 г/л.

Таблица 5 - Показатели электропроводности 0-75см слоя почвы на ОПУ ЦОМС, мС/м
(числитель-весна, знаменатель-осень)

40п III 171 136	39п III 176 138	38п III 172 131	37п III 175 133	36п III 170 147	35п III 173 150	34п III 173 155	33п III 175 154	32п III 175 152	31п III 176 149	30п III 176 154	29п III 176 147	28п III 176 152	27п III 176 147	26п III 175 147
11пIII 164 148	12пIII 171 148	13пIII 173 143	14пIII 175 141	15пIII 174 144	16пIII 174 152	17пIII 173 143	18пIII 175 150	19пIII 176 147	20пIII 176 143	21пIII 175 144	22пIII 177 148	23пIII 176 135	24пIII 177 151	25пIII 176 152
10пШ 164 152	9пШ 170 150	8пШ 172 148	7пШ 174 148	6пШ 171 148	5пШ 175 144	4пШ 172 153	3пШ 173 161	2пШ 174 154	1пШ 175 149	40пII 175 148	39пII 176 146	38пII 175 150	37пII 177 153	36пII 175 146
21пII 162 150	22пII 168 153	23пII 170 147	24пII 177 147	25пII 177 151	26пII 176 147	27пII 175 153	28пII 175 155	29пII 174 149	30пII 176 152	31пII 175 147	32пII 176 155	33пII 174 147	34пII 178 150	35пII 176 156
20пII 161 147	19пII 167 150	18пII 171 151	17пII 176 144	16пII 174 142	15пII 176 146	14пII 174 144	13пII 175 152	12пII 176 155	11пII 175 163	10пII 175 161	9пII 177 160	8пII 174 160	7пII 175 158	6пII 175 155
31пI 168 140	32пI 171 144	33пI 172 143	34пI 176 143	35пI 175 150	36пI 172 146	37пI 173 142	38пI 175 145	39пI 177 140	40пI 178 149	1пII 177 143	2пII 176 145	3пII 175 141	4пII 177 137	5пII 173 144
30пI 173 137	29пI 175 147	28пI 173 141	27пI 176 142	26пI 174 141	25пI 177 144	24пI 175 139	23пI 177 148	22пI 175 142	21пI 177 152	20пI 175 145	19пI 175 145	18пI 176 144	17пI 176 148	16пI 174 158
1пI 171 152	2пI 174 155	3пI 173 158	4пI 174 160	5пI 173 145	6пI 174 149	7пI 175 143	8пI 174 147	9пI 173 138	10пI 174 132	11пI 175 128	12пI 172 135	13пI 173 141	14пI 175 133	15пI 173 141

Таблица 6 - Состав ионов полной водной вытяжки почвы, 10.10.09

№ точки	Глубина, см	HCO3	C1	SO4	Ca	Mg	Na	K	Сумма солей, %	Плотный остаток, %
		% мг/экв	% мг/экв	% мг/экв	% мг/экв	% мг/экв	% мг/экв	% мг/экв		
Сорго Ш/7	0-10	0,030	0,042	0,545	0,107	0,065	0,05	0,004	0,84	0,862
		0,502	1,193	11,35	5,36	5,35	2,17	0,10		
	10-20	0,03	0,053	0,591	0,107	0,076	0,055	0,005	0,92	0,939
		0,492	1,509	12,30	5,36	6,25	2,39	0,12		
	20-30	0,027	0,054	0,612	0,145	0,06	0,055	0,005	0,96	0,983
		0,443	1,528	12,74	7,26	4,93	2,39	0,12		
	30-40	0,033	0,033	0,583	0,173	0,037	0,04	0,004	0,90	0,926
		0,541	0,956	12,14	8,63	3,04	1,74	0,10		
	40-50	0,028	0,036	0,673	0,193	0,048	0,04	0,004	1,02	1,051
		0,472	1,027	14,01	9,63	3,95	1,74	0,10		
	50-60	0,025	0,039	0,462	0,131	0,033	0,04	0,005	0,74	0,755
		0,423	1,125	9,62	6,54	2,71	1,74	0,12		
	60-70	0,026	0,038	0,352	0,068	0,046	0,035	0,005	0,57	0,581
		0,433	1,086	7,33	3,39	3,78	1,52	0,12		
	70-80	0,024	0,032	0,375	0,068	0,051	0,03	0,005	0,59	0,6
		0,393	0,928	7,81	3,39	4,19	1,30	0,12		
	80-90	0,024	0,030	0,41	0,066	0,06	0,03	0,005	0,62	0,642
		0,393	0,849	8,54	3,29	4,93	1,30	0,12		
Кохия янв.39	90-100	0,024	0,028	0,45	0,107	0,045	0,03	0,005	0,69	0,702
		0,393	0,790	9,37	5,34	3,70	1,30	0,12		
	0-10	0,024	0,114	0,6	0,135	0,051	0,11	0,009	1,04	1,071
		0,393	3,218	12,49	6,74	4,19	4,78	0,23		
	10-.20	0,024	0,098	0,611	0,13	0,049	0,115	0,010	1,04	1,069
		0,403	2,772	12,72	6,49	4,03	5,00	0,24		
	20-30	0,0246	0,0896	0,771	0,171	0,051	0,135	0,008	1,25	1,277
		0,403	2,527	16,05	8,53	4,19	5,87	0,20		
	30-40	0,0252	0,1011	0,73	0,115	0,07	0,15	0,008	1,20	1,228
		0,413	2,851	15,20	5,74	5,76	6,52	0,19		
	40-50	0,022	0,087	0,861	0,169	0,067	0,15	0,007	1,36	1,391
		0,374	2,468	17,93	8,43	5,51	6,52	0,18		
	50-60	0,024	0,0917	0,932	0,182	0,076	0,15	0,007	1,46	1,499
		0,393	2,586	19,40	9,08	6,25	6,52	0,18		
	60-70	0,027	0,091	0,822	0,162	0,063	0,145	0,007	1,32	1,354
		0,443	2,586	17,11	8,08	5,18	6,30	0,17		
	70-80	0,023	0,085	0,745	0,106	0,083	0,135	0,007	1,18	1,201
		0,384	2,397	15,51	5,29	6,83	5,87	0,17		
	80-90	0,026	0,076	0,723	0,135	0,062	0,125	0,007	1,15	1,188
		0,433	2,152	15,05	6,74	5,10	5,43	0,18		
	90-100	0,022	0,077	0,7	0,129	0,061	0,125	0,007	1,12	1,149
		0,364	2,191	14,57	6,44	5,02	5,43	0,17		
Топинамбур	0-10	0,024	0,045	0,632	0,159	0,033	0,09	0,006	0,99	1,018
		0,403	1,292	13,16	7,93	2,71	3,91	0,15		
	10-.20	0,021	0,071	0,834	0,206	0,05	0,11	0,007	1,30	1,336
		0,344	2,014	17,36	10,28	4,11	4,78	0,17		
	20-30	0,027	0,052	0,719	0,17	0,044	0,105	0,006	1,12	1,145
		0,443	1,481	14,97	8,48	3,62	4,57	0,14		
	30-40	0,020	0,061	0,734	0,177	0,047	0,1	0,005	1,15	1,169
		0,334	1,737	15,28	8,83	3,87	4,35	0,13		

	40-50	0,022	0,052	0,756	0,191	0,039	0,1	0,005	1,17	1,199
		0,364	1,489	15,74	9,56	3,21	4,35	0,13		
	50-60	0,019	0,067	0,9	0,226	0,053	0,115	0,005	1,39	1,421
		0,315	1,915	18,74	11,28	4,36	5,00	0,12		
	60-70	0,024	0,087	0,779	0,215	0,032	0,125	0,005	1,27	1,296
		0,393	2,476	16,22	10,73	2,63	5,43	0,12		
	70-80	0,020	0,084	0,787	0,191	0,048	0,12	0,005	1,26	1,288
		0,334	2,377	16,39	9,53	3,95	5,22	0,13		
	80-90	0,020	0,080	0,5	0,168	0,053	0,11	0,005	0,94	0,961
		0,334	2,279	10,41	8,38	4,36	0,11	0,13		
	90-100	0,025	0,073	0,553	0,138	0,046	0,07	0,005	0,91	0,932
		0,413	2,081	11,51	6,89	3,78	3,04	0,13		
Атрип-лекс Ш/5	0-10	0,021	0,031	0,55	0,146	0,026	0,07	0,007	0,85	0,872
		0,354	0,888	11,45	7,29	2,14	3,04	0,17		
	10-.20	0,021	0,061	0,541	0,126	0,042	0,075	0,007	0,87	0,899
		0,354	1,726	11,26	6,29	3,45	3,26	0,17		
	20-30	0,021	0,063	0,711	0,196	0,046	0,07	0,006	1,11	1,139
		0,354	1,777	14,80	9,78	3,78	3,04	0,14		
	30-40	0,204	0,059	0,621	0,237	0,035	0,07	0,005	1,23	1,261
		3,344	1,678	12,93	11,83	2,88	3,04	0,13		
	40-50	0,21	0,061	0,649	0,247	0,04	0,065	0,006	1,28	1,311
		3,442	1,746	13,51	12,33	3,29	2,83	0,14		
	50-60	0,018	0,052	0,812	0,254	0,034	0,07	0,006	1,25	1,281
		0,295	1,469	16,91	12,67	2,80	3,04	0,14		
	60-70	0,018	0,507	0,221	0,229	0,046	0,08	0,006	1,11	1,132
		0,305	14,29	4,60	11,43	3,78	3,48	0,15		
	70-80	0,021	0,059	0,815	0,208	0,058	0,08	0,006	1,25	1,282
W		0,344	1,686	16,97	10,38	4,77	3,48	0,15		
	80-90	0,019	0,059	0,594	0,128	0,05	0,08	0,006	0,94	0,963
		0,325	1,672	12,37	6,39	4,11	3,48	0,15		
	90-100	0,021	0,056	0,612	0,119	0,045	0,11	0,006	0,97	0,995
		0,354	1,599	12,74	5,94	3,70	4,78	0,15		
	0-10	0,017	0,088	0,615	0,14	0,033	0,12	0,009	1,03	1,054
П/14		0,285	2,496	12,80	7,19	2,71	5,22	0,22		
	10-20	0,019	0,091	0,612	0,16	0,024	0,125	0,009	1,04	1,065
		0,325	2,566	12,74	7,78	1,97	5,43	0,23		
	20-30	0,019	0,104	0,8	0,20	0,051	0,115	0,009	1,30	1,335
		0,325	2,950	16,66	10,13	4,19	5,00	0,23		
	30-40	0,021	0,078	0,751	0,184	0,053	0,095	0,008	1,19	1,217
		0,344	2,200	15,64	9,18	4,36	4,13	0,19		
	40-50	0,019	0,075	0,8	0,197	0,052	0,11	0,007	1,26	1,296
		0,325	2,140	16,66	9,83	4,28	4,78	0,18		
	50-60	0,018	0,097	0,972	0,228	0,074	0,125	0,008	1,52	1,558
		0,305	2,752	20,24	11,38	6,09	5,43	0,19		
	60-70	0,019	0,12	0,837	0,226	0,048	0,12	0,008	1,38	1,411
		0,315	3,384	17,43	11,28	3,95	5,22	0,20		
	70-80	0,019	0,073	0,854	0,23	0,045	0,105	0,007	1,33	1,368
		0,315	2,073	17,78	11,48	3,70	4,57	0,18		
	80-90	0,016	0,086	0,8	0,224	0,054	0,075	0,007	1,26	1,299
		0,266	2,448	16,66	11,18	4,44	3,26	0,18		
	90-100	0,015	0,034	0,384	0,132	0,02	0,017	0,007	0,61	0,625
		0,256	0,967	8,00	6,59	1,64	0,76	0,17		

Таблица 7 - Глубина залегания УГВ, см

Дата определения	Глубина УГВ
19.06	143
29.06	122
10.07	137
20.07	158
30.07	164
10.08	170
20.08	166
30.08	150
10.09	170
20.09	186
30.09	190
10.10	192
20.10	192

Таблица 8 - Минерализация поверхностных, подземных и грунтовых вод

Дата	Минерализация, г/л							Ec,дС/м
	CL	HCO_3	SO_3	Ca	Mg	Na+K	Плот. остаток	
Грунт.вода 10.07	1,740	0,420	4,910	0,490	0,615	1,910	10,516	10,91
14.08	1,840	0,840	4,770	-	-	-	10,532	11,84
Из коллек. Шурузяк	0,360	0,240	1,410	0,150	0,152	0,540	2,624	2,54
Из СКВ. верт. дрен.	1,200	0,180	1,400	0,180	0,327	0,686	5,384	6,20

Урожайность растений

В табл. 9 приведены данные учета урожая зеленой массы и семян галофитов.

Акация и атриплекс не дали всходы. Ромашка и календула не учтены из-за малого количества всходов.

Выводы

В условиях сероземно-луговых среднезасоленных почв сульфатного типа засоления, содержащих гипс и обменный натрий, орошения водой с минерализацией 2,6-6,2 г/л, большая часть зарубежных галофитов оказалась жизнеспособной и солеустойчивой.

Несмотря на поздний сев семян галофитов по 37 видам растений получен урожай зеленой массы. Семена 3-х видов атриплекса и австралийской акации не дали всходов.

Семена галофитов получены по 2 видам сорго, по 11 видам жемчужного проса, в небольшом количестве топинамбура. Самый высокий урожай семян из культур сорго – в среднем по повторениям 20 ц/га – собран с растений «Сорго веничное местное». Самый высокий урожай зеленой массы получен у растений вида сорго: 369 ц/га в среднем по повторениям у сорта Sugar Graze и 329 ц/га у сорта Pioneer 858. По отдельным видам жемчужного проса также получен высокий урожай зеленой массы: 293 ц/га HHVDBC Tall, 212 ц/га Douro Cenopool.

Ввиду позднего сева семян в жаркое время года и при иссушении верхнего слоя почвы для получения всходов потребовалось проведение подпитывающего полива. Очевидно, если посеять семена галофитов в ноябре, то всходы можно будет получить по увлажненной осенне-зимними осадками почве и, возможно, благодаря этому количество поливов и затраты оросительной воды снизятся.

Измерениями электропроводности почвы на каждой делянке опыта установлена тенденция снижения степени засоления почвы к концу вегетационного периода – электропроводность в среднем снижается на 20-30 дС/м или на 15-16 %.

Таблица 9 - Урожай зелёной массы галофитов и семян, ц/га

№ вар.	Наименование культур	1-повторность		2-повторность		3-повторность	
		масса	семена	масса	семена	масса	семена
1	Топинамбур (сухая) обычный	2,8	185,0	2,0	83,0	-	-
2	Топинамбур (сухая) развес-й	1,9	114,0	-	-	-	-
6	Copro Speed Feed	310,0	-	248,0	-	330,0	-
7	Sugar Graze	421,0	-	306,0	-	380,0	-
8	Super Dan	225,0	-	202,0	-	240,0	-
9	Pioneer 858	365,0	4,0	303,0	1,5	318,0	5,5
10	Сорго венечное (местный)	290,0	20,0	190,0	19,0	235,0	21,0
11	Жемчуженное просо Nurrifeed	180,0	-	115,0	-	131,0	-
12	IP 3616	204,0	-	185,0	-	196,0	-
13	IP 6101	192,0	-	167,0	-	188,0	-
14	IP 6104	180,0	-	151,0	-	164,0	-
15	IP 6105	188,0	-	163,0	-	177,0	-
16	IP 6106	107,0	0,5	100,0	0,5	94,0	0,5
17	IP 6107	131,0	0,3	122,0	0,3	128,0	0,3
18	IP 6109	218,0	7,8	185,0	7,1	233,0	7,4
19	IP 6110	192,0	1,5	173,0	1,1	179,0	1,3
20	IP 6112	225,0	8,5	195,0	6,0	208,0	7,1
21	IP 19586	188,0	2,8	170,0	2,1	180,0	2,4
22	IP 19612	91,0	1,0	77,0	0,8	87,0	1,0
23	IP 22269	163	-	145	-	155	-
24	Douro Cenopool	220,0	2,6	205,0	2,5	210,0	2,6
25	Erai Poo	36,0	-	30,0	-	31,0	-
26	Querinian-4	210,0	-	130,0	-	165,0	-
27	HHVDBC Tall	306,0	10,0	281,0	7,0	292,0	4,0
28	ICMS 7704	106,0	4,0	85,0	3,0	103,0	3,0
29	ICMV 155 Brist	125,0	2,0	112,0	2,0	118,0	2,2
30	ICMV 155 e.e.1.	78,0	-	53,0	-	71,0	-
31	ICMV 155 Original	67,0	-	49,0	-	58,0	-
32	SRBC	108,0	-	110,0	-	123,0	-
33	Sudan Pop III	128,0	-	125,0	-	134,0	-
34	NC 97 Cr	69,0	-	80,0	-	88,0	-
35	Wrai Pop	57,0	-	90,0	-	94,0	-
36	Sudan Pop I	210,0	-	181,0	-	197,0	-

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ахмедов Ж.Х., Камилов Б.С. и др. Рекомендации по водосберегающим технологиям орошения хлопчатника / УзНИИХ. - Ташкент, 2009. – 12 с.

2. Безбородов Г.А. Национальный отчет за 2005-2007 гг. «Создание благоприятных условий сельским сообществам в бассейне Аральского моря по борьбе с деградацией

земельных и водных ресурсов путем создания «Ярких пятен». - Ташкент, 2007. – 99 с.

3. Безбородов Г.А., Безбородов Ю.Г. Совершенствование методики мониторинга солевого режима орошаемых земель // Мелиорация и водное хозяйство. - 2008. - № 6. - С. 29-31.

4. Безбородов Г.А., Мирхашимов Р.Т., Динамика почвенных режимов сероземно-луговой почвы при орошении хлопчатника минерализованной водой //Вестник аграрной науки Узбекистана. - 2008. - № 1 (31). - С. 65-79.

УДК 631.4+626.84:633.51

ОРОШЕНИЕ ХЛОПЧАТНИКА СИСТЕМОЙ ПОДЗЕМНЫХ МИКРОПОРИСТЫХ ТРУБ

Г.А. Безбородов, Ю. Эсанбеков, М.Ю. Эсанбеков
УзНИИХ

На центральной экспериментальной базе Узбекского НИИ хлопководства в Кибрайском районе Ташкентской области на площади 1 га в 2009 г. была построена система внутрипочвенного орошения из микропористых трубочек-увлажнителей диаметром 16 мм, изготовленных из отслуживших свой срок автомобильных шин.

Система орошения включала отстойник, насосную установку с фильтром тонкой очистки, гидроподкормщик, водяной счетчик.

Источником воды служил канал Аккавак, вода в систему ВПО подавалась под напором 0,25 МПа.

В табл. 1 приведена схема полевого опыта, в котором варианты полива хлопчатника сорта «Навруз» заложены в трехкратной повторности.

Таблица 1 - Схема опыта

№ вар.	Способ полива	Режим орошения, % ППВ	Расчетный слой увлажнения, см	Норма минеральных удобрений, кг/га		
				N	P	K
1	Бороздковый полив	70-70-60	70-100-70	200	140	100
2	Внутрипочвенное орошение с увлажнителями через 60 см	Ежедневный полив		200	140	100
3	Внутрипочвенное орошение с увлажнителями через 90 см	Ежедневный полив		200	140	100

В исследованиях изучались водно-физические и агрохимические свойства почвы.

Механический состав почвы опытного участка характеризуется преимущественно содержанием фракции крупной пыли 31,0-41,2 %, что обусловлено лессовидным характером материнской породы и содержанием илистой фракции до 15,1-18,2 %. Результаты анализа механического состава приведены в табл. 2.

По результатам анализа установлено содержание в слое почвы 0-100 см физической глины 46,1 % - по механическому составу почва опытного участка является тяжёлосуглинистой.

Наименьшая влагоемкость почвы опытного участка определялась в начале вегетации на глубину 1 м послойно через каждые 10 см: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90, 90-100 см.

Таблица 2 - Механический состав почвы

Почвенный слой, см	Размер (мм) и содержание (%) фракции							Физическая глина меньше 0,01 мм в %
	0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005	0,001	
0-30	1,0	1,1	13,0	39,5	13,8	16,8	14,8	45,4
30-50	1,3	1,2	16,0	41,2	12,8	15,1	13,4	41,3
50-70	1,1	1,3	18,4	31,0	13,7	17,5	17,0	48,2
70-100	1,0	1,0	13,2	35,2	14,0	18,2	17,0	49,6

Результаты проведенных исследований показывают, что влагоёмкость почвы 0-50 см слоя составила 20,4 %, 0-70 см слоя - 20,8 % и 0-100 см слоя она равняется 21,5 % (табл. 3).

Таблица 3 - Наименьшая влагоемкость почвы опытного участка, %

№ Площадок	Горизонты, см										Средняя по слоям почвы		
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	0-50	0-70	0-100
1	19,8	20,0	20,2	20,5	20,6	21,7	22,1	22,0	22,3	22,6	20,2	20,7	21,2
2	19,9	20,5	20,5	20,7	21,0	22,0	22,3	22,8	23,1	23,3	20,6	21,0	21,7
Средее	19,8	20,2	20,3	20,6	20,8	21,85	22,2	22,4	22,7	22,9	20,4	20,8	21,5

Объемная масса почвы опытного участка определялась в начале и конце вегетации по 10 сантиметровым слоям на глубину до 1 м. Для этого использовали стальные цилиндры объёмом 100 $см^3$.

Проведенные исследования показывают, что объёмная масса пахотного слоя почвы (0-30 см) была равна 1,43 $г/см^3$. В конце вегетации хлопчатника на варианте бороздкового полива в пахотном слое объёмная масса составила 1,48 $г/см^3$, а на вариантах внутрипочвенного орошения она уменьшилась до 1,38 $г/см^3$, в подпахотном слое она возрастает по всем режимам и способам полива, а скважность, соответственно, уменьшается (табл. 4). Из анализа данных табл. 4 следует, что значительное уплотнение почвы происходит на варианте бороздкового полива по сравнению с вариантами ВПО. Наименьшая объёмная масса почвы в пахотном и подпахотном слое наблюдается при внутрипочвенном орошении хлопчатника с укладкой трубочек-увлажнителей через 90 см.

Необходимо также отметить, что скважность в пахотном слое (0-30 см) почвы в начале вегетации была равна 47 %. В конце на вариантах ВПО независимо от расположения трубочек-увлажнителей увеличилась до 48,9 %, в варианте полива по бороздам она снизилась до 45,2 %. В подпахотном слое (30-50 см) скважность почвы в начале вегетации была равна 48,5 %. В конце вегетации хлопчатника на вариантах ВПО она уменьшилась до 45,9-47,4 %, а на варианте бороздкового полива снизилась до 45,5 %. Это вызвано тем, что при внутрипочвенном орошении в 2-3 раза сокращаются междурядные обработки, верхние 0-10 и 10-20 см слои почвы остаются в рыхлом состоянии в связи с тем, что увлажнение почвы происходит капиллярно с глубины 30 см при небольших поливных нормах.

Таблица 4 - Объёмная масса и скважность почвы

Варианты	Показатели	Горизонты, см				
		0-30	30-50	0-50	0-70	0-100
Общий фон	Весной (30.05.09)					
	Объёмная масса, г/см^3	1,43	1,39	1,41	1,42	1,43
	Скважность почвы, %	47,0	48,5	47,8	47,4	47,0
Бороздковый полив	Осенью (13.09.09)					
	Объёмная масса, г/см^3	1,48	1,47	1,46	1,45	1,45
	Скважность почвы, %	45,2	45,5	45,9	46,3	46,3
Внутрипочвенное орошение (60см)	Объёмная масса, г/см^3	1,38	1,46	1,42	1,41	1,43
	Скважность почвы, %	48,9	45,9	47,4	47,8	47,0
Внутрипочвенное орошение (90см)	Объёмная масса, г/см^3	1,38	1,42	1,41	1,41	1,42
	Скважность почвы, %	48,9	47,4	47,8	47,8	47,4

Таким образом, внутрипочвенное орошение на посевах хлопчатника способствует сохранению пахотного и подпахотного слоя от уплотнения и создает более благоприятные условия для произрастания хлопчатника.

Определение водопроницаемости почвы в начале вегетации на опытном участке общим фоном провели при 6-часовом наблюдении за скоростью впитывания воды в почву, а конце вегетации во всех вариантах. Результаты исследований приведены в табл. 5.

В начале вегетации определилось, что в первые часы наблюдений скорость впитывания воды в почву составила 0,2 мм/мин, в среднем за 6 часов - 0,12 мм/мин.

Таблица 5 - Водопроницаемость почвы

Вар	Время, мин	В начале вегетации								Скорость впитывания воды, мм/мин
	Слой влитой воды, мм	9^{00}	10^{00}	11^{00}	12^{00}	13^{00}	14^{00}	15^{00}	360 мин	
		130	118	108	100	94	90	88	42 мм	
В конце вегетации										
2 вар	Время, мин	8^{30}	9^{30}	10^{30}	11^{30}	12^{30}	13^{30}	14^{30}	360 мин	0,11
	Слой влитой воды, мм	130	121	111	100	94	91	90	40 мм	
3 вар	Время, мин	13^{00}	14^{00}	15^{00}	16^{00}	17^{00}	18^{00}	19^{00}	360 мин	0,138
	Слой влитой воды, мм	130	117	107	96	86	82	80	50 мм	

При поливе системой ВПО в первые часы наблюдения скорость впитывания воды в почву составила в среднем 0,22 мм/мин, к 6-му часу этот показатель составил 0,138 мм/мин.

В конце вегетации водопроницаемость почвы в первые часы наблюдения составила в среднем 0,15 мм/мин, к 6-му часу наблюдения этот показатель оказался равным 0,11 мм/мин.

Таким образом, при поливе хлопчатника системой ВПО водопроницаемость почвы (2 вар.) увеличивается на 0,018 мм/мин (8,70 %), а при бороздковом поливе уменьшается на 0,01 мм/мин (9,2 %) относительно водопроницаемости почвы в начале вегетации.

С целью определения динамики запасов влаги в почве и для расчета водопотребления хлопчатника за вегетацию в начале и конце вегетации определялась влажность почвы на глубину до 2,0 м послойно через каждые 10 см. Полученные результаты приведены в табл. 6.

Таблица 6 - Влагозапасы почвы,%

Слой почвы, см	В начале вегетации, среднее с 2-х точек	В конце вегетации, среднее с 2-х точек		
		варианты		
		Бороздковый полив	Внутрипочвенное орошение (60 см)	Внутрипочвенное орошение (90 см)
0-10	17,1	14,8	12,2	11,6
10-20	18,9	15,2	13,1	12,3
20-30	18,8	14,9	14,7	13,3
30-40	19,0	15,2	16,3	14,7
40-50	19,5	12,8	17,4	16,1
50-60	19,0	16,2	18,0	16,6
60-70	18,5	18,4	18,2	17,1
70-80	18,2	18,9	17,9	16,7
80-90	18,3	19,0	16,8	16,3
90-100	18,4	18,4	16,5	15,9
100-110	17,8	18,4	15,6	15,4
110-120	17,5	19,1	14,7	14,8
130-150	17,4	19,0	14,7	14,4
150-170	17,7	18,5	14,9	14,4
170-200	18,2	17,9	15,4	14,3
0-50	18,5	14,5	14,7	13,6
0-70	18,6	15,3	15,7	14,5
0-100	18,5	16,3	16,1	16,6
0-200	18,2	17,1	15,7	14,9

Результаты исследований показывают, что использование запасов почвенной влаги хлопчатником определяется наряду с климатическими особенностями года способом полива. Наибольший расход запасов почвенной влаги при одинаковом режиме предполивной влажности складывается при внутрипочвенном орошении с укладкой пористых увлажнителей через 90 см.

В начале вегетации перед закладкой опыта для определения питательных элементов почвы были взяты пробные образцы почв для химического анализа общим фоном в трех точках. Для установления динамики питательных элементов в почве за вегетационный период в конце вегетации были взяты почвенные образцы в каждом варианте (табл. 7).

Как видно, самые высокие агрохимические показатели почвы присущи 2-му варианту с расстоянием между трубочками-увлажнителями 60 см - в пахотном слое 0-30 см гумуса содержится 1,003 %, в подпахотном слое 30-50 см - 0,836 %.

Количество общего азота в варианте внутрипочвенного орошения с трубочками-увлажнителями через 60 и 90 см уменьшилось менее значительно, чем при бороздковом поливе.

В конце вегетации во 2-м варианте в пахотном слое 0-30 см количество нитратов составило 3,93 мг/кг, по сравнению с 1-м вариантом - меньше на 0,53 мг/кг (13,5 %). Это

связано с большим выносом питательных веществ урожаем хлопчатника на вариантах ВПО.

Поливы хлопчатника на опытном участке проводились по режиму предполивной влажности почвы 70-70-60 % НВ.

Таблица 7 - Результаты агрохимического анализа почвы

Точки	Слой почвы, см	Гумус, %	Валовые формы, %		Подвижные формы, мг/кг		
			азот	фосфор	NO_3	P_2O_5	K_2O
Исходная агрохимическая характеристика почвы, 29.05.09							
Среднее с 3-х точек по диагонали поля	0-30	0,627	0,058	0,056	9,27	14,8	200
	30-50	0,710	0,064	0,070	5,60	10,0	260
Содержание питательных элементов почвы в конце вегетации, 9.09.09							
1	0-30	0,731	0,069	0,140	3,40	14,2	220
	30-50	0,898	0,085	0,120	2,45	11,2	180
2	0-30	1,003	0,091	0,157	4,60	17,2	260
	30-50	0,836	0,077	0,145	3,00	14,8	200
3	0-30	0,815	0,077	0,130	3,93	15,4	240
	30-50	0,773	0,072	0,157	2,62	13,0	200

Для поддержания одинаковой влажности почвы на всех делянках опыта и для получения полноценных всходов 27.05.09 был проведен подпитывающий полив по бороздам нормой 490 $м^3$/га. Учет поливной воды при бороздковом способе полива проводился при помощи водослива с углом выреза 90^o, а при внутрипочвенном орошении учет поступающей воды проводился с помощью водомерного счетчика.

Проведение поливов по бороздам осложнялось тем, что нужно было проводить оправку и заправку борозд после их нарезки, следить за правильностью распределения воды в каждую борозду, скоростью добегания струи до конца борозды, на повышенных местах микрорельефа необходимо было углубить борозды, а на пониженных вести подсыпку, чтобы избежать затопления водой. В общем, при бороздковом способе полива требуются большие затраты ручного труда и специальная подготовка поля. В табл. 8 приведены элементы режима орошения хлопчатника.

Полученные данные показывают, что на варианте бороздкового полива было проведено 6 поливов поливными нормами 740-1060 $м^3$/га, оросительная норма нетто при этом составила 5030 $м^3$/га. На вариантах внутрипочвенного орошения кроме подпитывающего полива за вегетацию было проведено 55 поливов средней поливной нормой 36,2 $м^3$/га, оросительная норма была равна 2650 $м^3$/га. При этом экономия оросительной воды на вариантах внутрипочвенного орошения составила 2380 $м^3$/га или 47,3 %.

Технология полива хлопчатника и других пропашных культур должна отвечать природоохранным требованиям, предохранять почву от размыва. В данном полевом опыте измерялась мутность сбросной воды при бороздковом поливе, и определялся объём смытой почвы. При уклоне земли опытного участка 0,01 и головном расходе 0,2-0,3 л/с при бороздковом поливе норма смыва составила 0,31-0,42 т/га. Содержание нитратов в сбросной воде в первые минуты сброса составило 1,275 мг/л, а концу полива - 0,24 мг/л.

Таблица 8 - Режим орошения хлопчатника при разных способах полива

Варианты	Показатели	Поливы						Оросительная норма, $м^3$/га
		1	2	3	4	5	6	
Бороздковый полив	Дата полива	27.05	17-18.06	5-6.07	22-23.07	15-16.08	4-5.09	5030
	Межполивной период в днях		20	16	16	23	18	
	Поливная норма, $м^3$/га	490	740	1060	1010	860	870	
ВПО	Дата полива	Ежедневный полив с 18.06. всего 55 поливов						2650
	Поливная норма, $м^3$/га	490	36,2					

В табл. 9 приведены данные о продолжительности водоподачи насосной станции в систему ВПО.

Как видно, если в первый день 11,75 $м^3$ воды подавалось за 1 час, то в течение вегетационного периода время водоподачи постоянно увеличивалось и к концу вегетации расчетная поливная норма подавалась за 2,5 часа, т.е. за 74 дня время водоподачи увеличилось в 2,5 раза. Чтобы установить причину снижения пропускной способности трубочек при одинаковом в течение вегетации напоре воды, в концевой части увлажнителя был отрезан 1 м трубочки и в лабораторных условиях проведена промывка её чистой водой. Затем промытая трубочка помещалась в ёмкость с отстоенной кипяченой водой. Сбор промывной воды показал отсутствие в ней почвенных частиц.

Таблица 9 - Динамика времени подачи поливной нормы 11,75 $м^3$ в течение вегетационного периода

№	Дата	Время		№	Дата	Время		№	Дата	Время	
		час	мин.			час	мин.			час	мин.
1	18.06	1	04	26	13.07	-		51	7.08	-	-
2	19.06	1	13	27	14.07	-		52	8.08	-	-
3	20.06	1	13	28	15.07	-		53	9.08	-	-
4	21.06	1	21	29	16.07	-		54	10.08	-	
5	22.06	1	20	30	17.07	2	17	55	11.08	2	26
6	23.06	1	29	31	18.07	2	18	56	12.08	2	28
7	24.06	1	25	32	19.07	-	-	57	13.08	2	24
8	25.06	1	29	33	20.07	-	18	58	14.08	2	24
9	26.06	1	38	34	21.07	2	20	59	15.08	-	-
10	27.06	1	47	35	22.07	2	20	60	16.08	-	-
11	28.06	1	44	36	23.07	2	20	61	17.08	-	-
12	29.06	1	40	37	24.07	2	22	62	18.08	2	27
13	30.06	1	40	38	25.07	2	22	63	19.08	-	-
14	1.07	1	44	39	26.07	2	20	64	20.08	2	30
15	2.07	1	46	40	27.07	2	22	65	21.08	2	31
16	3.07	1	55	41	28.07	2	21	66	22.08	-	-
17	4.07	1	55	42	29.07	2	22	67	23.08	-	-
18	5.07	2	05	43	30.07	2	22	68	24.08	2	30
19	6.07	2	12	44	31.07	2	22	69	25.08	2	31
20	7.07	2	12	45	1.08	2	22	70	26.08	2	33
21	8.07	2	12	46	2.08	2	23	71	27.08	2	32
22	9.07	2	13	47	3.08	2	24	72	28.08	2	32
23	10.07	2	15	48	4.08	2	25	73	29.08	2	32
24	11.07	2	16	49	5.08	-	-	74	30.08	2	33
25	12.07	2	15	50	6.08	-	-	75	31.08	2	32

На этом основании сделан вывод о том, что причина снижения пропускной способности микропористых трубочек заключается в постепенном набухании материала, приводящего к уменьшению микропор.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием хлопчатника в зависимости от способа полива и поливных норм проводились 15 июня, 1 июля, 1 августа и 1 сентября (табл. 10).

Результаты наблюдений на 15 июня показали, что по высоте главного стебля и количеству настоящих листочков на всех изучаемых вариантах опыта независимо от способа полива и поливных норм особых различий не обнаружено. Но на следующие даты учета высота главного стебля, количество симподиальных ветвей и плодоэлементов было больше на вариантах внутрипочвенного орошения по сравнению с контрольным вариантом. Самые высокие показатели получены на варианте с трубочками-увлажнителями, уложенными через 60 см.

На 1 августа на варианте бороздкового полива высота главного стебля составила 67.0см, количество симподиальных ветвей - 11,2 шт., количество коробочек - 1,85 шт., а на вариантах внутрипочвенного орошения эти показатели были, соответственно, равны 73,1-78,8 см, 13,5-14,2 шт., 3,2-4,0 шт.

На 1 сентября количество коробочек на варианте бороздкового полива составило 5,15 шт., а на вариантах внутрипочвенного орошения с укладкой увлажнителей через 60 см оно достигло 8,2 шт., на варианте внутрипочвенного орошения, где трубочки увлажнители были уложены через 90 см, оно равнялась 6,75 шт.

Таблица 10 - Влияние способов полива на рост и развитие хлопчатника

Варианты	Варианты опыта	15 июня		1 июля			1 августа			15 августа	1 сентября
		Высота главного стебля, см	Количество наст. листев	Высота главного стебля, см	Количество симп. листев, шт.	Количество плодоэлементов	Высота главного стебля, см	Количество симп. листьев, шт.	Количество коробочек, шт.	Количество коробочек, шт.	Количество коробочек, шт.
1	Бороздковый полив (контроль)	13,8	4,8	22,0	4,0	2,2	67,0	11,2	1,85	3,05	5,15
2	Внутрипочвенное орошение с увлажнителеями через 60 см	13,1	4,8	23,8	4,6	2,5	78,8	14,2	4,0	5,70	8,20
3	Внутрипочвенное орошение с увлажнителями через 90 см	13,8	4,9	23,6	4,4	2,3	73,1	1,35	3,2	4,40	6,75

Для определения средней массы хлопка-сырца одной коробочки перед первым сбором были взяты образцы с каждого варианта опытного участка.

Полученные данные показывают, что средняя масса хлопка-сырца одной коробочки на варианте бороздкового полива была равна 5,47 г, на варианте внутрипочвенного орошения с укладкой увлажнителей через 60 см - 5,58 г и на варианте внутрипочвенного орошения с укладкой увлажнителей через 90 см - 5,54 г.

Результаты анализа качественных показателей хлопка- сырца приведены в табл. 11.

Таблица 11 - Влияние способов полива на качество хлопка-сырца

Вариант	Выход волокна,%	Масса 1000 шт. семян, г	Промышленный сорт	Разрывная нагр., гс	Тип волокна	Микронейр	Относ. разрывная нагр., гс/текс
1	35,6	125	1	4.2	V	4,4	25.9
2	38,1	129,1	1	4.6	V	4,6	26,0
3	34,6	120.3	1	4.1	V	4,1	24.6

Как видно, при одинаковом промышленном сорте во всех вариантах опыта лучшие показатели по выходу волокна получены на вариантах ВПО.

Определения зараженности хлопчатника вилтом проводились по вариантам опыта в три срока 15.08; 15.09; 15.10.

Исследованиями установлено, что во 2-м и 3-м вариантах опыта зараженность хлопчатника вилтом меньше чем на первом. На 15.10. в 1-м варианте вилтом было заражено 25,1 % растений, во втором – 18 %, в третьем – 20,4 %. Можно предположить, что при внутрипочвенном орошении зараженность вилтом уменьшается из-за сокращения количества междурядных обработок хлопчатника.

Как показал учет урожая, на вариантах внутрипочвенного орошения урожай первого сбора хлопка-сырца составил 24,3 и 22,7 ц/га, а на варианте бороздкового полива 22 ц/га (табл. 12).

Прибавка урожая при внутрипочвенном орошении с укладкой трубочек-увлажнителей через 60 см составила 4,1 ц/га (14,4 %), с укладкой трубочек увлажнителей через 90 см - 2,4 ц/га (8,4 %) по сравнению с бороздковым поливом.

Таблица 12 - Урожай хлопка-сырца в зависимости от способа полива

Варианты опыта	Урожай хлопка-сырца по повторениям, ц/га			Средний урожай хлопка-сырца, ц/га	Оросительная норма, $м^3$/га	Затраты воды на 1ц хлопка, $м^3$	Окупаемость 1 $м^3$ воды урожаем	Прибавка урожая хлопка-сырца, ц/га
	I	II	III					
Бороздковый полив (контроль)	27,4	28,9	29,1	28,5	5030	176,5	566,6	-
ВПО с увлажнителями через 60 см	30,2	33,3	34,5	32,6	2650	81,3	1230	4,1
ВПО с укладкой увлажнителями через 90 см	29,6	31,0	32,0	30,9	2650	85,8	1166	2,4

$Нср_{05}$=1.6 ц/га $Нср_{05}$=5,23 %

Как видно, при внутрипочвенном орошении из почвенных влагозапасов хлопковое поле использовало 23,4 и 28,5 % от суммарного водопотребления. При бороздковом поливе хлопковое поле использовало всего 5,6 % от суммарного водопотребления.

При внутрипочвенном орошении доля оросительной воды в суммарном водопотреблении составила, соответственно, 69,5 и 74,4 %, в то время как при бороздковом поливе – 93 %.

Таким образом, суммарное водопотребление хлопкового поля при внутрипочвенном орошении - 3812,8-3559,9 $м^3$/га – оказалось меньше по сравнению с бороздковым поливом на 1849 $м^3$/га (34,5 %) и на 1596 $м^3$/га (29,0 %).

Выводы

1. Оросительная норма нетто при бороздковом поливе составила 5030 м^3/га, а при внутрипочвенном орошении – 2650 м^3/га. Экономия оросительной воды при ВПО по сравнению с бороздковым поливом составила 2380 м^3/га или 47,3 %.

2. Максимальный урожай хлопка-сырца получен на варианте внутрипочвенного орошения с укладкой трубочек-увлажнителей через 60см - 32,6 ц/га.

3. Затраты воды на 1 ц хлопка-сырца на варианте бороздкового полива составили 176,5 м^3, а на варианте ВПО - 81,3-85,8 или на 54-51,4 % меньше по сравнению с контролем.

4. На системе ВПО количество междурядных тракторных обработок по сравнению с контролем сократилось на 7.

УДК 626.810

СУВ ВА ЕР ЗАХИРАЛАРИДАН ТЕЖАМЛИ ФОЙДАЛАНИШ ЮҚОРИ ҲОСИЛ ГАРОВИДИР

Т.Ў. Бекмуратов, И. Эргашев, С.В. Рустамбекова
В.Д. Журин номидаги САНИИРИ

Мақолада сув манбаларидаги йиллар бўйича сув миқдорининг ўзгариши тахлил қилинган.

Ўзбекистонда сув миқдори суғоришга бўлган талаб сув миқдоридан кам.

Ғофур Ғулом номли СИУ мисолида Сирдарё ва Диззах вилоятларида янги ўзлаштирилган худуд мисолида 30-50 йил фойдаланилган ҳўжалик ички каналларининг техник ҳолати қай даражада эканлиги таҳлил қилинди.

Бефойда сув йўқолиш холатлари тахлил қилинди. Уларни яхшилаш холатлари кўрсатилди. Умумий холатда пахтанинг ҳосилдорлиги сув билан таъминланганликка боғлиқ эканлиги келтирилди.

Орол денгизи ҳавзасида сув тансиқлиги кучайиши сабабли Марказий Осиё давлатларида жумладан, Ўзбекистон, Қозоғистон, Тожикистон ва Туркманистонда чекланган сув миқдори белгиланган.

Чекланган сув миқдори Сирдарё ва Амударё дарёларининг ўртача кўп йиллик сув миқдори бўйича қабул қилинган.

Ўзбекистонда чекланган сув миқдори охирги йилларда умумий суғориладиган майдонлардаги экин турларининг сувга бўлган талаб нормасининг 78-83 % ни ташкил қилмоқда. Жумладан Ўзбекистон учун Амударёдан жами йиллик оқимнинг 24,2 км^3, Сирдарёдан 11,43 км^3 ажратилади. Бу миқдор манбадаги сувнинг кўп озлигига қараб 10-25 % гача ўзгариши мумкин.

Сўнги йилларда сув манбаларидаги сув миқдори унинг ўртача кўп йиллик сув миқдоридан кам бўлмоқда (2010 йил бундан мустасно), яъни сув манбаларида кам сув бўлиши тез-тез такрорланиб турмоқда, шу сабабли Ўзбекистонда сув кам йиллари чекланган сув миқдори экинни суғоришга ҳам етмайди.

Сув манбаларида сув миқдори кам бўлган йиллари суғориладиган майдонларда сув билан таминланиш даражаси 70 %, баъзи йиллари 60 % га тенг ва ундан кам бўлади.

Ўзбекистон олимларининг (Агроуниверситет, САНИИРИ, ТИМИ, УзНИХИ, лойиҳа ва ўқув институтлари) тажрибалари асосида пахтани сув билан таъминланганлик коэфициенти 80 % га тенг бўлганда унинг ҳосил 9 % га камайиши, таъминланганлик коэфициенти 70 % га тенг бўлганда унинг ҳосил 14-16 % га, Агар таъминланганлик коэфициенти 60 % га тенг бўлганда пахтанинг ҳосили 24 % га камайиши исботланган

Бундан кўриниб турибдики, мавжуд сув захираларидан тежамкорлик билан фойдаланиш юқори ҳосил олишни таъминлайди.

Экинлардан юқори ҳосил олишда кўп факторлар тасир қилади.

Бу мақолада сув ва ер захираларидан тежамли фойдаланишнинг экинларни ҳосилдорлигига тасири ўрганилади.

Ўртача ва кучли шўрланган ерларда шўрни ювиб, тупроқдаги туз миқдори камайтирилгандагина экинлардан кутилган ҳосил олиш мумкин.

Бу тажриба Сирдарё вилояти Сардоба туманинг янги ўзлаштирилган худудида жойлашган Ғофур Ғулом номли Сув истимолчилари уюшмасининг (СИУ) суғориладиган майдонларида ўтказилган.

СИУ нинг суғориладиган майдонидаги хўжалик ички ариқлари темир бетон лотоклардан қурилган. Ҳозирги пайтда уларнинг техник ҳолати қониқарли эмас. Лотокларнинг ишлаш муддати 25 йил деб қарайдиган бўлсак, СИУ даги лотокларнинг биринчи босқичда қурилганларига 50 йил ва иккинчи босқичда қурилганларига эса 38 йил бўлган. Шу сабабдан уларнинг техник ҳолати жуда ёмон.

Янги қурилган лотокларнинг ФИК 0,90-0,96 га тенг. Хозирги кундаги СИУ даги лотокларнинг ФИК 0,70 атрофида. Бинобарин бу СИУ ички суғориш тармоқларида сувнинг 20-25 % ни йўқолишига сабаб бўлмоқда.

Сув йўқолишининг сабаблари:

1. Лотокларнинг бир бирига уланган жойига қўйилган махсус резинкаларнинг узоқ вақт ишлатилиш натижасида чириб шу жойлардан сув кўп оқиб тушадиган бўлиб қолган.

2. Лотокларга завод шароитида ўрнатилган махсус клапанли мослама ҳозирги кунга келиб иш қобилиятини йўқотган. Бундай ҳолат кўп миқдорда сув бекорга оқиб кетишига сабаб бўлади.

3. Иккинчи пунктда келтирилган клапанли мослама ишламай қолгандан кейин мироблар қўлбола тешиклар ўрнатадилар ва экин суғориб бўлгандан кейин бу тешикларни яхши бекита ололмайдилар ва натижада биринчи суғоришдан иккинчи суғоришгача бўлган вақт оросида кўп миқдорда сув йўқотилишига сабаб бўлади.

4. Лотоклардан фойдаланиш натижасида лотокларнинг лаб қисмлари ҳар хил ўлчамларда синган ва ёрилган. Бу ҳолат лотокнинг сув ўтқазиш қобилияти камайиб бефойда сув оқиб кетишига сабаб бўлади ва ҳоказо.

СИУ тажриба участкасида ва шунга ўхашаш майдонларда бефойда йўқолишни камайтириш учун қуйидаги ишларни амалга ошириш керак.

Хўжалик ички каналларини ҳар йили жорий таъмирлаш керак. Бу қуйидагича амалга оширилади. Ҳар йили уларнинг техник ҳолати кўздан кечирилиб, жорий ёки капитал таъмирлаш талаб қилган жойлар аниқланади. Таъмирлаш ишлари шулар асосида бажарилади.

Сувдан фойдаланиш режасини тузиш йилнинг икки даврида амалга оширилади, яъни вегетация ва новегетацияда.

Вегетация даврида сувдан тежамли фойдаланиш учун экин майдонларига сувдан фойдаланиш режаси тузилади ва шу асосда экинлар суғорилади.

Суғориш режаси СИУ ларга ички суғориш тизимлари учун тузилади.

Ирригация тизим бошқармалари (ИТБ) даги сувдан фойдаланиш режаси сувни манбадан СИУ нинг чегарасига олиб бориш вазифасини ўз ичига олади ва буни ИТБ ходимлари амалга оширадилар.

Ҳозирги вақтда ИТБга сувдан фойдаланиш режаси тузиш ва амалда бажариш яхши йўлга қўйилган. СИУ ларга фойдаланиш режасини тузиш қониқарли эмас. Чунки СИУ ларда уларни бажарадиган мутахасислар етарли эмас.

Муаллифлар томонидан СИУ ларга ички суғориш тизимларига сувдан фойдаланиш режаси тузиш услуби ва компьютерда ҳисоблаш дастури ишлаб чиқилган. Бу қўлланма билан сувдан фойдаланиш режаси аниқ ва қисқа вақтда тузиш мумкин бўлади.

Буни амалда бажариш учун суғориш тизимларида ва СИУ ларида ўқув курсларини ташкил қилиб, мутахассиларни тайёрлаш керак. Бу иш Қишлоқ ва Сув Ҳўжалиги Вазирлиги раҳбарлигида ИТҲБ ва САНИИРИ мутахасислари иштирокида амалга ошириш мумкин.

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкин:

1. Охирги йилларда Орол денгизи ҳавзасида сув захираларининг камайиб кетиши кучлироқ сезилмоқда. Шу сабабли Марказий Осиё Республикаларида, (Қирғизистон Республикасидан ташқари) чекланган сув миқдори белгиланган. Чекланган сув миқдори Сирдарё ва Амударё дарёларининг ўртача кўп йиллик сув сарфига нисбатан белгиланган.

2. Охирги йилларда сув манбаларида сув миқдори ўртача кўп йиллик сув миқдоридан кам бўлган йиллари тез-тез такрорланиб турмоқда, шу сабабли Ўзбекистонда сув кам йиллари кўп такрорланаяпти.

3. Ўзбекистонда чекланган сув миқдори охирги йилларда умумий суғориладиган майдонлар ва экин турлари бўйича чекланган сув миқдори экинларнинг сувга талаб нормасидан 78-83 % ни ташкил қилади.

4. Сув манбаларидаги сув миқдори чекланган сув миқдорига тенг ва кўп бўлган йиллари чекланган сув миқдорига тенг ҳажмда суғоришга сув олишимиз мумкин.

6. Сувдан тежамли фойдаланиш учун ҳар йили суғориш тармоқлари ва иншоотларида сифатли таъмирлаш ишларини бажариш керак.

7. Ўртача ва кучли шўрланган ерлардан юқори ҳосил олиш учун ҳар йили ерни шўрини ювиш ва шўрланиш даражасини кучсиз шўрланганлик даражасигача тушуриш керак.

АДАБИЁТЛАР:

1. Беспалов Н.Ф. и др. Мелиорация и орошение культур хлопкового севооборота (гидромодульное районирование и режимы орошения сельскохозяйственных культур по областям Республики Узбекистан). - Ташкент, 1992 г – 292 с.

2. Мелиоративные системы и сооружения. Дренаж на орошаемых землях. Нормы проектирования. ВСН 33-2,2. - М., 1986 – 90 с.

2. Бекмуратов Т.У, Солодкий П.Г., Солодкий Г.Ф. Программа расчета по составлению и проведения плана водопользования: Руководство для пользователей. – Ташкент, 2004. – 43 с.

3. Бекмуратов Т.У. Управление водными ресурсами на уровне Ассоциации водопользователей // Сборник научных трудов САНИИРИ, посвященный 100-летию Р.А. Алимова. Т. 2. Современные проблемы управления водными ресурсами. – Ташкент, 2003. - С. 55-64.

УДК 626.824

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КПД ИРРИГАЦИОННЫХ КАНАЛОВ

Ш.Б. Бекчанов., А.Р. Муратов
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Противофильтрационные экраны и покрытия предназначены для ликвидации или значительного снижения потерь на фильтрацию воды из оросительных каналов.

Облицовки из монолитного бетона в современной практике водохозяйственного строительства получили наиболее широкое распространение среди других видов противофильтрационной защиты каналов. Это объясняется их долговечностью, надежностью и возможностью полностью механизировать процесс укладки.

В современной практике водохозяйственного строительства существуют следующие виды противофильтрационной защиты каналов:

- облицовка всего или части периметра канала противофильтрационным покрытием из монолитного бетона, сборного железобетона, асфальтобетона, грунтобетона, вяжущими и полимерными материалами;
- экран в виде слоя уплотненного грунта по периметру канала;
- экран, выполненный химическими способами: солонцеванием, силикатированием, нефтеванием;
- экран из полимерной пленки, защищенной монолитным и сборным бетоном, слоем уплотненного грунта;
- завесы из плёночных полимерных материалов;
- экран, выполненный нагнетанием раствора мелкозернистых местных материалов (глин, суглинков, бентонита и т.д.) и вяжущего под уплотненный грунт по периметру канала (рис. 1);

Применение каждого из указанных видов противофильтрационной защиты обусловливается назначением канала, параметрами, сроком его службы, климатическими условиями, а также физико-механическими свойствами грунтов, в которых пролегает ороситель. При этом вид противофильтрационной защиты выбирают с обязательным технико-экономическим обоснованием его целесообразности.

Технология выполнения работ по устройству противофильтрационной защиты и состав комплектов применяемых машин зависят от параметров каналов и конкретных условий производства.

По своему конструктивному исполнению облицовки подразделяются на монолитные неармированные, монолитные армированные, армированные из торкретбетона.

Для предотвращения усадочных и температурных трещин в монолитном слое облицовки устраивают деформационные швы, которые по своему назначению подразделяют на температурные, прорезаемые на всю толщу покрытия, и ложные, прорезаемые на 1/3 толщины слоя бетона.

Подготовка грунтового основания для бетонной облицовки весьма ответственная операция. Ее выполняют с преимущественным применением мелиоративных многоковшовых экскаваторов поперечного копания или технологических комплектов машин непрерывного действия, или вручную.

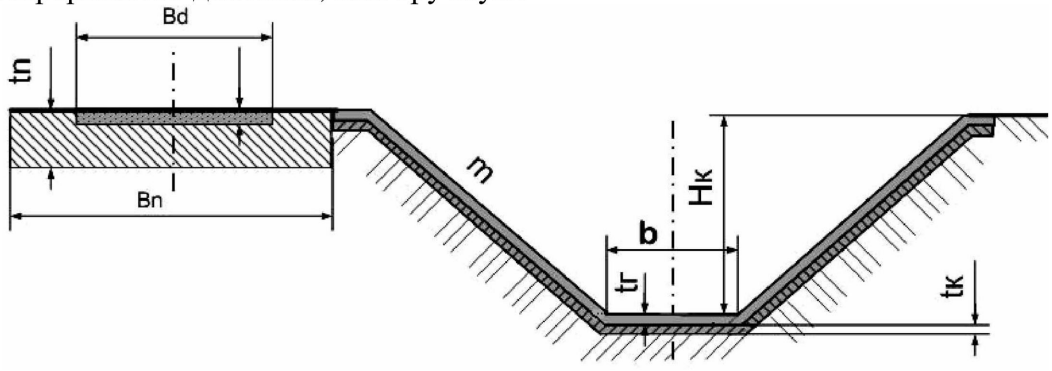


Рис. 1 - Конструкция противофильтрационного экрана из местных материалов

b-ширина по дну канала; tк- толщина противофильтрационного экрана; Нк- строительная глубина канала; tг- толщина уплотненного по периметру канала грунта; Bd-ширина инспекторской дороги; m- коэффициент заложения откоса

Деформационные швы механически нарезают в свежеуложенном бетоне виброножами или вводят закладные элементы в процессе укладки бетонной смеси. Нарезку швов применяют при облицовке распределительных и межхозяйственных

каналов, а также магистральных глубиной до 5 м. Температурные и усадочные швы в облицовке магистральных каналов глубиной свыше 5 м устраивают с помощью закладных элементов.

Бетонную смесь для облицовки канала рационально приготавливать в автобетономесителях, конструкция и объем которых позволяют проходимость их на инспекторских дорогах 3 и 4 категорий.

Выбор, механизированных комплексов для строительства сборной бетонной и железобетонной облицовки зависит в основном от параметров канала, размеров и веса облицовочных плит. При этом немаловажную роль играют способы стыковки плит и их опирание на откосы и дно канала.

В современной практике существуют следующие типы противофильтрационного сборного покрытия:

- однорядная облицовка плитами по откосам и дну с заделкой стыков битумными или другими материалами, заполняющими стык;
- однорядная облицовка плитами по откосам со стыками, обжатыми силовым способом, с бетонированием дна враспор между плитами монолитным бетоном;
- многорядная облицовка плитами по дну и откосам с клееными стыками;
- облицовка плитами откосов со стыками, обжатыми собственным весом конструкций, с монолитным бетонным дном.

Плиты укладывают строительными кранами и специальными механизмами - плитоукладчиками. Автокраны на пневмоколесном ходу применять не рекомендуется, так как при монтаже этими кранами много непроизводительных потерь времени на установку их на берме канала.

Конструкция сочленения плит существенно влияет на технологию работ и применение вспомогательных механизмов для герметизации стыков. Полиизобутиленовые мастики нагнетают встык в подогретом до 70°С состоянии с помощью пневматических шприцев.

При стыках, обжатых собственным весом плит, никаких дополнительных механизмов не требуется. При устройстве облицовки с обжимаемым силовым воздействием стыками применяют навесное гидравлическое приспособление на тракторе ТТЗ-80, с помощью которого плиты прижимаются друг к другу, а в стык закладывается упругая прокладка из пороизола, минизола или геднита «П».

Противофильтрационную облицовку оросительных каналов вяжущими материалами выполняют в виде покрытий из асфальтобетона или цементогрунта. При облицовке оросительных каналов асфальтобетоном для подготовки грунтового основания следует отдавать предпочтение экскаваторам-каналокопателям непрерывного действия, выбор которых зависит от параметров каналов.

Если оросительный канал пролегает в просадочных грунтах, которые требуют уплотнения перед укладкой слоя асфальтобетона, то операцию целесообразно проводить с помощью прицепных катков статического или вибрационного действия, например ДУ-14 навешиваемых на экскаваторах типа ЭО-4111А с крановым оборудованием. Асфальтобетон по периметру каналов распределяют прицепными асфальтоукладчиками типа «скользящая виброформа» или же вручную с подачей смеси к месту укладки бадьей типа СБ-18, навешиваемой на экскаватор ЭО-5111 с крановым оборудованием.

Подготовку откосов и дна канала для внесения вяжущих материалов ведут с помощью экскаваторов-планировщиков типа ЭО-3222А и ЭО-3332 с ковшами, оборудованными кирковщиками для рыхления грунта.

Вяжущий материал - цемент - распределяют по подготовленной поверхности ложа канала вручную или с применением распределителей цемента типа ДС.

Для смешивания грунта с цементом используют в основном указанные выше экскаваторы-планировщики. В каналах глубиной 3 м и более для смешивания грунта с

цементом на дне целесообразно применять фрезы типа ДС-18 или грунтосмесительные машины типа ДС-16Б. При этом для доставки цемента на объект следует использовать цементовозы.

Вводить в цементогрунт битумную эмульсию можно с помощью автогудронатора. Цементогрунтовую смесь увлажняют поливочными машинами типа ПМ-130.

Увлажненный цементогрунтовой слой уплотняют теми же машинами, что и слой асфальтобетона. Если технологией предусмотрена укладка на грунтовое основание откосов и дна канала готовой цементогрунтовой смеси, то для ее приготовления целесообразно использовать сборно-разборную установку.

К облицовкам каналов полимерными материалами относятся все виды пленочных противофильтрационных экранов, защищенных слоем грунта, бетоном, железобетонными плитами, каменной кладкой или другими материалами.

В водохозяйственном строительстве применяют преимущественно три схемы укладки пленочных экранов:

- укладка пленки по периметру канала под слоем грунта глубиной 30-40 см (периметрическая схема);
- укладка пленки в траншее с последующей засыпкой грунтом и выемкой сечения канала (траншейная схема);
- комбинированная облицовка, при которой пленку защищают плитами, каменной кладкой или другими тяжелыми материалами.

Сварка пленки в полотнища перед укладкой в экран возможна различными способами, основные из которых следующие: с применением теплоносителя; инфракрасным излучением; ультразвуком.

В зависимости от размеров канала и наличия средств механизации все способы устройства противофильтрационного покрытия делятся на следующие группы: немеханизированный, механизированный применением общестроительных машин, специализированный с использованием машин непрерывного действия, обеспечивающих полную механизацию работ.

Последняя из указанных групп имеет наибольшее преимущество как самая целесообразная при устройстве всех видов противофильтрационной защиты каналов.

Разработка организационных мероприятий при устройстве противофильтрационных покрытий складывается из следующих основных этапов:

- определение объемов работ по всем ведущим операциям технологического процесса;
- выбор ведущей машины и метода производства работ с расчетом его параметров;
- подсчет потребного количества машин и механизмов;
- составление технологических карт и графиков производства работ.

Объемы работ подсчитывают на основании проектных и фактических данных применительно к конкретным условиям их производства.

По данным НПО САНИИРИ, противофильтрационные покрытия большинства ирригационных каналов утратили свои водонепроницаемые свойства из-за разрушений, вследствие очистки их от наносов экскаваторами драглайн.

Для повышения КПД ирригационных каналов необходимы универсальные и относительно недорогие технологии устройства новых и ремонта существующих противофильтрационных покрытый.

В НПО САНИИРИ разработаны и реализуется на практике, на каналах с супесчаными грунтами в Хорезмской области, новая технология устройства противофильтрационного грунтового экрана из местных материалов. По новой технологии противофильтрационный экран из мелкозернистых местных грунтовых материалов устраивается путем нагнетания под определенным давлением непрерывно

приготавливаемого раствора под уплотненный грунт по периметру канала. При этом уплотненный по периметру канала слой грунта защищает противофильтрационный экран из местных материалов, от различных природно-климатических, а также динамических воздействий потока воды в канале до набора проектной прочности.

Таким образом, основные причины фильтрации воды из каналов-лотков могут быть устранены как при производстве строительно-монтажных работ, так и в процессе эксплуатации (уход за каналами, ремонт и замена разрушившихся конструкций, восстановления КПД).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Муратов А.Р. Новая технология производства железобетонных конструкций оросительных систем с целью рационального использования водных ресурсов // Материалы Респ. научно-практ. конф. «Развитие водного хозяйства и мелиорации Республики Узбекистан в период перехода к рыночной экономике». - Ташкент, 2007. - С. 103-106.

2. Муратов А.Р. Совершенствование технологии производства противофильтрационных железобетонных деталей для мелиоративного строительства // Материалы Респ. научно-практ. конф. «Современные строительные технологии» / ТашИЖТ. - Ташкент, 2007. - С. 28-31.

УДК 626.862.3+626.862.7

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ЗЕРНИСТОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА ЗАКРЫТОГО ТИПА

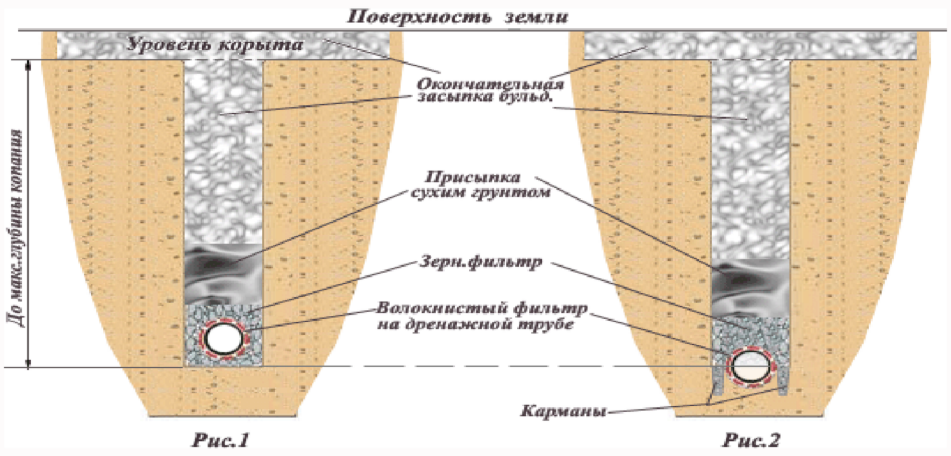
В.Н. Бердянский, В.В. Бердянский
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Масштабы построенного за 50 лет закрытого горизонтального дренажа в Средней Азии велики – в одном только Узбекистане его протяжённость превышает 48 тыс. км. В ближайшие 90 лет, то есть до конца 21 века, должно быть построено при освоении новых земель и при реконструкции находящихся сейчас в сельскохозяйственном производстве ещё около 43 тыс. км.

Традиционное устройство - поперечным сечением (водоприёмная часть горизонтальной дрены) - представлено на рис. 1. Дренажная труба с волокнистым фильтром – заводского изготовления, а зернистый фильтр подходящего состава добывается непосредственно в карьере. В Узбекистане такие карьеры были исследованы и указаны в работах САНИИРИ. Зачастую карьеры с подходящим фильтром удалены от места укладки, что приводит к большим затратам на его транспортировку.

Именно из-за дороговизны разработки и транспортировки мы не рекомендуем для обеспечения расчётного захвата грунтовой воды увеличивать толщину слоя зернистого фильтра, а предлагаем другой путь. Мы представляем такую геометрическую модель зернистого фильтра для закрытого горизонтального дренажа, которая должна обеспечить при остальных равных условиях снижение удельного объёма этого фильтра на 30-50 % по сравнению с традиционной моделью.

Наша геометрическая модель поперечного сечения зернистого фильтра, показанная на рис. 2, увеличивая поверхность контакта с материковым грунтом (и захватывающую способность), не только не увеличит удельный объём, а, наоборот, сократит его, как это было отмечено выше.



Теоретически это можно осуществить путём заглубления в материковый грунт дренажного трубопровода на половину его диаметра, а вдоль вертикальных стенок на дне траншеи – вырезать с обеих сторон трапецеидальные карманы на глубину 150-200 мм, шириной по низу 30-40 мм, по верху - 60-80 мм.

Описанная модификация геометрической формы зернистого фильтра может быть выполнена с помощью дреноукладчика. Роющий траншею рабочий орган представляет собой цепь с закреплёнными на ней резцами и лопатками, перемещающими грунт на транспортёр и далее во временный отвал. Грунтоподборщик представляет собой мощную раму, на которой по бокам крепятся ножи, зачищающие вертикальные стенки траншеи. В нижней части по бокам закрепляются два пассивных ножа для отрытия донных карманов, а в середине по оси крепится нож, профилирующий ложе для дренажной трубы с волокнистым фильтром. Эта рама жёстко скреплена с двухсекционным бункером для создания некоторого (метров на 50) запаса зернистого фильтра. Из бункера раскладка зернистого фильтра происходит гравитационно. Донные карманы засыпаются фильтром вслед за их отрытием. Верхняя поверхность зернистого фильтра создаётся профилирующим скребком. Дренажная труба с волокнистым фильтром подаётся через оба отсека сверху вниз и укладывается в ложе. В каждый отсек бункера засыпается зернистый фильтр из двух контейнеров, которые устанавливаются сверху на бункер.

Контейнер представляет собой двухчелюстную конструкцию, расходящуюся снизу при установке на бункер и смыкающуюся при съёме с бункера. Открытие – автоматическое, благодаря треугольным стойкам, высота и ширина которых определяет необходимую ширину открытия зева. Открытие и закрытие осуществляется с помощью двух крючков, установленных внизу половинок контейнера. Крючки закрепляются на одной половинке с двух сторон шарнирно, а на второй – цапфой. Смыкание зева происходит под действием силы тяжести. Размеры контейнеров в горизонтальной плоскости сверху – по ширине 900 мм, вдоль оси 1000 мм; в нижней части размеры сомкнутых половинок по ширине 800 мм, вдоль оси 1000 мм. Внизу одна половинка с крючком должна входить во вторую не менее, чем на 30 мм, максимальное раскрытие зева – 380 мм.

В конце бункера установлена рама с двумя плужными ножами, которые, срезая бровки траншеи с сухим грунтом, засыпают сверху зернистый фильтр на 300-500 мм, образуя предохранительный слой перед окончательной засыпкой дрены грунтом из временного отвала (уже другой техникой, например, бульдозером). Рама с плужными ножами шарнирно закреплена на бункере и может подниматься и опускаться. Опускаясь - заглубляется настолько, чтобы образовать указанный защитный слой засыпки грунта.

В процессе отрытия траншеи при высоком уровне грунтовых вод выделившаяся на стенках траншеи вода должна удаляться, чтобы при работе не получалась пульпа. На грунтоподборшике в нижней его части ещё устанавливается фильтр в виде блока из песчано-гравийной смеси в нетканой волокнистой синтетической обёртке. Это делается для дополнительного отвода грунтовой воды. Окончательная засыпка траншеи производится другими машинами, например, бульдозером за 2 проходки (1 – надвигание грунта в траншею из временного отвала, 2 – продольное разравнивание вслед за дреноукладчиком). Эта технология исключает использование дреноукладчика с громоздким транспортёром.

УДК 532.542:626.83

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НОВЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ МАШИННОГО ВОДОПОДЪЁМА

О.Я. Гловацкий, Х.Х. Исаков, Ш.М. Шарипов, К.М. Шаакрамов
САНИИРИ им. В.Д. Журина

New designs device protection is described In article from fin and alluvium on intake of the systems machine waterlift.

В статье описаны новые конструкции устройств защиты от плавника и наносов на водозаборах систем машинного водоподъёма.

Мақолада чўкинди ва сузгичларни янги қурулиш конструкцияларидан химоя қилувчи машинада сув кўтариш тизимининг сув чиқаришини тасвирланган.

В лаборатории НСиУ созданы ряд новых комбинированных устройств систем машинного водоподъёма [1, 2]. Они предназначены для повышения надежности работы насосов путем выравнивания расходов по фронту приемных камер.

Водозаборное устройство включает подводящий канал, расширяющуюся аванкамеру с установленной в ней донной стенкой и приемными камерами всасывающих труб. Высота донной стенки и уровень расположения порогов приемных камер уменьшаются от продольной оси к боковым стенкам аванкамеры.

Расстояние от входного сечения приемной камеры до донной стенки составляет 4...5 высот соответствующего сечения стенки. Длина донной стенки равна ширине аванкамеры в месте ее установки [2]. Высота стенки в любом сечении зависит от глубины и ширины аванкамеры, площадей живого сечения канала и аванкамеры (рис. 1).

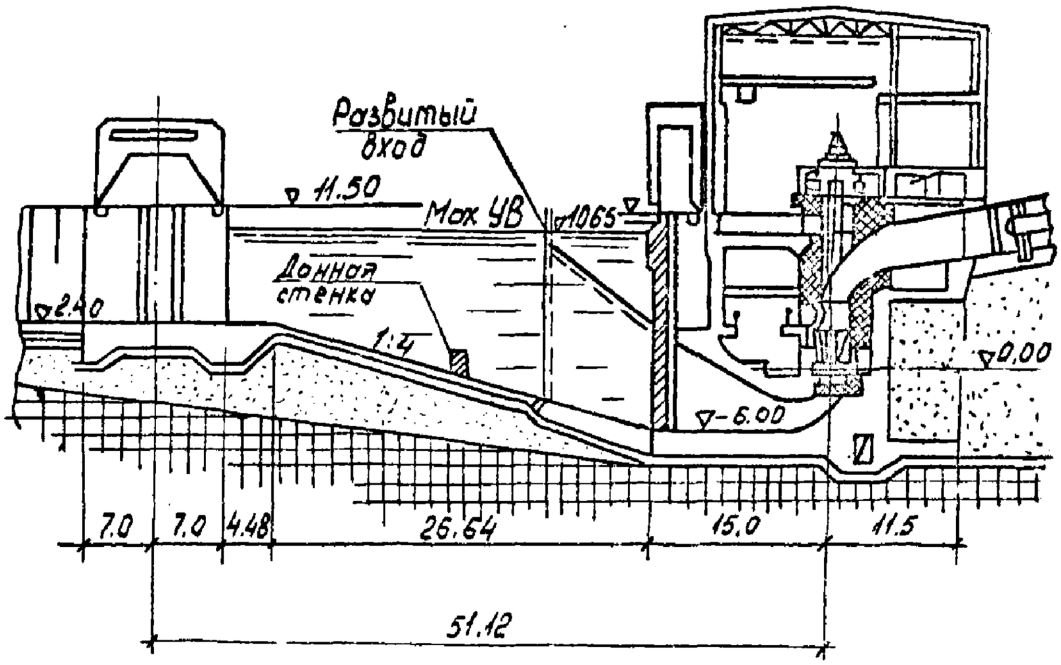


Рис. 1 - Схема новых комбинированных устройств с донной стенкой и развитым входом

Крайние приемные камеры заглубляют наполовину величины скоростного напора по сравнению со средними. Заглубление остальных камер равномерно увеличивают от продольной оси аванкамеры к крайним приемным камерам.

В результате перераспределения расхода воды по фронту к крайним камерам подходит большой объем воды, что компенсирует обычные в известных конструкциях водозаборных устройств пониженные подачи крайних насосов и улучшает характеристики их работы. Внедрено на Талимарджанской, Головной Джизакской насосных станциях в Узбекистане, «Абай» в Казахстане и др.

Экономический эффект – 125 тыс. долларов США на I станцию.

Борьба с завлечением наносов из источников орошения в каналы систем машинного водоподъёма (СМВ) является одной из основных проблем эксплуатации. Отложение наносов помимо больших затрат на очистку вызывает уменьшение пропускной способности каналов, из-за чего нарушается плановость водопользования.

Борьба с поступлением донных наносов в СМВ осуществляется в основном при водозаборе из источника орошения.

В настоящей статье приведены рекомендации по расчету, проектированию и эксплуатации головных отстойников, которые позволят применять их в условиях эксплуатации СМВ [2].

Основным рабочим элементом отстойника является косой порог, от высоты которого зависит эффективность экранирования и улавливания донных наносов. Если она будет мала, экранирующий эффект ее ($F_{\Delta p}$ или Δp; см. рис.) будет недостаточным для улавливания наносов. Если высота порога больше некоторой предельной, перед ним возникает обычный гидравлический прыжок, в зоне вальца которого наносы взмучиваются, вследствие чего значительная часть их не улавливается отстойниками и проскакивает за порог.

Расчётная высота порога определяется

$$h_n = 0{,}5h_1\left(\sqrt{1+8\Pi_к}-1\right)-0{,}5\sqrt[3]{q^2},$$

где h_1 - глубина потока перед порогом;

$\Pi_к$ - параметр кинетичности потока перед порогом;

q - погонный расход.

Конструкция отстойника (рис. 2) имеет одностороннее расширение перед сбросным отверстием, благодаря которому обеспечивается поперечный спад поверхности воды, усиливающий движение донных наносов в сброс. Порог в плане изломан - часть его, удаленная от сбросного отверстия, составляет с осью отстойника угол 30°, а примыкающая к отверстию - 70°. Такая форма порога предотвращает образование у сбросного отверстия волны возмущения, которая оказывает взвешивающее действие на донные наносы.

Комплекс сооружения отстойника включает в себя подводящий и отводящий участки канала, собственно отстойник, состоящий из пяти различных по назначению участков, и сбросной лоток-пульповод.

Подводящий участок канала должен иметь гидравлические элементы, обеспечивающие транспортирование донных наносов до отстойников. В условиях СМВ для повышения транспортирующей способности его целесообразно облицовывать против истирания наносами. Наносотранспортирующий уклон и размеры поперечного сечения канала определяют с помощью расчетов или принимают по аналогии с незаносимыми наносами участками каналов. Перед отстойником канал на длине, в три-четыре раза превышающей

ширину по дну, должен быть прямолинейным и располагаться на одной оси со стабилизирующий участком.

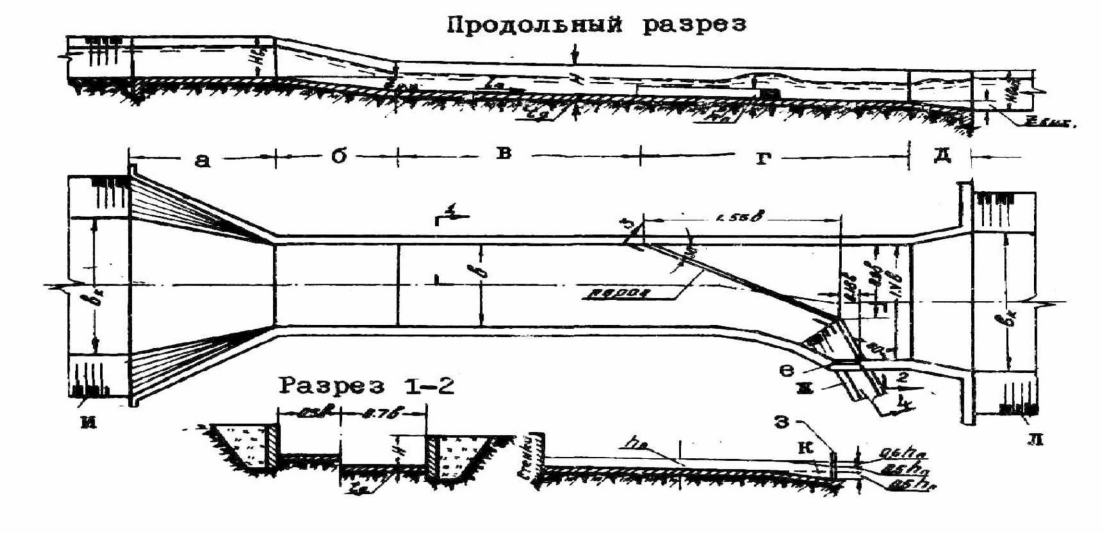


Рис. 2 - Новое устройство для защиты от наносов с донным порогом

Участки: а- входной $l_{вх} = 2(в_k - в)$*; б- разгонный* $l_{ру} = в$ *; в- стабилизирующий* $l_{су} = 2в$ *;*

г- волновой $l_{ву} = 22в$ *; д- выходной 2 (*$в_к$*-I, 4 в); е- сбросный затвор; ж- пульповод;*

э- сбросный затвор; и- подводящий канал; к- поверхность дна за порогом; л- отводящий канал

Входной участок способствует плавному сопряжению трапецеидального подводящего канала с прямоугольным руслом отстойника, для чего стенки входного участка выполняются в виде косых плоскостей [1].

Описанные конструкции могут также применяться и на деривационных каналах существующих ГЭС. Применяемые на них отстойники часто работают неудовлетворительно вследствие содержания в потоке крупных донных наносов. Мелкие же песчаные фракции улавливаются ими полностью. При сочетании плавучих комбинированных устройств и отстойника, первыми будут улавливаться все крупные наносы, а во втором - полностью задерживаться мелкие.

В лаборатории НСиУ создано устройство для изменения структуры потока в водоприемнике многоагрегатных насосных станций, ГЭС и ГАЭС, включающее аванкамеру, вертикальные боковые стенки которой расширяются по ходу течения, и плавучий растекатель, с целью повышения эффективности работы за счет исключения образования водоворотных зон. Растекатель выполнен в виде пустотелой треугольной призмы с углом между боковыми гранями, равным центральному углу расширения боковых стенок аванкамеры.

Модернизируется подводящее устройство лопастного насоса, содержащее всасывающую трубу и, по крайней мере, одну камеру, охватывающую трубу и сообщенную с последней и зоной нагнетания насоса посредством трубопровода с установленным регулирующим органом, отличающееся тем, что, с целью повышения КПД путем увеличения площади закрутки потока, камера выполнена в виде трубопровода, охватывающего трубу но винтовой линии, и сообщена с трубой посредством продольной винтовой прорези.

Описанные конструкции новых комбинированных устройств систем машинного водоподъёма значительно улучшают условия эксплуатации многоагрегатных насосных станций и малых ГЭС.

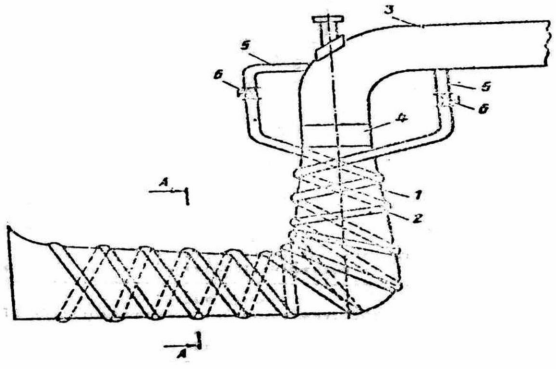


Рис. 3 - схема всасывающей трубы лопастного насоса

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гловацкий О.Я., Исаков Х.Х., Гуфранов А.А. Динамические и кинематические условия взвешивания частиц в потоке сопрягающих сооружений насосных станций // Вестник ТашГТУ. Энергетика и электротехника. – Ташкент, 2009. - № 4. – С. 78-83.

2.Гловацкий О.Я., Эргашев Р.Р. Особенности расчётов реконструкции и модернизации объектов систем машинного водоподъёма // Экономический вестник Узбекистана. – 2009. - № 6. - С. 110-111.

УДК 631.416:54-38

ҚАРШИ ЧЎЛИНИНГ ШЎРЛАНГАН ЕРЛАРИДА МЕЛИОРАНТЛАР ЁРДАМИДА ТУПРОҚНИНГ МЕЛИОРАТИВ ҲОЛАТИНИ ЯХШИЛАШ

Т.О. Дониёров
В.Д. Журин номидаги САНИИРИ

Қарши чўли мамлакатимизнинг қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари етиштирувчи асосий ҳудуди ҳисобланади. Тупроқ–иқлим шароити республикамизнинг бошқа суғориладиган майдонларидан тубдан фарқ қилади. Асосий суғориладиган суви трансчегаравий Амударёдан олинишига қарамасдан. Катта миқдордаги майдонлар ўзлаштирилиб, суғорма дехқончилик билан қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари етиштирилиб келинмоқда.

Қарши чўли, йирик ер ресурсига эга бўлиб, бу майдонларда қишлоқ хўжалиги экинлари мўл ҳосил бериши учун етарлича озуқа ва табиий иссиқлик мавжуд. Суғорма суви танқислиги ва тупроқнинг мелиоратив ҳолати ёмонлашиб бораётган бир даврда мўлжалдаги ҳосилни етиштириш, иқтисодиётимиз аграр секторининг асосий омилидир.

Шу сабабдан биз, зиммамизга сувни тежовчи ғўзани суғориш технологияларини кимёвий мелиорантлар билан қўллаб тупроқнинг сув-туз режимини ростлашни дала тажрибалари ўтказиб ҳал қилишни мақсад қилиб қўйдик.

Қарши чўлининг асосий майдонларини эгаллаган оғир механик таркибли тақирсимон тупроқли Қарши туманининг Насаф фермер хужаликлари уюшмаси даласида тажрибалар ўтказдик.

Тадқиқотнинг мақсади мелиоратив ҳолати ноқулай, ўртача шўрланган, оғир механик таркибли, тақирсимион тупроқларда ғўзанинг мақбул суғориш режимини сувни тежовчи

технология ва Спер-Сал мелиорантини қўллаб, аниқлаш ҳамда тупроқнинг сув-туз режимини ростлашни тажрибалар билан асослаш.

Тажриба вариантларида ғўзанинг “Бухоро-6” нави эгат оралиғи 90 см кенгликда экилган ва уларни суғоришда суғориш олди намлиги кичик дала нам сиғимининг 70-70-60 % режими асосида ташкил қилинган. Бу вариантлар қуйидагилардан иборат:

1. (Назорат варианти) хўжаликнинг амалдаги суғориш режими билан суғорилган.
2. Ғўза тупроқ ҳисобий қатламидаги сув дефицити бўйича суғорилган.
3. Худди 2-вариантдаги тартибда суғорилган, қўшимча 5 литр/га Спер-Сал мелиоранти сепилган.
4. Ғўза тупроқ ҳисобий қатламидаги сув дефицити бўйича 25 % га камайтирилган суғориш меъёри билан суғорилган.
5. Ғўза тупроқ ҳисобий қатламидаги сув дефицити бўйича 25 % га орттирилган суғориш меъёр билан суғорилган.
6. Ғўза тупроқ ҳисобий қатламидаги сув дефицити бўйича 25 % га орттирилган суғориш меъёр билан суғорилган ва қўшимча 5 литр/га миқдорида Спер-Сал мелиоранти сепилган.
7. Ғўза тупроқ ҳисобий қатламидаги сув дефицити бўйича 50 % га орттирилган суғориш меъёр билан суғорилган.
8. Ғўза тупроқ ҳисобий қатламидаги сув дефицити бўйича 50 % га орттирилган суғориш меъёр билан суғорилган ва қўшимча 5 литр/га миқдорида Спер-Сал мелиоранти сепилган.

Тадқиқот иши тажрибаларида тупроқнинг сув-физик хоссалари, ўсимликнинг ўсиши ва ривожланишини кузатиш Ўзбекистон пахтачилик илмий тадқиқот институти услубиёти бўйича олиб борилди. Спер-Сал мелиоранти биринчи суғориш олдидан ғўза қатори орасига сепилган ва сўнг суғорилган.

Спер-Сал препарати мелиорант сифатида Швециянинг Сибо-Новартис фирмаси томонидан синтезланган. Мелиорант сифатида у, тупроқнинг кимёвий ва сув-физик хоссаларини ростлаб, мелиоратив ҳолатини яхшилайди.

Препаратнинг физико-кимёвий хоссаси қуйидагидан иборат: у тупроққа сепилиб суғорилгач, тупроқ таркибидаги кальций ва магний катионларининг алмашинув реакциясида натрий катиони сиқиб чиқарилиши ҳисобига тузларнинг ионларга ажралиши содир бўлади. Ионларга ажралган сувда енгил эрувчан хлор, натрий, натрий бикорбонат ва сулфатли тузлар меъёридан ортиқ берилган сув билан тупроқнинг ҳисобий қатламидан пастга шимилиб тушиб кетади ва зовурлар ёрдамида экин майдонидан чиқиб кетади. Тупроқ зарарли тузлардан халос бўлгач, унинг ғоваклиги ошади, ўзида сувни сақлаб туриш қобилияти ортади ва мелиоратив ҳолати яхшиланади.

Қарши чўлида суғорма сувнинг аксарият қисми трансчегаравий Амударёрдан келиши ва йирик ҳажмдаги республика бюджети маблағи ҳисобига насос станциялари ёрдамида кўтарилиб келтириши, сувдан оқилона фойдаланишга ундайди. Шу сабабли, биз тадқиқот ишларимизда сувдан тежамли фойдаланиш учун суғорилаётган даладаги суғорма сув исрофгарчилигига қаратдик. Ғўза эгатлаб суғорилганда ернинг тупроқ-мелиоратив шароити, рельефи ва бошқа омилларини чуқур ўрганган ҳолда суғориш техникаси ва технологиясини тўғри танлаш катта аҳамият касб этади.

Бизнинг тажриба даламиздаги тупроқлар оғир соз қумоқ тақирсимон, чегаравий дала нам сиғими тупроқ массасига нисбатан 21,5 % ҳамда сўлиш намлиги 7,3 % ни ташкил қилади, тупроқнинг ғоваклиги 45,2 % , ғажмий массаси 1,46 г/см^3. Сизоб сувлари вегетация даври бошида тупроқ сиртидан 2,4-2,5 м пастда 6,19 г/л қуруқ қолдиқли ва вегетация даврида 1,5 м гача кўтарилиб қуруқ қолдиғи 3,7 г/л гача ўзгариб туради. Суғорилаётган сувнинг

минерализация таркиби 1,01 г/л. Тупроқ грунт профилидаги тупроқдаги тузларнинг қуруқ қолдиғи -0,29 дан 0,68 г/л гача. Компонентлари йиғиндиси -0,318 % , хлор-0,054 %, Натрий – 0,025 %. Шўрланиш даражаси: мавжуд хлорга кўра –ўртача шўрланган, натрийга кўра- кучсиз шўрланган (ўртача шўрланганга яқин). Тупроқ агрокимёвий анализларига кўра озуқа элементлар билан таъминланганлиги ўртача ва паст даражада. Минерал ўғитларнинг тавсия қилинган миқдори NPK: 250, 210, 80 кг/га. Тавсия қилинган азот ғўзанинг ўсув даври фазаларида -15 % экиш даврида, 20 % 3-4 дона чинбарг чиқарган вақти, 30 % шоналаш даврида ва 35 % азот гуллаш мевалаш даврида берилган. Тупроққа сувнинг шимилиши – кучсиз даражада бўлиб $K_{ўрн}$ = 0,003 м/соат, $в$=3,75 ва $\alpha = 0{,}75 - 0{,}85$ шимилиш кўрсаткичлари билан тависфланади, эгатнинг нишаблиги 0,002.

Илмий тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, дефицитдан 25-50 % га орттирилган суғориш меъёри билан суғорилган вариантларда тупроқ таркибидаги тузлар катта миқдорга камайиши аниқланди.

Тажриба вариантаридан вегетация боши ва охирида олинган тупроқ намуналарианализлари натижаларига кўра хулоса қилганда, айниқса, 50 % га орттирилган суғориш меъёри билан суғорилган ва мелиорант сепилган вариантларда айнан, ўсимлик илдизи жойлашган тупроқ қатламида тупроқ эритмаси концентрацияси камайди.

Вегетация даврида деярли барча вариантларда тупроқ таркибидаги осон эрувчан тузларнинг камайиши кузатилди. Айниқса 5-,6-,7- ва 8- вариантларда бу ҳолат яққол сезилди. Бу вариантларга мос равишда $CaSO_4$- 2,3; 3,6; 3,7 ва 3,9 марта, $Mg\ SO_4$- 2,3; 4,4 ва 4 марта, $NaCl$- 2,2; 2,3; 2,3; 2,6 мартага камайди.

Юқоридаги маълумотлардан хулоса шуки, 5 литр/га Спер-Сал мелиоранти сепиб орттирилган суғориш меъёрлари билан суғорилган вариантларда тадқиқот иши мақсадига мос натижалар олинди. Демак, Қарши чўлининг оғир механик таркибли, тақирсимион, ўрта шўрланган тупроқларига мос келувчи кўплаб майдонларининг мелиоратив ҳолатини яхшилашга эришиш мумкин.

Тажрибада суғорилаётган сувнинг ҳисоби ҳар бир вариант учун алоҳида ҳисоблаб борилди.

Спер-Сал мелиорантининг ғўзани суғориш режимига мос келувчи иқтисодий самарадорлик кўрсаткичлари (ўртача уч йиллик)

вари-ан-тлар №	Суғориш схемаси	Суғориш меъёри, $м^3$/га	Ҳосилдорлик, ц/га	Назорат вариантига нисбатан қўшимча ҳосил, ц/га	1 ц. пахта ҳосилига тўғри келувчи сув сарфи, $м^3$	1 $м^3$ ҳисобига олинган ҳосилдор-лик, кг	1 $м^3$ сув ҳисобига мос келувчи пахта ҳосилининг нархи, сум
I	2-4-1	6887	29,6	0,0	232,7	0,429	203
II	1-4-1	6137	38,4	8,8	159,8	0,625	297
III	1-4-1	6137	39,7	10,1	154,6	0,647	307
IV	2-4-1	5660	32,7	3,1	173,1	0,577	274
V	1-3-1	6647	41,3	11,7	160,9	0,621	295
VI	1-3-1	6647	43,5	13,9	152,8	0,654	311
VII	1-2-1	6140	41,2	11,6	149,0	0,671	319
VIII	1-2-1	6140	45,1	15,5	136,1	0,735	349

Ғўзани суғоришнинг маъқбул режимини қўллаш ва Спер-Сал мелиорантининг тупроққа берилиши, ғўзанинг маромида ўсиб ривожланишини таъминлади. Деҳқонлар қўллаб

келаётган суғориш тартиби эса, ғўзани ғовлаб ҳосил элементларини тўкилишига сабаб бўлди. Шунинг учун ҳам, бу вариантда 3 йиллик ўртача ҳосилдорлик 29,6 ц/га ни ташкил қилди.

25 % га камайтирилган суғориш меъёрлари билан суғорилган тўртинчи вариантда ғўзанинг ривожланиши бошқа вариантларга нисбатан сезиларли даражада ортда қолган бўлсада, назорат вариантига нисбатан 3,1 ц/га ортиқ ҳосил берди. Бу эса тез-тез кузатилиб турган сув тақчиллиги йилларида ўз самарасини беради.

Дефицит бўйича суғорилган 2-вариантда бор-йўғи 1,3 ц/га миқдорга ҳосилдорлик ортди. 25-50 % га ортирилган суғоиш меъёрлари билан суғорилган вариантларда эса ҳосилдорликнинг кескин ортиши кузатилди.

50 % га орттирилган суғориш меъёрлари билан суғорилган 7- вариантга нисбатан Спер-сал сепилган 8- вариантда ҳосилдорлик 3,9 ц/га ва 1- назорат вариантига нисбатан 15,5 ц/га миқдорида ортиқча ҳосил берди. Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, бу вариантларда тупроқнинг сувни ўзида ушлаб туриш қобилияти ошиши ҳисобига, суғоришлар оралиғи муддати узайиб суғоришлар сони камайди ва бунинг эвазига йиллик суғоришга сарфланган сув миқдори энг кичик 6140 м^3 ни ташкил қилди.

АДАБИЁТЛАР:

1. Первичные испытания препарата Спер Сал для повышения производительной способности засоленных земель Узбекистана на 1995-1996 гг.: Отчет о НИР /Азимбаев С.А./ ИВП АН РУз; отв. исп. С.А. Азимбаев. - Ташкент, 1996. – 76 с.
2. Бобченко В.И. Рассоление земель // Борьба с засолением земель. /Под ред. В.А. Ковды. - М.: Колос, 1981. - С. 178-227.
3. Дониёров Т.О., Қамбаров Б.Ф., Рахимов Н.Р., Юлдашев Т.У. Экологические проблемы освоенных земель предгорья и предгорных равнин // Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря. Water-2003. – Алматы, 2003. - С. 488-495.
4. Дониёров Т. Технология водосберегающего полива и охрана почв от засоления на мелиоративно неблагополучных землях // Материалы конф. «Проблемы и пути формирования экономических взаимоотношений водного и сельского хозяйства в условиях развития рыночных реформ». - Ташкент, 2004 г.

УДК 626.810

ТРАНСФОРМИРОВАНИЕ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ОРОШЕНИЯ В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ В ВЫГОДЫ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ: НА ПРИМЕРЕ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

А. Каримов, В. Смахтин, Т. Аулчаев, В. Борисов

Международный Институт Управления Водными Ресурсами (ИВМИ), Ташкентский Оффис, Узбекистан; Международный Институт Управления Водными Ресурсами (ИВМИ), Коломбо, Шри Ланка; Институт Гидрогеологии и Инженерной Геологии (ГИДРОИНГЕО), Узбекистан

Развитие орошаемого земледелия в верхнем течении рек часто сопровождается формированием негативного трансграничного влияния на нижнее. Следствием этого является заболачивание и засоление земель нижнего течения. Цель данной статьи заключается в исследовании таких подходов, когда негативные последствия

трансграничного эффекта могут быть превращены в выгоды для водопользователей нижнего течения. Эти подходы представлены на примере месторождений подземных вод Ферганской долины, имеющих трансграничный характер. Перевод пастбищ и богарных земель в верхнем течении рек Ферганской долины в орошаемые сопровождается сокращением поверхностного и усилением подземного притока, что приводит к угрозе заболачивания и засоления земель нижнего течения. Для предупреждения этих процессов предлагается управление питанием и расходованием подземных вод. Основой реализации данных подходов может служить сокращение земель под субсидируемыми культурами, хлопком и пшеницей, и увеличение земель под высокодоходными культурами. Фермеры, производящие фрукты и овощи, в условиях дефицита оросительной воды готовы вкладывать средства в недорогие технологии откачки подземных вод. В сочетании с внедрением водосберегающих технологий это позволит высвободить часть поверхностного стока для усиления природного питания подземных вод. Если усиленный отбор подземных вод будет способствовать снижению риска подъема уровня грунтовых вод и заболачивания земель, то усиление питания подземных вод позволит снизить концентрацию солей в подземных водах. Таким образом, подземный приток с верхнего течения, влекущий за собой трансграничный эффект, может принести выгоды водопользователям нижнего течения. Данная стратегия может стать составной частью бассейновых планов использования водных ресурсов и требует сотрудничества стран бассейна.

***Ключевые слова**:* трансграничный эффект, питание подземных вод, орошение грунтовыми водами, Ферганская долина

ВВЕДЕНИЕ

Ферганская котловина обрамлена системой гор, вершины которых покрыты ледниками и снежниками, формирующими множество водных потоков. Столетиями деятельность этих водных потоков, часто селевых и паводковых, способствовала образованию по выходу из горной зоны конусов выноса с благоприятными условиями для формирования месторождений подземных вод. Некоторые месторождения подземных вод Ферганской долины имеют трансграничное влияние. Основным источником формирования месторождений подземных вод является орошаемое земледелие. По данным Института ГИДРОИНГЕО, потери из каналов и с орошаемых полей составляют в среднем 49 % общего питания подземных вод, в то же время для Сохского, Исфаринского, Алмаз-Варзыкского и Майлисуйского месторождений эта величина превышает 60 % (Мавлонов и др., 2006). Величина подземного притока составляет в среднем 18 % общего питания подземных вод для месторождений подземных вод, имеющих трансграничный эффект. С начала 1990-х годов имеет место усиление этого трансграничного эффекта в результате водохозяйственной деятельности в верхнем течении. Перевод части пастбищ и богарных земель в орошаемые привел к сокращению поверхностного стока и усилению подземного стока в нижнее течение (Кудат, 2009). Эти процессы характерны для бассейнов рек Сох, Шахимардан и других малых рек левого борта р. Сырдарьи в пределах Ферганской долины. Следствием этого является как сезонный дефицит оросительной воды, так и заболачивание и засоление части орошаемых земель нижнего течения.

Цель данной статьи заключается в: 1) улучшении понимания трансграничного влияния на подземные воды Ферганской долины; 2) анализе методов перевода негативного трансграничного эффекта в выгоды для водопользователей нижнего течения. Пути реализации данных предложений показаны для бассейна двух рек, Шахимардан и Сох, и ассоциированных месторождений подземных вод, Чимиен-Авальского и Сохского, соответственно.

В следующем разделе дана краткая характеристика месторождений подземных вод Ферганской долины, имеющих трансграничное влияние. Затем, на примере двух месторождений подземных вод (Сохского и Чимиен-Авальского) показан возможный трансграничный эффект и сделан вывод о том, что широкое использование подземных вод на орошение совместно с поверхностными может стать основой для трансформации негативного трансграничного влияния в выгоды для фермерских хозяйств. Затем описаны сдерживающие факторы широкого использования подземных вод на орошение. В последнем разделе анализируются возможные стратегии преодоления препятствий и трансформации негативного влияния трансграничного эффекта в выгоды для водопользователей нижнего течения.

Месторождения подземных вод Ферганской долины, имеющие трансграничное влияние

Месторождения подземных вод Ферганской долины, имеющие трансграничное влияние, ассоциированные с подземными водами, могут быть сведены к двум основным концептуальным моделям. К первой группе относятся месторождения, расположенные в пределах территории одной страны, но связанные гидравлически с рекой, протекающей через межгосударственную границу. Примерами таких месторождений являются Сохское, Исковат-Пишкаранское, Ярмазарское и Касанское. В этой модели река является трансграничным водным потоком, месторождение же «географически местным». Согласно Eckstein and Eckstein (2005), этот тип системы *река-месторождение* подпадает под рамки Конвенции ООН по Ненавигационному использованию международных водотоков (дальше в тексте Конвенция по Водотокам) (ООН, 1997). Необходимо отметить, что эта конвенция пока не подписана странами Центральноазиатского региона.

Второй тип месторождений имеет место, когда межгосударственная граница пересекает месторождение, гидравлически связанное с рекой, которая также пересекает ту же границу. Примерами таких месторождений являются Чимиен-Авальское, Ош-Араванское и Исфаринское месторождения. Эта модель также подпадает под рамки Конвенции по Водотокам, поскольку имеется гидравлическая связь между трансграничным месторождением и трансграничной рекой.

Для обоих типов месторождений, формирование ресурсов подземных вод верхнего и нижнего течения имеет свои особенности, которые необходимо учесть при управлении подземными водами. Так, в верхней части бассейн рек Исфайрам и Шахимардан, гидравлически связанных с Чимиен-Авальским и Ярмазарским месторождениями, в последние годы имеет место увеличение площади зерновых культур. К примеру, в бассейне р. Шахимардан доля озимой пшеницы с 1990 по 2009 гг. увеличилась с 10 до 40 % общей орошаемой площади. Увеличение отбора подземных вод в период с апреля по июнь приводит к дефициту оросительной воды в нижнем течении в этот период (Каримов, 2008). Это также сопровождается изменениями режима подземного притока с верхнего бассейна в нижний. Освоение новых земель приводит к более глубоким последствиям.

Новые земли были освоены на Бургундинском массиве Кыргызстана, расположенном в верхнем течении р. Сох. Площадь орошаемых земель здесь с 1990 г. увеличилась на 8600 га (Кудат, 2009). Низкое КПД каналов, особенно нижнего уровня, и большие фильтрационные потери с мелкоконтурных орошаемых полей способствовали усилению питания подземных вод, основная часть которого расходуется на подземный отток в Сохское месторождение. В целом, суммарный поверхностный и подземный сток в нижнее течение сократились на величину суммарного испарения с новоорошаемых земель. При суммарном испарении примерно в 9000 $м^3$/га новоорошаемые земли расходуют по нашим оценкам 34-38 $Мм^3$ в год,

что равно 5-7 % стока реки Сох в маловодные и многоводные годы, соответственно. При КПД каналов 0,78 и поля 0,73, увеличение подземного стока составит 30 $Мм^3$ в год, что вносит вклад в подъем уровня грунтовых вод на площади около 20 000 га в Алтыарыском, Риштанском и Багдадском районах. При этом происходят не только процессы заболачивания и засоления земель, но и ухудшение качества подземных вод в Сохском месторождении из-за повышенной минерализации притекающих вод. Если до освоения земель Бургундинского массива, минерализация вод, поступающих с верхнего течения, составляла примерно 300 мг/л, то после повысилась, по крайней мере, в три раза из-за вымывания солей из почвогрунтов.

Указанные процессы в той или иной мере характерны для большинства месторождений Ферганской долины, расположенных на левом борту р. Сырдарьи и имеющих трансграничное влияние. Вместе с тем необходимо отметить, что подземный приток с юга не играет определяющей роли в питании месторождений подземных вод Ферганской долины. Питание подземных вод за счет потерь из каналов и с орошаемых полей составляет в среднем для Ферганской долины 49 %, а для Сохского, Исфаринского, Алмаз-Варзыкского и Майлисуйского месторождений превышает 60 %. Подземный же трансграничный приток составляет в среднем 11 % от общего питания для месторождений, сводимых к первой модели, и 22 % - к месторождениям, сводимым ко второй модели, или 18 % в среднем для месторождений, имеющих трансграничное влияние (Акрамов, 1991; Мавлонов, 2006). Эти данные указывают на то, что влияние трансграничного подземного притока на процессы заболачивания и засоления земель имеет локальный характер. Однако, усиление питания подземных вод с юга происходило одновременно с сокращением отбора подземных вод, имевшим место в Ферганской долине с 1993-1994 по 2004 г.

До 1980-х годов отбор подземных вод в Ферганской долине был незначительным, в основном, в целях питьевого водоснабжения и предупреждения подтопления территории населенных пунктов. Использование подземных вод на орошение имело место, в основном, в маловодные годы. Однако в середине 1980-х годов, в период крайне маловодных лет, были заложены основы для увеличения отбора подземных вод. В результате, отбор подземных вод с 1986 по 1993-1994 гг. увеличился с 3,760 $Мм^3$ до 4,400 $Мм^3$. К концу 1992 г. количество скважин, эксплуатируемых в Ферганской долине, превысило 8000 (Мавлонов, 2006). Однако в последующем отбор подземных вод сократился с 4,400 $Мм^3$ в год до 2,700 $Мм^3$ в год, что привело, по данным Гидрогеолого-мелиоративной экспедиции, к увеличению площади орошаемых земель с близким залеганием грунтовых вод. Так, если в 1992 г. в Ферганской области площадь орошаемых земель с уровнем грунтовых вод менее 2 м составляла 38 % общей площади, то к 2007 г. она составила, по данным Гидрогеолого-мелиоративной экспедиции, уже 74 % (Ганиев, 2009).

Представленные данные указывают на то, что для преодоление трансграничного влияния на месторождения, гидравлически связанных с трансграничными реками, прежде всего необходимо осознать причины сокращения отбора подземных вод и выявить препятствия к широкому их использованию на орошение.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

1. Препятствия к широкому использованию подземных вод на орошение

Можно выделить четыре вида препятствий к широкому использованию подземных вод на орошение:

1) Низкая заинтересованность водопользователей в водосбережении в условиях госзаказа на хлопок и пшеницу. Препятствием является не само наличие госзаказа, а то, что

ресурсы, включая водные, для производства продукции субсидируются государством. Хлопок и пшеница занимают около 80 % орошаемых земель Ферганской долины. Фермеры, производящие эти культуры, получают целенаправленные кредиты. Сумма кредита рассчитывается, исходя из планируемого урожая, и покрывает 60 % затрат. Фермеры должны вернуть кредит в течение 18 месяцев плюс 3 % за услуги банков. Расходы же по доставке оросительной воды, подаваемой по сети каналов, покрываются государством не только для фермеров, выращивающих хлопок и пшеницу по госзаказу, но и для других культур. Фермеры оплачивают только номинальную плату за услуги ассоциаций по доставке воды. В этих условиях фермеры не заинтересованы в экономии воды и поиске дополнительных или альтернативных источников, таких как грунтовая вода. Услуги водохозяйственных организаций по доставке воды по каналам оказываются субсидированными, в то время как отбор подземных вод скважинами требует покрытия возрастающих расходов на электроэнергию.

В совершенно иной ситуации находятся фермеры, выращивающие продукцию на рынок, такую как овощи и фрукты. Эти фермеры часто не имеют доступа к кредитам, но продают продукцию по более высоким рыночным ценам. Доходы этих фермеров оказываются выше тех, кто производит пшеницу или хлопок. Во многих случаях они оплачивают услуги АВП по более высоким ставкам. Поскольку эти фермеры не поставляют продукции по госзаказам, со временем государство может ввести плату за услуги водохозяйственных организаций по доставке воды. Поэтому, в условиях отсутствия гарантий на поставку воды по каналам, эти фермеры заинтересованы в поиске других источников воды, включая подземную воду. Отдельные фермеры готовы инвестировать в строительство скважин, несмотря на то, что подземная вода им обходится гораздо дороже субсидируемой поверхностной воды. Тем не менее, эти фермеры являются редким исключением, поскольку большинство фермеров неспособны покрыть затраты по строительству скважин стоимостью 15000-25000 долл. США каждая. Именно сокращением финансирования строительства и эксплуатации скважин со стороны государства и неспособностью малых фермерских хозяйств покрыть эти расходы и объясняется сокращение отбора подземных вод, имевшее место с 1993 по 2004 гг.

2) Большинство скважин, построенных в 1960–70-е годы для целей орошения и дренажа, имеют глубину от 60 до 100 м и дебит 25-50 л/с и более. Эти скважины были построены в условиях наличия крупных коллективных хозяйств площадью 3000-10000 га. В этих условиях наличие скважин большой производительности было оправдано. После распада коллективных хозяйств и формирования частных фермерских хозяйств площадью 3-50 га, в условиях усложнения вопросов администрирования подземных вод, эффективность скважин большой производительности резко снизилась. Более того, сокращение финансирования водного хозяйства создало трудности в централизованном обслуживании этих скважин.

3) Недостатки администрирования использования подземных вод на орошение.

Имеется тенденция по объединению усилий отдельных фермерских хозяйств, выращивающих овощные культуры, сады и виноградники, по обслуживанию скважин на орошение. Фермеры применяют водооборот и делают взносы на покрытие расходов по обслуживанию скважин, исходя из времени использования подземных вод. Однако распределение осветленной воды между фермерами по сети открытых грунтовых оросителей сопряжено с большими потерями. Фермеры, имеющие хорошие доходы с производства винограда и фруктов, стремятся иметь собственные скважины и готовы нести расходы по строительству и обслуживанию скважин. Тем не менее, глубокие высокодебитные скважины

являются дорогостоящими и сложными в эксплуатации для большинства фермерских хозяйств, в особенности, производящих хлопок и пшеницу и другие однолетние культуры.

4) Высокая стоимость затрат на энергоресурсы. Высокая стоимость электроэнергии является одним из ограничений широкого отбора подземных вод на орошение. В условиях Ферганской долины треть орошаемых земель находится в зоне насосного орошения. Эти земли также требуют больших затрат на энергоресурсы, поскольку насосные станции имеют большую высоту подъема и оснащены низкоэффективными насосами. По данным Управления насосных станций Ферганской области, самотечное орошение имеет место на 34 % орошаемых земель, высокодебитные насосы с большой высотой подъема охватывают 32 % площади, низконапорные насосные станции и скважины на орошение используются в сочетании с поверхностной водой на 15 и 19 % площади, соответственно. Расчеты показывают, что расход электроэнергии на $м^3$ оросительной воды составляет 0,15 квт/ч для низконапорных насосных станций, 0,17 квт/ч - для скважин вертикального дренажа, 0,24 квт/ч - для скважин на орошение и 0,32 квт/ч - для высоконапорных скважин. Эти данные указывают на необходимость дальнейших исследований по минимизации затрат на энергоресурсы.

Эти барьеры для широкого использования подземных вод на орошение привели к сокращению отбора подземных вод в Ферганской долине, что сопровождалось заболачиванием и засолением земель и усилением дренажного стока в р. Сырдарья. В этих условиях, основная проблема заключается в том, как сделать дорогостоящую технологию отбора подземных вод приемлемой для низкодоходных фермерских хозяйств Ферганской долины.

2. Потенциал использования подземных вод Ферганской долины на орошение

Выполненные анализы с использование ГИС подтверждают результаты многолетних исследований ГИДРОИНГЕО, САНИИРИ и ТИИМСХ о возможности широкого использования подземных вод на орошение (Мирзаев, 1974; Мирзаев и Бакушева, 1979; Мирзаев и Саидмурадов, 1991; Решеткина и Якубов, 1978; Усманов и Паренчик, 1983). Анализы с использованием ГИС-технологий показывают, что более 33 % орошаемых земель Ферганской долины (900 000 га) могут быть переведены на орошение подземными водами и еще 30 % - на совместное использование подземных и поверхностных вод (Каримов и др., 2010). В настоящий период этот потенциал используется недостаточно, отбор подземных вод составляет в среднем 31 % от общего питания подземных вод Ферганской долины, в то время как для Чимиен-Авальского, Сохского и Алмаз-Варзыского месторождений он превышает 50 % (Мавлонов и др., 2006).

Важной особенностью перехода на принципы совместного использования поверхностных и подземных вод является возможность регулирования стока рек с использованием подземных вод (Мирзаев, 1974; Акрамов, 1989; Каримов и др., 2010). Расчеты с использованием ГИС указывают на то, что свободные емкости месторождений подземных вод в пределах Ферганской долины составляют более 3000 $Мм^3$ и еще 141 $Мм^3$ могут быть созданы на каждый метр понижения уровня подземных вод. Все это указывает на возможность извлечения выгод от увеличения трансграничного притока подземных вод.

3. Пути трансформирования потерь в выгоды

Можно выделить несколько стратегий по сокращению потерь, связанных с увеличением трансграничного притока подземных вод.

Первая стратегия, часто используемая в проектах развития, поддерживаемых государственными инвестициями и субсидируемых международными банками, -

реабилитация существующей и строительство новой оросительной сети и дренажа. Вернемся к примеру по увеличению трансграничного подземного притока в бассейне р. Сох, вносящего свой вклад в подъем уровня грунтовых вод, заболачивание и засоление земель на площади 20 000 га. Реализуемая стратегия заключается в предупреждении заболачивания земель путем строительства перехватывающего дренажа и реабилитации существующих вертикальных скважин и оросительной сети. В рамках Проекта по управлению водными ресурсами Ферганской долины (Фаза 1) предусматривается строительство перехватывающих дрен протяженностью 24,9 км, очистка и реабилитация закрытого дренажа (230 км), очистка открытых дрен (1150 км), реабилитация оросительных каналов (2300 км), глубоких скважин (240 штук) и артезианских скважин (1420 штук) и т.д. Общая стоимость проекта составляет 81,853 млн долл. США (Кудат, 2009). При проектной зоне в 48000 га инвестиции составят 1700 долл. США на га. В то время как чистая прибыль фермеров составляет в среднем 100 долл. США при урожайности хлопчатника 2,45 т/га и 70 долл. США при урожайности зерна пшеницы в 5,3 т/га (Кудат, 2009). Эти две культуры занимают 80 % орошаемых земель исследуемого района. Кроме того, в результате строительства открытого дренажа предусматривается вывод из оборота 42,2 га земель, что равноценно потере фермерами ежегодно продукции на 17700 долл. США. В этих условиях государство покрывает основные расходы по реабилитации системы, и в будущем будет вынуждено создать субсидии для ее эксплуатации и обслуживания. Этот подход позволит снизить уровень грунтовых вод, но проблема ухудшения качества подземных вод сохранится. Потери от подземного притока будут трансформированы в выгоды частично, поскольку часть подземного притока трансформируется в дренажный сток.

Вторая стратегия заключается в сокращении площадей под субсидируемыми культурами, отведение этих земель под сады, овоще-бахчевые и бобовые культуры и в том, чтобы позволить самим фермерам участвовать в решении проблемы водообеспечения. Фермеры, выращивающие эти культуры, в большинстве случаев не получают целенаправленных кредитов, но имеют возможность продавать свою продукцию по рыночным ценам. Прибыли, получаемые фермерами от этих культур, выше чем при выращивании хлопчатника и пшеницы. Так, чистая прибыль при выращивании овощных культур составляет 300-350 долл. США на га, что примерно в два раза выше, чем при выращивании хлопка или пшеницы (Кудат, 2009), а чистая прибыль при возделывании яблоневого сада составляет порядка 3000 долл. США, что более чем в 10 раз превышает доход от большинства выращиваемых культур. В то же время хлопчатник занимает 43 % площади орошаемых земель исследуемой территории, пшеница - ,4 %, тогда как бахчевые только 0,5 %, овощи – 1,4 %, а сады и виноградники – 5,5 % территории (Кудат, 2009). Эти данные указывают на большие перспективы от реализации данной стратегии. Выгоды такого подхода очевидны, однако требуются дополнительные мероприятия по решению вопросов обслуживания скважин на орошение.

Третья стратегия заключается в поддержке и координировании совместных акций фермеров по эксплуатации скважин на орошение. Эта практика наблюдалась для группы фермеров, выращивающих фруктовые деревья и овощные культуры в Узбекистанском районе Ферганской области. Откачиваемая вода распределяется между фермерами по времени. По этому же принципу фермеры оплачивают расходы по эксплуатации скважин.

Четвертая стратегия заключается в использовании низкодебитных недорогих средств отбора подземных вод, таких как колодцы и неглубокие скважины (глубиной 20-40 м). Колодцы с расходом менее 1 л/с широко используются для бытовых нужд и орошения приусадебных участков не только в Ферганской долине, но и в Ташкентской и Самаркандской областях. Результаты исследований показывают, что начиная с 2010,

некоторые фермеры используют колодцы, оборудованные насосами расходом 2-3 л/с, для орошения садов, овощей и других культур. Исследования, проведенные на двух фермерских хозяйствах Узбекистанского района Ферганской области, практикующих эту технологию, показали, что фермеры очень легко могут приспособить агротехнику выращивания культур в зависимости от наличия оросительной воды. Так для примера, при недостаточности оросительной воды, они увеличивают расстояние между рядами промежуточных овощных культур. Эти колодцы имеют много преимуществ по сравнению с глубокими скважинами. Стоимость низкодебитных колодцев составляет 300-500 долл. США, или фермер инвестирует 150-250 долл. США на га. Они легки в эксплуатации и запасные части к насосам, чем к глубинным высокодебитным насосам.

Так, в Узбекистанском районе Ферганской области фермер Акмал Мадаминов посадил в 2009 г. на площади 3 га саженцы черешни и персика на низкопродуктивных почвах с высоким содержанием гальки и гравия. Поле находится в концевой части верхнего течения бассейна р. Сох выше зоны командования БФК. Река Сох имеет ледниковое питание, характеризуемое малыми расходами с апреля по июнь и высокими - с июля по сентябрь. В апреле 2009 г. фермер посадил 400 саженцев черешни и персика. Однако из-за отсутствия оросительной воды, 20 % саженцев в начале лета погибли, а сохранившиеся имели слабый прирост. Фермер не имел возможности получить какую-либо продукцию в 2009 г. из-за дефицита оросительной воды. В следующем 2010 году в апреле он прорыл колодец глубиной 20 м и диаметром 1,2 м и установил в ней два низкодебитных насоса китайского производства с общим расходом 2,7 л/с. Общая стоимость сооружения не превысила 400 долл. США. В мае между рядами саженцев на площади 2 га он посадил различные виды овощных, бахчевых и бобовых культур, включая огурцы, томаты, сою, фасоль, маш, дыни и арбузы. Несмотря на большое распространение болезней и вредителей фермер получил продукции на общую сумму 900 долл. США уже в первый год. Саженцы черешни и персика пришли в хорошее состояние. Для низкоплодородных земель в первый год это был хороший результат. Этот участок стал демонстрационным и для других фермеров Узбекистанского района. Более 20 фермеров последовали этому примеру, прорыли колодцы и установили в них низкодебитные насосы. Этот пример демонстрирует наличие простых технологий для отбора подземных вод. Данный подход позволяет трансформировать подземный приток в оросительную воду простыми методами усилиями самих фермеров. При этом при использовании неглубоких скважин изменение качества подземных вод значительно меньше, чем при глубоких скважинах. Предупреждение ухудшения качества подземных вод из-за повышенной концентрации солей в водах, поступающих с юга, возможно за счет дополнительных мероприятий по поддержанию качества подземных вод.

Пятая стратегия заключается в управлении питанием подземных вод. Природное питание подземных вод может быть усилено для поддержания их качества. Применение водосберегающих технологий снижает требования на оросительную воду, а сохраненная вода может быть направлена для пополнения запасов подземных вод. Эта стратегия может быть использована для месторождений подземных вод Ферганской долины, гидравлически связанных с малыми реками.

Так в бассейне р. Сох по выходу из гор построена Сарыкурганская плотина, которая позволяет распределить сток реки по двум основным каналам – Левобережному и Правобережному - с общей пропускной способностью 40 $м^3$/с. При превышении расхода реки в 40 $м^3$/с излишек стока сбрасывается в пойму реки площадью 600 га. Полевые исследования показали, что питание подземных вод при сбросе стока в пойму реки составляет 22-23 % стока реки. В целом, питание подземных вод из поймы реки и из основных каналов составляет 200-300 $Мм^3$ в год (в маловодный и многоводный годы, соответственно), что

составляет 10-15 % общего питания Сохского месторождения. Расчеты показали, что применение водосберегающих технологий на 28,000 га на орошаемых землях в верхнем течении позволит сократить поступление минерализованных вод из зоны аэрации, по крайней мере, на 500 $м^3$ на га. Сохраненная речная вода существенно увеличит питание подземных вод, и будет содействовать решению проблемы качества подземных вод. Таким образом, сочетание стратегий 2 и 3 и управления питанием подземных вод позволяет трансформировать трансграничный негативный эффект в выгоды для фермерских хозяйств Ферганской долины.

ВЫВОДЫ

Развитие орошаемого земледелия в верхнем течении рек может сопровождаться трансграничным влиянием и усилением подземного стока в гидравлически связанные месторождения подземных вод нижнего течения. В результате увеличения подземного притока, в нижнем течении усиливается риск заболачивания и засоления земель, и ухудшение качества подземных вод. В условиях низкого уровня отбора подземных вод риск заболачивания и засоления земель усиливается. Негативный трансграничный эффект может быть трансформирован в выгоды для фермеров нижнего течения посредством создания стимулов, когда фермеры будут заинтересованы в инвестировании увеличения отбора подземных вод и водосберегающих технологий.

Дальнейшее сокращение в Ферганской долине площадей под хлопком и пшеницей, выращиваемых по госзаказу, и увеличение площадей под высокодоходными культурами создаст стимулы для фермеров для инвестирования в отбор грунтовых вод и применение водосберегающих технологий. Простые технологии отбора подземных вод сделают орошение такими водами выгодным для большинства сельскохозяйственных культур. Сбереженный сток рек может быть направлен на восполнение подземных вод и улучшение их качества в целях питьевого водоснабжения и орошения земель. Этим путем подземный приток, обуславливающий негативное трансграничное влияние, может быть трансформирован в выгоды для фермеров нижнего течения.

СЛОВА ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Авторы благодарны Фонду ОПЕК по Международному Сотрудничеству за финансирование данных исследований и Институту Гидрогеологии и Инженерной Геологии за сотрудничество и представление данных, использованных в этой работе.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Акрамов А.А. Регулирование пресных вод в месторождениях подземных вод. – Ташкент: Фан, 1991. – 207 с.

2. Борисов В.А. Ресурсы подземных вод Узбекистана и их использование. – Ташкент: Фан, 1990.

3. Barberis, J.A. (1986): *International ground water resources law.* Food and Agricultural Organization Legislative Study, 40, 67.

4. Eckstein, Y. and Eckstein, G.E. (2005): Transboundary Aquifers: Conceptual Models for Development of International Law. *Ground Water,* 43 (5): 679-690.

5. Каримов А. Диагностический анализ: Проблемы водораспределения в бассейнах р. Шахимардан и Ходжабакирган. Отчет по проекту «Интегрированное управление водными ресурсами. Фаза 4.» – Ташкент, 2008.

6. Karimov, A., Smakhtin, V., Mavlonov, A. and Gracheva, I. (2010): Water 'banking' in the Fergana Valley aquifers - A solution to water allocation in the Syrdarya Basin? *Agric. Wat. Man.,* 97 (10): 1461-1468

7. Кудат А. Управление водными ресурсами Ферганской долины – Фаза 1. – 2009. - http://www.agro.uz/docs/finalRF.pdf

8. Мавлонов А.А., Борисов В.А. и Жуманов Ж. (. Оценка ресурсов подземных вод Ферганской долины: Доклад на Региональной Конференции по Совместному использованию подземных и поверхностных вод Ферганской долины на орошение (2 ноября 2006 г.) – Ташкент: Фан, 2006.

9. Мирзаев С.Ш. Запасы подземных вод Узбекистана. – Ташкент: Фан, 1974. – 150 с.

10. Мирзаев С.Ш. и Бакушева Л.П. Оценка влияния водохозяйственных мероприятий на запасы подземных вод. – Ташкент: Фан, 1979. – 124 с.

11. Мирзаев С.Ш. и Саидмурадов З.С. Многоцелевое использование подземных вод в аридных условиях. – Ташкент: Фан, 1991.

12. Решеткина Н.М., Якубов Х.И. Вертикальный дренаж. – М.: Колос, 1978.

ООН (1997): Конвенция по Ненавигационному использованию международных водотоков. Принята Генеральной Ассамблеей ООН. Резолюция 51/229 от 21 мая 1997 г.

13. Усманов А.У. и Паренчик Р.И. Методика определения эффективности использования дренажных вод на орошение // Мелиорация земель в условиях дефицита водных ресурсов. – Ташкент: САНИИРИ., 1983. - С. 47-51.

УДК 626.842:633.51

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИВА ХЛОПЧАТНИКА В БЕЗ УКЛОННЫХ И МАЛО УКЛОННЫХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН

О.Ю. Каримова, С.Е. Курбанбаев
Каракалпакский филиал САНИИРИ им. В.Д. Журина

The ways of the irrigation of the cotton plant happen to In article with provision for relief and natural-economic conditions of the Republic Karakalpakstan, as well as are brought main results called on experience on way of the irrigation.

Оросительную воду распределяют по поливному участку и превращают в почвенную влагу преимущественно несколькими способами: дождеванием, капельным орошением и поверхностным поливом. Для условий Республики Каракалпакстан для орошения хлопчатника наиболее распространенным является поверхностный способ полива по бороздам.

Принятые для тех или иных условий технологии поливов должны обеспечивать достаточно равномерное по площади поля увлажнение почвы в требуемые сроки и при минимальной затрате труда. Поливы не должны ухудшать плодородия почв орошаемого участка и мелиоративного состояния окружающих земель, а самое главное они должны обеспечить экономное и рациональное использование ресурсов как водных, так и трудовых.

В условиях Республики Каракалпакстан применяют две схемы полива хлопчатника по бороздам: продольную и поперечную (рис. 1).

При продольной схеме полива ок-арыки разравниваются после каждого полива, чем достигается максимальный гон трактора. При поперечной схеме полива ограничивается длина гона, которая зависит от особенности местных условий.

Основными недостатками этих схем полива являются:

- большие трудовые затраты;
- продолжительность времени полива;
- большие объемы вертикальной фильтрации, при небольших расходах воды в борозде (0,4– 0,5 л/с).

Одним из важнейших факторов при выборе способа полива является рельеф, поэтому, учитывая особенности местных условий Республики Каракалпакстан, можно рекомендовать следующие технологии полива:

Сосредоточенный полив – это подача сосредоточенного (форсированного) объема воды, который обеспечивает в краткий срок наполнение поливных чеков. При этом должны быть удовлетворены следующие условия:

- проведение идеальной планировки, с доведением микронеровностей поверхности полей до ± 3 – 5 см;
- выбор оптимальных размеров поливных участков, междурядные расстояния желательно принять 90 см;
- картовые оросители должны быть приоритетными по отношению к поверхности чека, причем разница отметок должна быть не менее 40–50 см.

Учитывая особенности природно-хозяйственных условий Республики Каракалпакстан, при проектировании и использовании земли можно рекомендовать следующие технологии бороздкового полива:

- обыкновенный полив, полив по безуклонным бороздам или с минимальным уклоном;
- встречный полив, т.е. подача воды с двух сторон борозды путем нарезки однобортных временных оросителей с двух сторон;
- полив через борозду.

Обыкновенный (традиционный) полив – полив по бороздам - применяется во всех случаях в условиях Республики Каракалпакстан (рис. 2). При этом в зависимости от уклона местности полив производится с одной стороны и основными недостатками являются: большие трудовые затраты, большая продолжительность времени полива, большой объем вертикальной фильтрации, при небольших значениях расхода воды в борозде (до 0,4 – 0,5 л/с), что в конечном итоге приводит к перерасходу поливной воды и повышению уровня грунтовых вод.

Встречный полив, совмещенный с сосредоточенной подачей воды (рис. 3). При этом полив производится с двух сторон через однобортные временные оросители (нарезаются временные оросители с помощью каналокопателя и одна сторона валика разрабатываются вручную для подачи воды по бороздам). Подача воды осуществляется одновременно с двух сторон. При этом длина борозды и время полива сокращается в 1,5–2,0 раза. Обязательным условием при этом является хорошая планировка на нулевой уклон.

Полив через борозду успешно можно применять, как в отдельности, так и совмещая с встречным поливом (рис. 4). Этот вариант дает ожидаемые результаты на почвах среднего и легкого механического состава. При поливе через борозду допускается незначительный уклон близко к поверхности земли (0,0003–0,0005) и подача воды осуществляется через борозду.

При применении полива через борозду улучшается аэрация почв в течение всего вегетационного периода и тем самым сокращается количество междурядных обработок почв и можно получить высокий урожай при наименьших затратах воды.

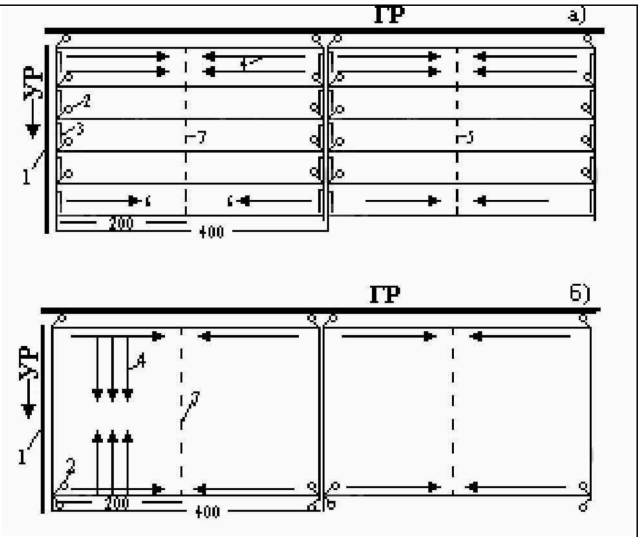


Рис. 1 - Продольная (а) и поперечная (б) схемы полива

1. Участковые распределители 2. Водовыпуск 3. Поливные шланги 4. Направление полива 5. Основной уклон 6. Исскуственно 7. Закрытый дренаж

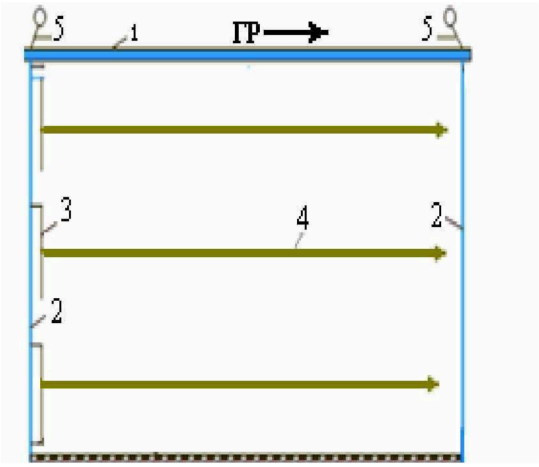


Рис. 2 – Схема традиционного полива

1. Групповой распределитель 2. Участковые распределитель 3. Кремневый однобортный ороситель 4. Направление борозды 5. Водовыпуски

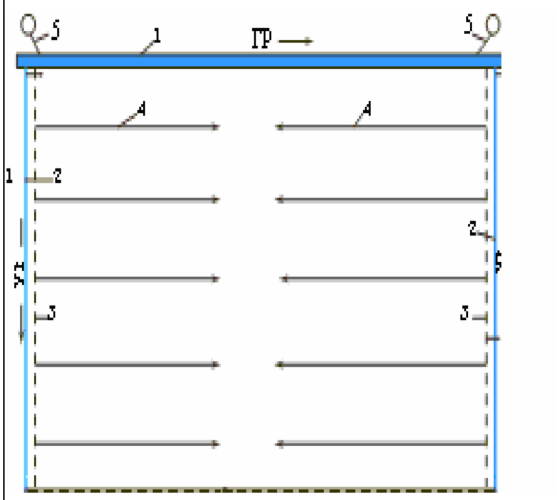


Рис. 3 – Схема встречного полива

1. Групповой распределитель 2. Участковые распределитель 3. Кремневый однобортный ороситель 4. Направление борозды 5. Водовыпуски

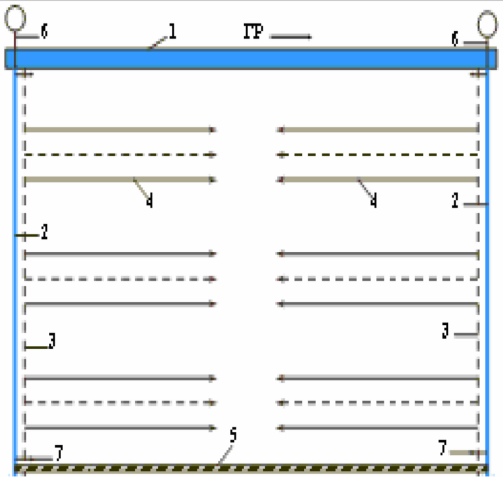


Рис. 4 – Схема полива через борозду

1. Групповой распределитель 2. Участковые распределитель 3. Кремневый однобортный ороситель 4. Направление борозды 5. Водовыпуски

Выводы

На основе вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

С точки зрения экономии водных, трудовых и др. ресурсов наиболее перспективными являются форсированный встречный полив и полив через борозду. В табл. 1 приведены сравнительные данные по экономии воды и затраты при различных технологиях полива.

Таблица 1 - Сравнительные данные по экономии воды и затраты при различных технологиях полива

Виды полива	Водозабор на 1 га (вегетац. период), $м^3$	Урожай хлопчатника, ц/га	Затраты воды на 1 ц урожая, $м^3$/ц
Обыкновенный	2825	21,9	129
Встречный	2715	22,4	121
Через борозду	2428	22,0	110

Для применения этих прогрессивных технологий полива необходимо осуществить подготовительные работы, как планировка земель, строительство оросительных систем, водовыпускные каналы и др.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ерхов Н.С., Ильин Н.И., Мисенев В.С. Мелиорация земель. – М.: ВО «Агропромиздат», 1991.

2. Вопросы орошения в низовьях Аму-Дарьи. – М., 1956.

3. Вопросы сельскохозяйственного освоения низовьев Аму-Дарьи. – М., 1957.

4. Меднис М.П. Режим орошения и густота стояния хлопчатника. - Ташкент: Фан, 1973.

УДК 556.06+627.141.1

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ КРАТКОСРОЧНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ СЕЛЕЙ И ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ

С.И. Климов
Узгидромет, *НИГМИ*

В статье описывается методика определения максимального расхода селе-паводковых явлений с применением данных радиолокационного зондирования на основе ГИС-технологий. Описан алгоритм программы для расчета максимального расхода в подбассейнах Чирчик-Ахангаранского бассейна. Предлагаемая методика прогнозирования описывает лишь один из способов использования ГИС, однако, она может подтолкнуть исследователей к более широкому использованию данных дистанционного зондирования и возможностей ГИС в своих работах.

This article describes a method of determining the maximum discharge of mudflows and floods by use of radar sounding data as based on GIS technologies. The program algorithm for calculating the maximum discharge in sub-basins of the Chirchik-Akhangaran Basin is herein described. The proposed forecasting technique describes only one way to use GIS, but it might encourage researchers to make greater use of remote sensing and GIS capabilities in their activities.

Maksimal sel yoki toshqin sarflarini GIS-texnologiyalari asosida radiolakatsion zondlash ma'lumotlarini qo'llagan holda aniqlash uslubiyati tasvirlangan. Chirchiq-Ohangaron havzasi daryolarida maksimal sarflarni hisoblash dasturining algoritmi bayon etilgan. Taklif qilinayotgan prognozlash uslubiyati GIS-texnologiyalarini qo'llashning faqatgina bir vositasini ta'riflagan.

Biroq, u tadqiqotchilarni o'z ishlarida distansion zondlash ma'lumotlari hamda GIS imkoniyatlaridan kengroq foydalanishga turtki berishi mumkin.

В связи с интенсивным освоением горных и предгорных территорий Узбекистана под различные виды строительства, а также использованием земель в сельском хозяйстве, что влечет нарушение природного равновесия, происходит возрастание количества природных стихийно-разрушительных процессов, к числу которых относятся селевые паводки.

Несмотря на большое количество работ по противоселевой защите, полностью ущерб от селевой опасности не ликвидирован. Сели проходят ежегодно, нанося значительный ущерб, особенно, водному и сельскому хозяйству. Прогноз селевой опасности остается одной из самых трудных и актуальных проблем.

Разработанные ранее методы прогноза для горной и предгорной территории Узбекистана в качестве предикторов используют данные радиозондирования. Однако возникший дефицит радиозондирующей информации требует поиска новых подходов к этой проблеме. Этому способствует и появление новых инструментов. В частности, для прогноза различных метеоэлементов, в том числе сильных осадков, гроз, града широко используются наблюдения метеорологических радиолокаторов. В гидрологии круг использования этой информации ограничен.

Развитие геоинформационных систем и технологий также делает актуальными вопросы использования современных разработок в данной области для целей экологических исследований и организации рационального использования природных ресурсов.

Сегодня современные информационные технологии обрабатывают большие объемы первичной информации, и в результате расчетов получается не только решение конкретной задачи, но и обнаруживаются наиболее логичные пути решения поставленной задачи. Унификация форматов, в которых хранится информация, включая изображения с радиолокаторов или спутниковые снимки, позволяет трансформировать их и проводить математические операции с каждым элементом изображения. Это открывает дополнительные возможности использования данной информации.

В данной работе описана возможность использования геоинформационных технологий при краткосрочном прогнозе селевых и дождевых паводков.

Основными характеристиками паводка, которые определяют и степень поражения территории, и уровень ущерба народному хозяйству, являются максимальный сток ливневых вод и объем паводка. Определению максимального стока посвящено много теорий и расчетных формул. Однако наиболее надежным путем гидрологических расчетов следует считать разработку региональных норм стоков, так как они наилучшим образом учитывают особенности физико-географических, климатических и других природных условий, а также хозяйственную деятельность человека. Исходя из этого, расчет максимального стока ливневых вод для условий горной и предгорной территории Узбекистана рекомендуется производить по следующей формуле [1]:

$$Q_m = 16{,}7 \cdot a_{\div} \cdot K_t \cdot F \cdot \alpha \cdot \varphi \cdot \delta_{ìá} \quad м^3/с \qquad (1)$$

где $a_ч$ – интенсивность дождя, *мм/мин.*; K_t – коэффициент перехода от интенсивности ливня часовой продолжительности $a_ч$ к интенсивности ливня расчетной продолжительности $a_р$, зависящей от длины водосбора и скорости добегания воды от наиболее удаленной точки водосбора до замыкающего створа водосбора; F – площадь водосбора, *км*^{2}.; α – коэффициент потерь стока, зависящий от типа почв; φ – коэффициент неполноты стока, учитывающий

неполноту стока и зависящий от площади водосбора; $\delta_{об}$ – обобщенный коэффициент, учитывающий региональные особенности водосборов.

Основные параметры этой формулы исходят из морфометрических характеристик водосборов, таких как площадь водосбора, длина русла, уклон. Их можно получить, используя модуль гидрологического моделирования Arc Hydro Tools 9.2, который был разработан в компании ESRI Inc. (США) специально для выполнения задач по построению различных гидрологических моделей [2]. Исходной информацией для начала гидрологического моделирования служит форма поверхности местности, определяющая характер стока воды по этой поверхности. Функции гидрологического моделирования, входящие в состав Arc Hydro Tools, включают методы описания физических особенностей поверхности. Используя на входе грид высот или ЦМР (цифровую модель рельефа), можно автоматически построить дренажную систему и определить ее количественные характеристики. В нашем случае была использована ЦМР, полученная из данных космической съемки SRTM.

В процессе гидрологического моделирования была произведена серия действий с использованием инструментов модуля Arc Hydro Tools. Получены поверхности направления речного стока (flow direction), суммарного стока (flow accumulation), произведено вычленение водотоков (stream definition), получены пространственные объекты участков водотоков (stream segmentation). Довольно важным этапом почти любого гидрологического исследования является получение контуров речных бассейнов (catchment grid delineation), а затем геообработка водосборных полигонов (catchment polygon processing).

Итогом этого шага стали поверхности речных водотоков, линии рек и их притоков, границы водосборных бассейнов, а также атрибутивная таблица, содержащая информацию по каждому бассейну: площадь и среднюю высоту бассейна, длину водотока и средний уклон русла.

Осталось разобраться только с первым параметром формулы (1) - интенсивностью осадков $a_ч$. Интенсивность осадков, или общее количество воды, выпавшее на некоторую площадь за определенный промежуток времени, рассчитывается по отдельным измерениям дождемеров. Как правило, такие дождемеры располагаются на довольно приличных расстояниях друг от друга. Для обложных дождей, выпадающих из облаков слоистообразных форм, пространственные флуктуации интенсивности осадков сравнительно невелики. Однако для таких дождей все же отмечается возрастание их интенсивности от периферии к центру области осадков. Особенно велики пространственные флуктуации дождей, выпадающих из конвективных облаков. Так, например, можно составить ошибочное представление относительно общего количества выпавших ливневых осадков, если использовать только данные дождемерных постов.

Другим инструментом определения интенсивности выпадающих осадков является радиолокация. Не отличаясь объектом исследования от аэрологических и метеорологических методов, радиолокационный метод обладает рядом принципиальных преимуществ перед ними благодаря своей безынерционности, отсутствию воздействия на изучаемые явления, а также возможности наблюдений за процессами большого масштаба.

Как показали теоретические исследования [3], существуют эмпирические соотношения между отражаемостью Z дождей и их интенсивностью R. Это обстоятельство сделало принципиально возможным использование радиолокационных средств для измерения интенсивности выпадающих дождей. На рис. 1а приведен пример снимка с метеорологического радиолокатора, который в цветовых градациях иллюстрирует распределение интенсивностей осадков в радиусе 150 км, и легенда (рис. 1б), которая характеризует соответствие градаций со значением интенсивности осадков.

В стандартном виде на снимке радиолокатора, кроме данных об интенсивности осадков, нанесена также ориентировочная информация (государственная граница, населенные пункты) и метрическая сетка. Эта информация стала полезна нам для «привязки» снимка к системе координат, используемой в ГИС.

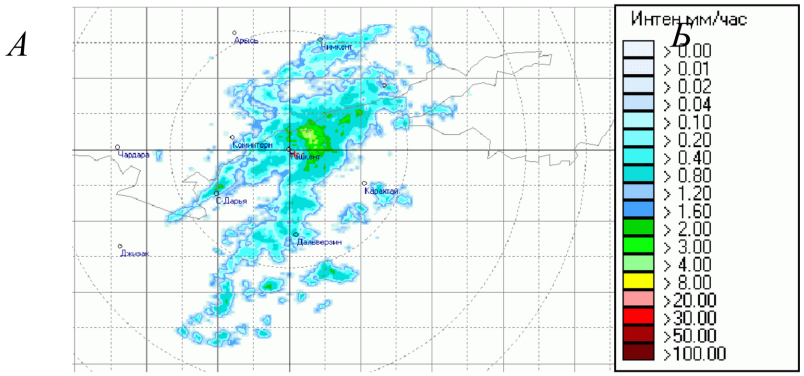


Рис. 1 – Фрагмент снимка с индикатора кругового обзора (*А*) и его легенда (*Б*)

Теперь о методике адаптации этой информации для геоинформационной системы предупреждения периодов селеопасности. Для начала была сделана «привязка» снимка с радиолокатора к системе координат, используемой в разработанной ГИС, и создан world-файл «привязки» для последующего использования с другими снимками. «Привязка» производилась путем совмещения характерных точек и линий на снимке с объектами на картах при помощи встроенного в ArcGIS модуля географической привязки растровых изображений Georeferencing. В частности, в качестве опорных объектов принимались кривая государственной границы Узбекистана и точки населенных пунктов (рис. 2а).

Следующая процедура – это преобразование снимка в формат GRID. Наш снимок, отображающий распределение интенсивностей осадков, состоит из ячеек, подобно ячейкам «грида». Однако значения этих ячеек не соответствуют действительным значениям согласно легенде снимка. Для этого необходимо присвоить каждому из 18 цветов значение интенсивности осадков и применить это преобразование ко всему снимку. После

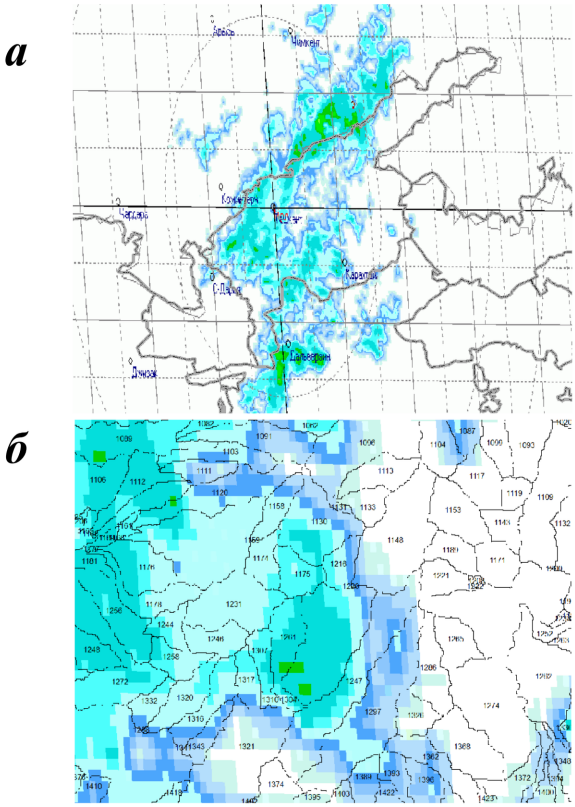


Рис. 2 - «Привязка» снимка радиолокатора (а) и нанесение данных об интенсивности осадков на карту бассейнов (б)

этой операции мы имеем «грид» распределения интенсивностей осадков, наложенный на карту речных бассейнов (рис. 2б).

После получения такой карты можно рассчитать интенсивность осадков над тем или иным бассейном, усреднив значения $a_ч$ всех ячеек над этим бассейном. К этому и сводилась вся задача расчета максимального расхода паводка по формуле (1).

После вышеописанных изысканий была создана программа расчета максимального расхода ливневого паводка для подбассейнов Чирчик-Ахангаранского бассейна.

Алгоритм программы:

1. *Исходный GIF снимок радара.* В начале работы с программой выбирается каталог (Radar Images Directory), содержащий коллекцию радарных снимков. Затем из списка (Listbox) выбирается один, и запускается процесс анализа изображения.

2. *Привязка снимка к географическим координатам.* Привязка снимка осуществляется при помощи заранее подготовленного файла привязки, содержащего угловые координаты снимка и величину одного пикселя.

3. *Преобразование снимка в грид.* По готовой схеме соответствия значения RGB каждого пикселя снимка определенному значению интенсивности осадков производится преобразование GIF-картинки в GRID со значением интенсивности осадков в ячейках.

4. *Подключение полигональной темы гидрологических бассейнов с атрибутивной таблицей.* Каждый бассейн представлен в виде полигона, привязанного к атрибутивной таблице, содержащей необходимые значения для него (средний уклон, площадь, длина).

5. *Осреднение значений грида интенсивности осадков по каждому бассейну.* Использовался встроенный модуль зональной статистики, вычисляющий для грида, ограниченного некоторым полигоном, основные статистические величины.

6. *Вычисление максимального расхода для каждого бассейна по формуле (1).* Основным источником информации является атрибутивная таблица гидрологических бассейнов и значение интенсивности осадков по каждому из них.

7. *Подготовка карты для анализа.* Подключение необходимых слоев для анализа (спутниковый снимок, населенные пункты, транспортная инфраструктура и др.) (рис. 3). Классификация бассейнов по результатам анализа.

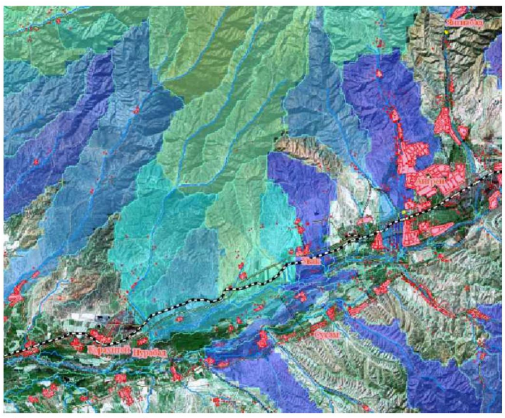


Рис. 3 - Подготовленная для территориального анализа карта

Теперь, интегрируя все параметры в систему, на основе полученных результатов можно построить новый картографический слой, который, при проведении территориального анализа, позволит локализовать районы, наиболее сильно подверженные воздействию потенциального паводка, и определить степень угрозы для того или иного народнохозяйственного объекта (населенные пункты, дороги, мосты, линии электропередач и др.).

Предлагаемая система является системой оперативного мониторинга и сверх-краткосрочного прогнозирования селевых и дождевых паводков. Приведенная в статье методика прогнозирования описывает лишь один из способов использования радиолокационной информации с участием ГИС, однако, он может послужить примером для развития дешифрирования и получения широкого аспекта количественных параметров по снимкам МРЛ, как более перспективной и надежной информации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шахидов А.Ф. Расчет максимальных расходов дождевых паводков. – Ташкент: САНИГМИ, 1995. – 125 с.

2. Arc Hydro Tools - Tutorial. Version 1.2 – ESRI, 2007. – 110 с.

3. Батан Л. Дж. Радиолокационная метеорология. – Л.:Гидрометеоиздат, 1962. – 196 с.

УДК 556.06+627.141.1

УДК 631.416:54-38

НА КАКОЙ ГЛУБИНЕ НУЖНО ПОДДЕРЖИВАТЬ УРОВЕНЬ ГРУНТОВЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН

Е.К. Курбанбаев, О.Ю. Каримова, С.Е. Курбанбаев
Каракалпакский филиал САНИИРИ им. В.Д. Журина

Многие вопросы, связанные с изменением почвенного процесса (влажность, солевой режим, выбор мелиоративного режима и в связи с этим параметров дренажа и др.), зависят от положения уровня грунтовых вод и их минерализации. При проектировании дренажа и при выборе режима орошения сельскохозяйственных культур для условий Республики Каракалпакстан исходили из традиционных представлений, выражающихся в том, что чем глубже дренаж, тем выше его мелиоративная эффективность. Теоретические и практические аспекты такого предположения были обоснованы на понятии так называемой «критической глубины» грунтовых вод, при расчете которой принимается критерий, в котором испарение из грунтовых вод практически равно нулю или является минимальным. При этом при расчетах не принимается во внимание минерализация грунтовых вод и фактор экономии водных ресурсов за счет близкого залегания уровня грунтовых вод.

Расчеты, основанные на этих принципах, обеспечивают создание полуавтоморфного режима почвообразования, отвечающего требованиям $h_г/h_к$ = 0,8–1,0, где $h_г$ – глубина залегания грунтовых вод, $h_к$ - критическая глубина грунтовых вод (С.Ф. Аверьянов, Л.М. Рекс, И.П. Айдаров и др.).

Имеются и другие оптимизированные подходы, заключающиеся в том, что дренаж должен быть не только средством рассоления почв, но должен обеспечить высокие урожаи при наименьших затратах водных ресурсов. С этой позиции, с учетом почвенно-гидрогеологических условий конкретных регионов, имеются предложения использовать в мелиоративных целях неглубокий дренаж.

В низовье Амударьи (Республика Каракалпакстан, Хорезмская область и Дашховузский велаят Туркменистана) в современных условиях создан промежуточный режим между гидроморфным и полугидроморфным режимами. При этом испарение грунтовых вод составляет 3–4 тыс. м^3, что соответствует 50 %: общего объема водопотребления. При этом ежегодное поддержание солевого режима достигается при соотношении: $\frac{B}{(И + Т_р) - О} \geq 2{,}0 - 2{,}5$ где: B – водозабор, И+Тр – суммарное испарение, $О$ - атмосферные осадки.

Известно, что когда уровень грунтовых вод находится близко к поверхности земли (менее 0,5 м), интенсивность испарения ($И_г$) не зависит от положения уровня грунтовых вод и она будет близка к испаряемости ($И_о$).

При выборе мелиоративных режимов и, соответственно, глубины дренажа и при установлении нормы полива важную роль играет положение уровня грунтовых вод и долевое их участие в водопотреблении растений, что может быть оценено величиной коэффициента подпитывания: $\alpha_o = 1 - \frac{И_г}{И_о}$

Нормы водопотребления (M_o) с учетом подпитывания корнеобитаемого слоя грунтовыми водами при этом можно определить по выражению: $M_o = M\alpha_o$, где: M – норма полива без учета подпитывания. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Сопоставление полученных на различных опытных участках фактических данных водоподачи показывает, что при уровне залегания грунтовых вод от 120 до 180 см (это имеет повсеместное распространение на орошаемых землях Республики Каракалпакстан) величина M_o колеблется от 2500 до 4000 м^3/га. График зависимости значений M_o от уровня залегания грунтовых вод приведен на рис. 1.

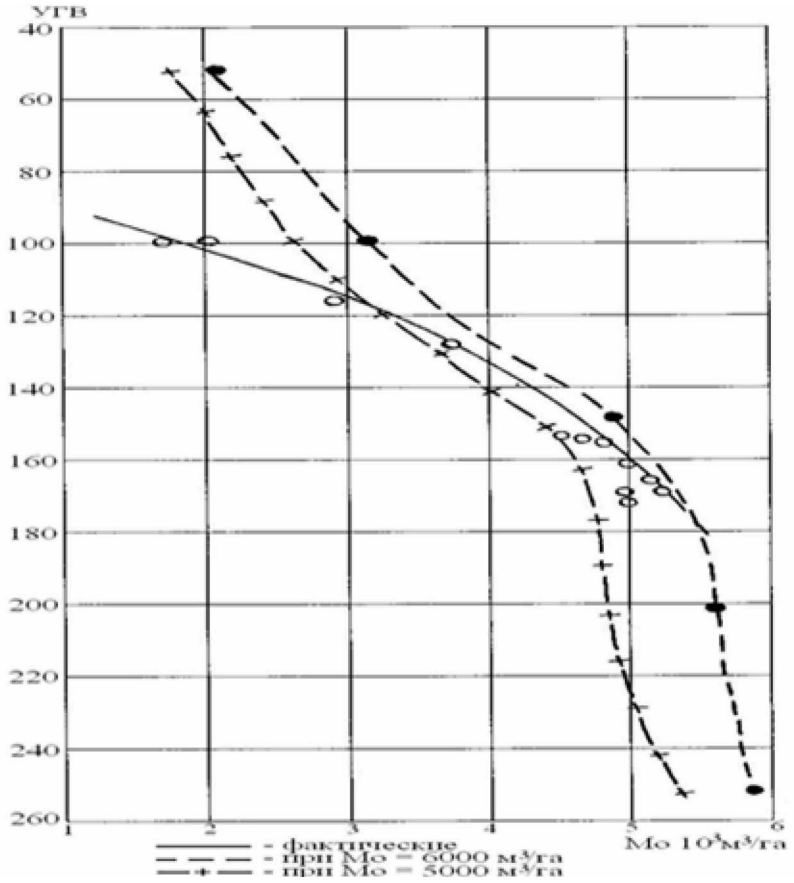


Рис. 1 – Изменение оросительной нормы при различных значениях уровня грунтовых вод

Таблица 1 – Расчетные значения α_o и M_o для средних грунтов

Показатели	Уровень грунтовых вод					
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
α_o	0,11	0,30	0,49	0,69	0,78	0,87
Мо	720	1800	2940	4140	5220	5810

При определенной величине испарения из грунтовых вод Мг возможные значения соленакопления в верхнем слое почвогрунтов составляет: $S = Ио(1-\frac{hг}{hк})^n Мг$

Ниже, в табл. 2, приведены расчетные и допустимые значения уровней залегания грунтовых вод ($h_г$) от их минерализации ($M_г$).

Если принять за предельно допустимую величину засоления почв по хлор-иону в зависимости от минерализации грунтовых вод ($M_г$), то величина оптимального уровня залегания грунтовых вод ($h_г$) колеблется в довольно в больших пределах - от 1,20 до 2,50 м (рис. 2).

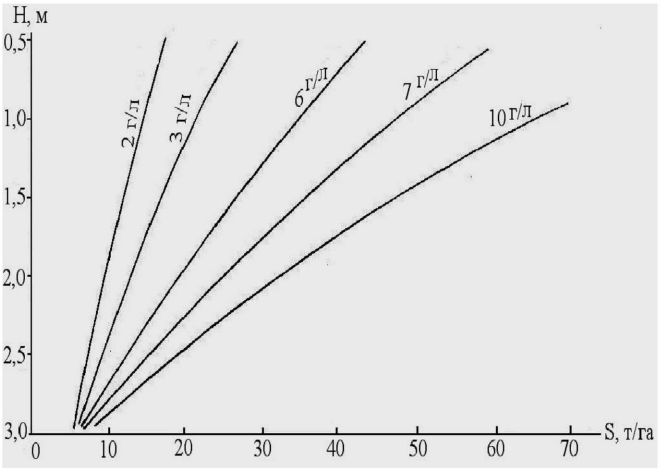


Рис. 2 - Кривые зависимости накопления солей (S) при различных уровнях грунтовых вод и их минерализации

Таблица 2 – Оптимальные глубины залегания уровня грунтовых вод, см

$M_г$	$h_г$ - расчетные	$h_г$ - допустимые
2,0	150	140
3,0	190	180
5,0	230	210
7,0	250	230

В настоящее время на орошаемых землях Республики Каракалпакстан площади земель с минерализацией грунтовых вод до 3,0 г/л занимают 280 тыс. га, что составляет 65,2 %, а с минерализацией 3–5 г/л, соответственно, 98,27 тыс. га или 23 %. С увеличением минерализации грунтовых вод соответственно будет возрастать опасность вторичного засоления почв. Чтобы вымыть накопленные соли в результате вторичного засоления почв потребуется объем воды $М_п$ равный (по В.Р. Волобуеву):

$Mn \geq \alpha \lg(1-\frac{S}{So})^n$, где: α – коэффициент солеотдачи; S, S_o – исходное и допустимое содержание солей.

$S = Ио(1-\frac{S}{h_k}) + So$, где: S_o – поступление солей с оросительной водой.

Результаты расчетов по установлению норм промывных поливов, необходимых для вымыва солей из почв приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Накопление солей при различном положении уровня грунтовых вод и нормы промывных поливов (S_o = 12 т/га)

h_2	*Мг* = 2,0 г/л		*Мг* = 3,0 г/л		*Мг* = 5,0 г/л		*Мг* = 7,0 г/л		*Мг* = 10,0 г/л	
	т/га	м3/га	т/га	м3/га	т/га	м3/га	т/га	м3/га	т/га	м3/га
0,5	1,4	1628	24,9	3804,2	41,4	6453,8	58,0	8211	82,9	10072,5
1,0	14,0	803,4	20,9	2891,6	34,9	5563,7	48,9	7321,5	69,8	9176,1
1,5	8,9	-	13,4	575,1	22,3	3229,5	31,2	4979,7	44,6	6841,8
2,0	6,2	-	9,4	-	15,6	1367	21,8	3111,3	31,2	4979,7
2,5	2,7	-	4,0	-	6,8	-	9,5	-	13,5	613,8
3,0	0,5	-	0,7	-	1,2	-	1,6	-	2,4	-

Из данных табл. 3 следует, что при минерализации грунтовых вод до 3,0 г/л по плотному остатку и при их залегании до глубины 1,8–2,0 м от поверхности земли для вымыва сезонного накопления солей достаточно проведения влагозарядковых поливов в норме 1,5–2,0 тыс. м^3/га. По мере повышения минерализации грунтовых вод величина M_n соответственно увеличивается и с превышением минерализации грунтовых вод до 7,0 г/л и более объем воды для вымыва накопленных солей при глубине залегания грунтовых вод равной 1,5 м резко повышается и достигает до 4000–4300 м^3/га. При таких условиях создается необходимость опускания уровня грунтовых вод ниже 2,0–2,3 м от поверхности земли.

Годовой объем водозабора при различных уровнях и минерализации грунтовых вод в этих условиях состоит из двух частей: $B_в^o = M_o + M_n$. где: M_o и M_n – оросительные и промывные нормы; $B_в^o$ - годовой объем водозабора.

Результаты расчетов по определению величин годового водозабора приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Расчеты величины годового водозабора при различных $M_г$ и *УГВ*

Мг	Показатели	Уровень грунтовых вод, м				
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
2,0	M_o	1320	2040	3480	4200	5220
	M_n	1630	800	-	-	-
	$M_{год}$	2950	2840	3480	4200	5220
3,0	M_o	1320	2040	3480	4200	5220
	M_n	3800	2890	575	-	-
	$M_{год}$	5120	4930	4055	4200	5220
5,0	M_o	1320	2040	3480	4200	5220
	M_n	6430	5560	3230	1370	-
	$M_{год}$	7770	7600	6710	5570	5220
7,0	M_o	1320	2040	3480	4200	5220
	M_n	8210	7320	4980	3110	-
	$M_{год}$	9530	9360	8450	7310	5220
10,0	M_o	1320	2040	3480	4200	5220
	M_n	10070	9180	6840	4980	5614
	$M_{год}$	11390	11220	10320	9180	5834

Как видно из данных табл. 4, с повышением минерализации грунтовых вод резко увеличивается объем годового водозабора. При глубине грунтовых вод в 1,6 м и минерализации равной 10 г/л требуемая величина годового водозабора увеличивается в 3-раза по сравнению с минерализацией грунтовых вод в 2,0–3,0 г/л.

При поддержании уровня грунтовых вод в производственных условиях в пределах 1,5–2,4 м и минерализации до 3,0 г/л процесс вторичного засоления практически не происходит и подача большого объема воды для промывки земель не требуется. Промывку даже можно совместить с влагозарядковым поливом, который осуществляется в конце февраля и в начале марта.

Учитывая все вышеизложенное, с точки зрения научных рассуждений можно отметить, что на большей территории Республики Каракалпакстан и Хорезмской области, где созданы более или менее стабильные мелиоративные режимы (т.е. староорошаемые земли) и достигнуто опреснение почвы и грунтовых вод поддержание уровня грунтовых вод в пределах 1,8–2,0 м не представляет опасности для сезонной реставрации солей. Напротив, это дает существенную экономию водных ресурсов и приводит к значительному снижению стоимостных показателей при строительстве дренажа.

Там, где минерализация грунтовых вод высокая (5–7 г/л) -обычно это слабодренированные земли, - необходимо осуществить мероприятия по строительству дренажа и промывке земель.

В условиях Республики Каракалпакстан в маловодные годы уровень грунтовых вод опускался до 4,5 м, что привело к иссушению почвы и увеличению величины оросительной нормы (рис. 3).

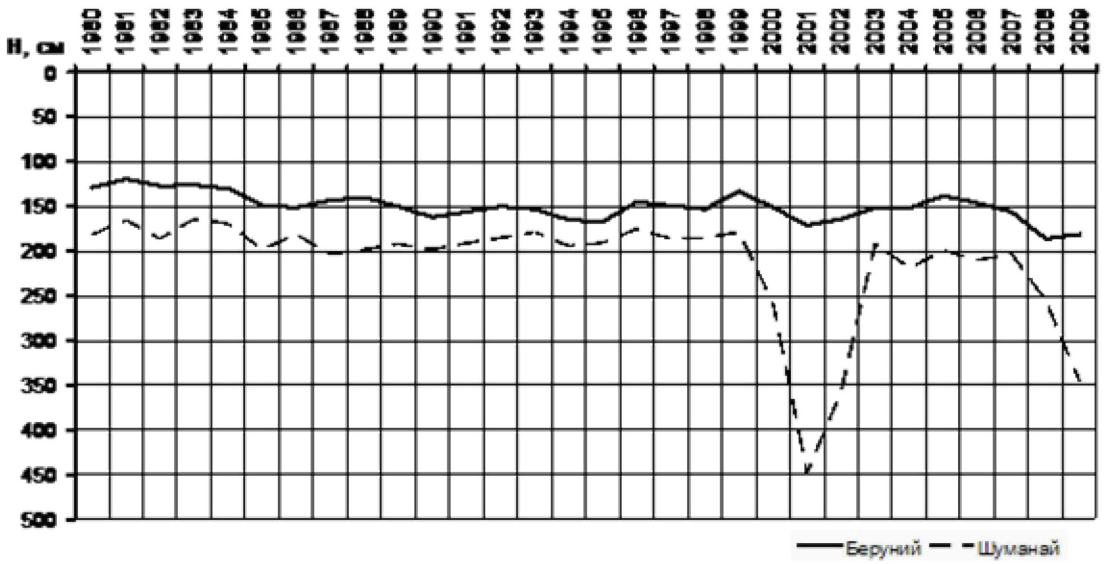


Рис. 3 – График колебания среднегодового уровня грунтовых вод по Берунийскому и Шуманайскому районам Республики Каракалпакистан за период 1963-2009 гг.

Учитывая это, можно сделать заключение о том, что в условиях Республики Каракалпакстан (может быть, и в условиях Хорезмской области) для поддержания оптимального водно-солевого режима на орошаемых землях необходимо поддерживать уровень грунтовых вод в пределах 1,6–2,2 м, который является оптимальным во всех отношениях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Айдаров И.П. К вопросу обоснования режима орошения и параметров дренажа на засоленных или склонных к засолению землях // Теория и практика борьбы с засолением орошаемых земель. – М.: Колос, 1971.

2. Бехбудов А.К., Джафаров Х.Ф. Мелиорация засоленных земель. – М.: Колос, 1980.

3. Вавилов А.П. Влияние дрен на режим грунтовых вод в зоне орошения // Влияние орошения на вторичное засоление, химический состав и режим подземных вод. – М.: Наука, 1964.

4. Кац Д.М. Режим грунтовых вод в орошаемых районах и его регулирование. – М., 1963.

5. Кац Д.М. Влияние орошения на грунтовые воды. – М.: Колос, 1976.

6. Курбанбаев Е.К. Режим формирования грунтовых вод в дельте Амударьи // Труды САНИИРИ. - Ташкент, 1971. - Вып. 126.

УДК 626.826+532.57

УСТАНОВЛЕНИЕ ВЕЛИЧИН РУСЛОВЫХ ПОТЕРЬ ВОДЫ РЕКИ АМУДАРЬИ НА УЧАСТКЕ ТУЯМУЮН-ТАХИАТАШ-САМАНБАЙ

Е.К. Курбанбаев, С.Е. Курбанбаев, О.Ю. Каримова, Т.Б. Калимбетов
Каракалпакский филиал САНИИРИ им. В.Д. Журина

Напряжённость водохозяйственной обстановки в бассейне Амударьи, особенно в низовье реки в последние годы требует проведения точного учёта количества воды как по створу реки, так и учёта водозабора по ирригационным каналам. По данным оперативной информации величина русловых потерь достигает до 50–55 %, что не соответствует действительности.

Учитывая это, Каракалпакский филиал САНИИРИ в 2009 году начал проведение гидрометрических работ с непосредственным определением потерь воды на конкретных участках реки.

Рассматриваемый отрезок реки имеет большую длину. Расстояние между Туямуюнским водохранилищем и Тахиаташским гидроузлом составляет 230 км и характеризуется густой сетью ирригационных каналов и насосных станций. Главная сложность при составлении руслового баланса на этом участке - наличие многочисленных каналов и насосных станций, которые требуют длительного периода для определения расхода воды. Как правило, при длительном периоде измерений могут происходить колебания горизонта воды, что нежелательно.

Также большие трудности имеются в организационном плане, так как не всегда удается организовать совместные замеры с гидрометрами службы эксплуатации.

Основными причинами трудности определения русловых потерь по всей длине реки заключается в следующем:

- неточности учёта расходов воды на головных участках – в ирригационных каналах;
- большое количество точек водозабора из реки;
- увеличение продолжительности замера расхода воды по всей длине реки;
- при длительном измерении расхода воды по всей реки могут происходить изменения горизонта воды по реке.

При составлении руслового водного баланса на участке было принято упрощенное уравнение водного баланса:

$$Q_п + Q_{сбр} + Q_0 \pm Q_{п.о} + Q_{инф} - Q_н - Q_{вз} - Q_и \pm Q_{ре} - Q_{бр} = 0,$$

где:

Qп – приток к верхнему створу реки;
Qсбр – поступление коллекторной воды;
Qо – атмосферные осадки;
Qп.о – приток и отток подземных вод, гидравлически не связанных между с рекой;
Qинф – приток воды за счёт информации с орошаемых полей (кроме коллекторных вод);
Qн – отток воды через нижний створ участка;
Qвз – забор воды из реки на участке в ирригационные каналы;
Qи – потери воды на испарение;
±Qре – затраты воды на заполнение русловой ёмкости при подъёме уровня воды и отдача при спаде уровня;
Qбр – береговое регулирование между рекой и поймой.

В полевых условиях получение достоверных материалов по всем составляющим на большом расстоянии представляет определенные трудности и не всегда удаётся достичь ожидаемых результатов. Поэтому большинство исследователей принимали осреднённые среднегодовые или среднемесячные значения составляющих водного баланса. В конечном итоге имеются трудности их использования в процессе оперативного управления водой. Самое главное здесь при установлении невязки стока необходимо отдельно рассматривать долю участия неучтённого водозабора и фактическую величину русловой потери воды. В принципе русловые потери необходимо принимать как объём воды, который идёт на вертикальные и боковые потери, на фильтрацию и русловое регулирование, потери на испарение, а также на транспирацию растительности, которые могут иметь определённое участие при высоких горизонтах.

Для конкретного рассматриваемого случая общий вид водного баланса значительно упрощается и отсутствуют такие члены, как $Q_{сбр}$,$Q_{н.о}$, $Q_{инф}$.

На рассматриваемом участке реки отсутствует величина сброса коллекторной воды в русло Амударьи. Также можно пренебречь значениями притока и оттока подземных вод и притоком воды за счёт фильтрации с орошаемых полей.

Тогда уравнение имеет следующий вид:

$$S = \Delta Q = Q_п + Q_0 \pm Q_п - Q_{âç} \pm Q_{ðå} - Q_{áð};$$

где S - суммарные потери

При точном измерении всех составляющих водного баланса (по фактическим данным или по данным оперативных информаций службы эксплуатации), остаточную часть которой нельзя измерить в полевых условиях, можно отнести к русловым потерям воды.

При существующих условиях, когда величина неучтённого водозабора в 1,5 – 2,0 раза превышает русловые потери при таком низком качестве учёта воды, установление фактической величины русловой потери невозможно, и они дают искажённые результаты.

По результатам проведенных исследований можно отметить следующее:

1. Величина русловой потери (на фильтрацию, суммарное испарение и русловое регулирование) зависит от значения расчетного расхода и колеблется от 10 до 30 %. При подъеме горизонта (расхода) воды величина русловой потери резко увеличивается за счет наполнения мертвого объема и в отдельных случаях их значение достигает 40–45 % (при резком краткосрочном подъеме). После завершения подъёма горизонта (расхода) воды величина русловой потери резко снижается и колеблется в пределах 6–8 % от головного расхода.

2. Величина русловой потери зависит от водности года. В маловодные годы в связи с резким колебанием уровня (расхода) воды увеличивается величина русловой потери за счёт наполнения мёртвого объёма.

3. Анализ руслового водного баланса составленного по оперативным данным показывает, что здесь величина русловой потери относительно высока и в среднем составляет 45 %, что вызвано наличием неучтённого расхода воды (табл. 1).

4. По данным фактических измерений, проведенных специалистами Каракалпакского филиала САНИИРИ в 2009 г. (частично с корректировкой по оперативным данным), величина русловой потери зависит от характера режима уровня (расхода) воды т.е.:

- режима подъёма;
- режима стабилизации;
- режима спада.

Таблица 1 - Среднемесячные значения русловой потери воды на участке реки Туямуюн - Кипчак и Кипчак Туямуюн – Саманбай (по оперативным данным)

Годы	Участок реки	Месяцы	Q, $м^3/с$ Туямуюн	Русловые потери, $м^3/с$	Русловая невязка стока (в
2008	Туямуюн–Кипчак	IV	305	-12	3,94
		V	196	3	1,53
		VI	563	62	11
		VII	768	194	25
		VIII	498	177	35
		IX	283	127	45
		Сред.	436	94	21
	Кипчак – Тахиаташ – Саманбай	IV	241	64	27
		V	113	-	-
		VI	290	76	26
		VII	309	74	24
		VIII	140	39	28
		IX	75	24	32
		Сред.	211	55	27
2009	Туямуюн–Кипчак	IV	238	46	19
		V	637	141	22
		VI	907	373	41
		VII	1455	253	17
		VIII	1705	203	12
		IX	801	205	26
		Сред.	957	205	22
	Кипчак – Тахиаташ – Саманбай	IV	126	19	15
		V	373	63	17
		VI	534	116	22
		VII	944	195	21
		VIII	1259	169	13
		IX	440	80	18
		Сред.	613	107	17

И их осреднённые значения можно представить в следующем виде (в процентах от головного расхода воды):

Участок	Изменение расхода воды (от головного)	При подъёме, %	При стабилизации, %	При спаде, %
Туямуюн - Кипчак	До 500	11	10	7
	От 500 – 750	16	13	9
	750 – 1000	19	15	11
	1000 – 1500	16,1	14	12
	1500 – 2000	15	13,6	10
	Более 2000	14	11	10
Кипчак – Тахиаташ - Саманбай	До 500	12	11	9
	От 500 – 750	16	12	11
	750 – 1000	17	15	12
	1000 – 1500	18	14	11
	1500 – 2000	17	14	13
	Более 2000	15	12	9

На основе вышеизложенного можно отметить, что при установлении фактических значений русловых потерь необходимо учитывать характер изменения уровня (расхода) воды, как при режиме подъёма, так и при стабилизации и спаде.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Цейтлин Б.С., Польский О.В. Русловой водный баланс реки Амударьи за 1969–1972 гг. // Водные ресурсы. - 1976. - № 5.

2. Милькис Б.Е., Чолпанкулов Э.Д., Малков А.Б., Сараев А.С. Потери стока реки Амударьи на испарение на участке Верхнеамударьинский-Чатлы // Сб. науч. тр. / САНИИРИ. – 1974. – Вып. 142, ч. 1. – С. 67-78.

3. Лучшева А.А. - Практическая гидрология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1959.

4. Сорокин А.Г. Усовершенствование методики расчёта располагаемых водных ресурсов трансграничных рек бассейна Аральского моря (в современном состоянии и на перспективу) // Проблемы интегрированного управления рационального использования и охраны водных ресурсов в Центральной Азии: Труды НИЦ МКВК. – Ташкент, 2004. – Вып. 8.

5. Установление величин русловых потерь воды реки Амударьи на участке Туямуюн–Тахиаташ: Отчет о НИР / Каракалпак. филиал САНИИРИ; - Нукус, 2009.

УДК 556.54

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРИРОДНОГО И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЕЛЬТЫ

С.Е. Курбанбаев
Каракалпакский филиал САНИИРИ им. В.Д. Журина

Сохранение биологического разнообразия и повышение естественной продуктивности биоресурсов является одной из важных экологических и социальных задач дельты, определяющее значение в решение которых принадлежит озерам и ветландам, поскольку, обладая высокой потенциальной биопродуктивностью, они являются естественными убежищами для местной и глобальной фауны.

Решение социально – экономических и экологических проблем дельты во многом зависит от наличия водных ресурсов и их качества.

По всей вероятности восстановление природно-хозяйственного и экономического потенциала дельты на уровень 1963-1965 годов не представляется возможным по причине нехватки водных ресурсов, как речного, так и возвратного коллекторно-дренажного стока.

Поэтому при решении вопроса необходимо ориентироваться на наличие водных ресурсов, которые предусмотрены Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссией (МКВК) с корректировкой по водности года.

Политика водораспределения, водопользования и эффективного использования воды в пределах дельты зависит от объема воды, сбрасываемой ниже Тахиаташского гидроузла. Как было отмечено выше, за последние годы сокращается количество многоводных лет, так в период 2000–2010 годов наблюдалось только 2 многоводных года (2005, 2009 гг.) остальные 8 лет были маловодными.

В многоводные годы, как правило, наполняются почти все основные озера (Междуречье, Судочье, Жилтырбас, Муйнакский и Рыбачий заливы и др.). Как в многоводные, так и в маловодные годы подача воды через Тахиаташский гидроузел осуществляется в зависимости от наличия водных ресурсов в реке.

На рис. 1 приведены расходы воды, сбрасываемой ниже Тахиаташского гидроузла. Как видно из приведенных данных, в большинстве случаев Тахиаташский гидроузел работает в закрытом режиме.

Источником питания дельтовых озер и других экологических объектов, а также орошения сельскохозяйственных угодий является:

– канал Кызкеткен обеспечивает водой орошаемые земли Тахтакупырского, Чимбайского, Кегейлийского и Муйнакского районов Республики Каракалпакстан, а также питает озера Дауткуль, Маукуль и ряд других мелких;

– канал Суенли обеспечивает водой орошаемые земли Шуманайского, Ходжейлийского, Канлыкульского, Кунградского и Муйнакского районов Республики Каракалпакстан и питает оз. Судочье, Машанкуль и ряд др.

Также в этой зоне имеются возвратные коллекторно-дренажные воды. Формирование объема возвратных вод зависит от водоносности года и за исключением отдельных локальных участков (в пределах одного водоема), регулирование их режима не поддается определенным правилам, как это делается в ирригационных системах.

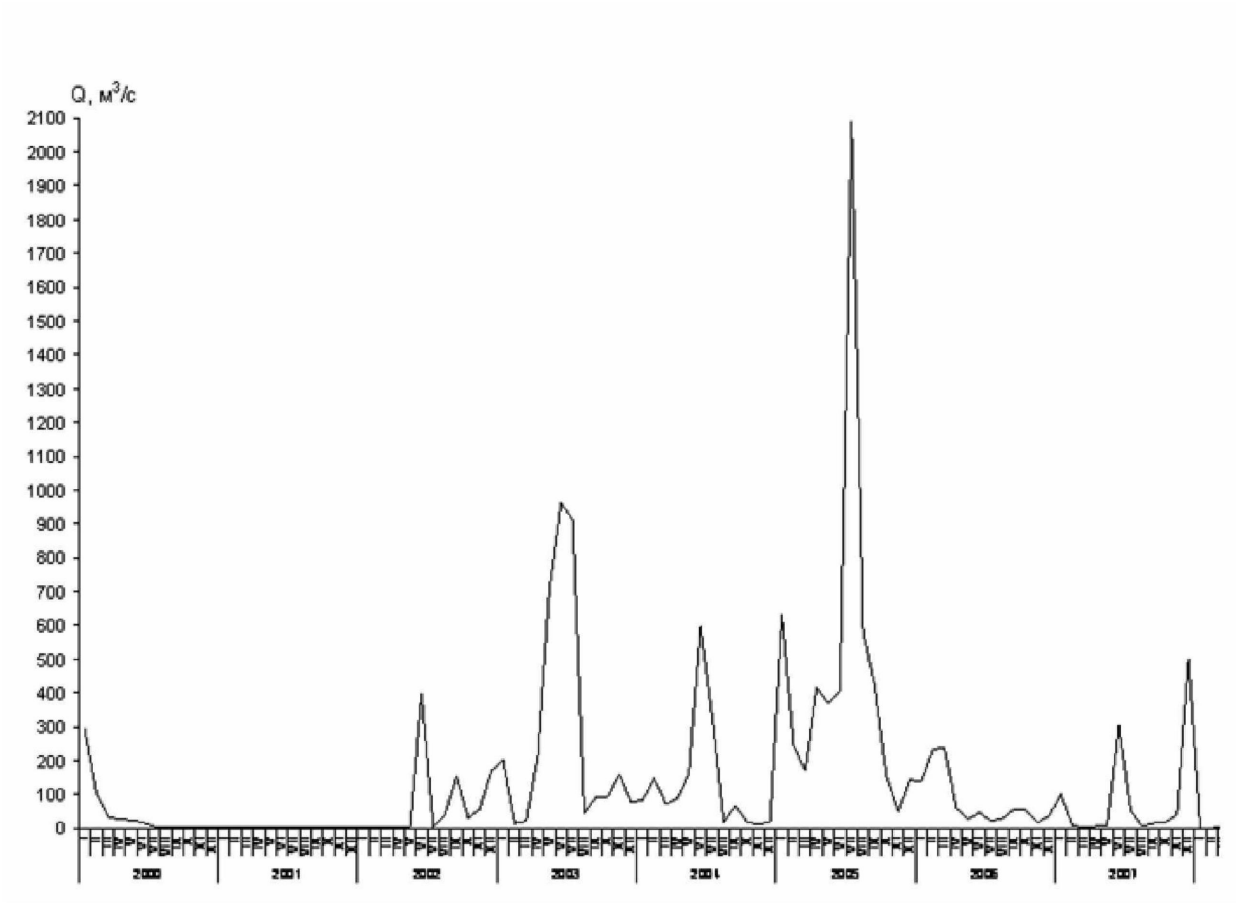


Рис. 1 – График колебания среднемесячного расхода воды г/л Саанбай за 2000-2007 гг.

Опыт эксплуатации крупных водоемов (Жилтырбас, Междуречье, Рыбачий, Муйнакский) показывает, что по причине незавершенности строительства дамб, выпускных сооружений и по ряду других причин, не достигнуто наполнения этих емкостей до проектных размеров и, соответственно, допускается систематическое нарушение дисциплины водопользования в целом. С другой стороны, до сего времени отсутствует четкий план водоподачи как в дельту, так и в пределах отдельных водоемов (В.А. Духовный, 2009 г.).

Допускается много неточностей при регулировании режима отдельных водоемов (сбросы в нижний бьеф, сохранение проектного горизонта и соленость воды и др.).

В результате допускается нерациональное использование того незначительного объема воды, что сбрасывается ниже Тахиаташского гидроузла.

Как было отмечено выше, регулирование режима и повышение дисциплины водопользования (особенно, в пределах Центральной зоны) зависит от правильной эксплуатации Междуреченского водохранилища. Поэтому необходимо разработать нормативный документ по обеспечению безаварийной эксплуатации этого объекта, а также по распределению имеющегося объема воды между всеми водоемами, расположенными в центральной зоне дельты.

В целях рационального использования водных ресурсов необходимо создать зональные Ассоциации водопользователей (Левобережную, Центральную и Правобережную) и Совет водопользователей дельты.

Сопоставление величин требуемого объема водоподачи с фактическими показывает, что ввиду дефицита воды поддерживать всю площадь в размере 250 тыс. га на современном

уровне не представляется возможным, так как нет гарантии подачи воды в объеме 2850 млн м^3 пресной воды в год. Отсюда видно, что реально невозможно создание зеленой полосы по всем озерам и морским заливам, и о создании польдерной системы по всей акватории моря на отметке ниже 48-46 м абс. БС. вообще не может идти речи.

В табл. 1 приведены данные площади озер и требуемый объем водоподачи в годы различной водообеспеченности.

Таблица 1 - Площади озер и потребные объемы водоподачи в годы различной водообеспеченности

Водообеспеченность	Площадь тыс. га	Требуемый объем водоподачи	в.т.ч. пресной воды.
Многоводный	252	3935	2852
Средней водности	86	1275	513
Маловодный	32	470	68

Как было отмечено выше, в дальнейших расчетах с учетом ожидаемых водных ресурсов необходимо ориентироваться на подачу пресной воды в объеме 500-600 млн м^3.

Это гарантирует обводнение 90-100 тыс. га площади дельтовых озер. В перспективе с учетом водообеспеченности года обводнения водоемов должны осуществляться в следующей последовательности (табл. 2).

Таблица 2 - Очередность и необходимость подачи воды на наполнение дельтовых озер и приморских заливов

№ п/п	Наименование озер	Обязательное	Необходимое	Обеспечение подачи воды в многоводные годы
I	1. оз. Судочье	-	+	+
	2. оз. Каратерен	-	-	-
	3. оз. Аджибайский	-	-	+
	4. Караджар-Машан	-	-	-
II	1. Междур. водохр.	+	+	+
	2. Муйнакский залив	-	+	+
	3. Рыбачий залив	-	+	+
	4. Сист. оз. Думалак	-	-	+
III	1. Зал. Жилтирбас	-	+	+
	2. оз. Каратерен	-	-	+

Как видно из данных табл. 2, при любых условиях, даже в маловодные годы, необходимо обеспечить подачу воды в Междуреченское водохранилище. Через это водохранилище осуществляется подача воды в Муйнакский район. Остальные водоемы в зависимости от значимости и необходимости требуют подачу воды для сохранения водоемов Рыбачье, Жилтырбас, Судочье, и для периодического затопления (в год 2-3 раза) в целях создания зеленой полосы в дельте реки Амударья.

При обводнении водоемов, необходимо обратить внимание на качество используемой воды. На водоемах, как Судочье, Каратерен, Джилтырбас и ряд других (коллекторная вода с минерализацией 4-6 г/л) при отсутствии проточности может произойти засоление воды и почв, которые в конечном итого могут потерять свою продуктивность. Учитывая это

необходимо периодически обеспечивать подачу пресной воды (путем смешивания) и путем обеспечения водно-солевого обмена улучшить качество воды.

УДК 631.582

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ОСУШАЕМЫХ ПОЧВАХ В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

В.П. Лукашук
Институт гидротехники и мелиорации НААНУ

The organized experiences on influence of the lucerne on mineral drained soils and her importance as predecessor. Results of the studies of the nourishing mode drained of ground have shown that the lucerne plays the important role in accumulation not only nitric forms of the fertilizers in ground, but also phosphorus, and potassium. Most actively pass these processes of the enrichment of ground by nutrients on the second - a fourth years of the use the lucerne.

Проведены опыты по изучению влияния люцерны на минеральные осушаемые грунты и её значения как предшественника. Результаты исследований питательного режима осушаемых почв показали, что люцерна играет важную роль в накоплении не только азотных форм удобрений в почве, но также фосфора и калия. Наиболее активно проходят эти процессы обогащения почвы питательными веществами на второй – четвертый годы использования люцерны.

Многолетние травы способствуют возобновлению структуры почвы, подавляют развитие сорняков, замедляют интенсивность минерализации торфа, защищают почву от смыва и ветровой эрозии, предотвращают вымывание питательных веществ в грунтовые воды и так далее. Многолетние травы являются хорошими предшественниками для большинства сельскохозяйственных культур. При выращивании зерновых и пропашных культур на грани пахотного и подпахотного слоев происходит разрыв капиллярной связи, что нарушает поступление влаги из нижних слоев почвы в верхние. Многолетние травы возобновляют эту связь за счёт распространения корневой системы в подпахотный слой [1, 2].

В условиях современного земледелия практикуется насыщение севооборотов ведущими культурами, которые являются характерными для той или другой грунтово-климатической зоны. Такими культурами для органогенных почв являются многолетние травы и зерновые. Но при увеличении удельной части зерновых, в структуре посевных площадей, неминуемым является размещение их после зернового предшественника, который негативно влияет на их урожайность.

Для того, чтобы исключить неблагоприятное влияние предшественника можно ввести в севооборот промежуточные культуры, это снизит зараженность зерновых культур болезнями [3].

Применение многолетних трав в севообороте имеет большое значение не только для сохранения органики, но и для борьбы с сорняками. Количество сорняков на осушенном торфянике в севообороте с многолетними травами значительно меньше, чем в севообороте, где они составляют незначительный процент.

Потери торфа в результате минерализации органического вещества в условиях лесостепи составляют 7,5-8,5 т/га под многолетними травами и 13,5-15,0 т/га и более в год под пропашными культурами. Можно сделать вывод, что многолетние травы снижают интенсивность минерализации органического вещества, в результате создается более

благоприятное соотношение между азотом и зольными элементами питания, которое положительно влияет на сохранение и повышение плодородия почвы [4, 5, 6].

По данным многих ученых установлено, что выращивание однолетних культур на торфяных почвах должно ограничиваться 2-3 годами, после чего земли необходимо использовать под многолетние травы 4-5 и более лет [7, 8]. Особенностью составления кормовых севооборотов на давно используемых хорошо минерализованных органогенных почвах должно быть отведение под многолетние травы около 75-80 %, а под однолетние культуры - 20-30 % площади севооборота, что связано с необходимостью регуляции процессов минерализации органического вещества. Многолетние травы положительно влияют на пополнение почвы органикой, улучшают структуру почвы, предотвращают ее эрозию и загрязнение речной и грунтовой воды. Единственным негативным явлением после многолетних трав является увеличение количества проволочника, который пагубно влияет на следующие культуры севооборота, особенно пропашные, но этот вопрос решается введением промежуточной культуры.

Многолетние травы помогают возобновить и поддержать структуру почвы, очищают поля от сорняков, дают возможность рационально использовать основное богатство торфяных почв – азот, и предупреждают загрязнение им окружающей среды.

Нужно заметить, что посевы травосмесей из злаковых и бобовых трав эффективно восстанавливают плодородие почвы, её структуру в целом. В совместимых посевах растения испытывают меньшее поражение вредителями и болезнями, кормосмеси лучше сбалансированы по питательным веществам, а сено быстрее высыхает и теряет меньше листьев. Способность бобовых трав обеспечивать азотом не только себя, но частично и злаковые травы, способствует улучшению питания злаковых компонентов азотом в смесях с бобовыми. К тому же, по данным А.В. Боговина, О.М. Дзвоника, М.В. Куксина [5], под воздействием бобовых трав у злаковых видов усиливаются ростовые процессы.

Принимая во внимание экологический аспект, многолетние травы являются основными культурами для высокопродуктивного использования осушаемых земель и имеют важное природоохранное значение.

Основными показателями плодородия почвы является содержание в ней общего гумуса, валовых и подвижных форм азота, фосфора и калия.

Почвы подопытных участков (Сульского опытного поля ИГиМ) относятся к малогумусным, содержание гумуса в горизонте 0-10 см составляет 3,3-2,7 %, в горизонте 10-20 см -2,1-1,5 % и в подпахотном 40-60 см - 1,1-0,53 %.

Образцы почвы отобраны в севообороте с 1-м и 2-мя полями люцерны, а также под люцерной второго и пятого годов использования и под ячменем в поле без люцерны. Результаты лабораторных анализов приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Содержание нитратного азота в почве в зависимости от сроков использования люцерны, Сульское опытное поле.

Содержание вариантов опыта	Слой почвы, см	Содержание $N0_3$ мг на 100 г почвы. Дата отбора образцов почвы	
		весна	осень
Люцерна пятого года использования	0-10	4,8	4,2
	10-20	6,0	3,1
	20-30	4,7	1,4
Люцерна второго года использования	0-10	3,7	3,4
	10-20	3,7	2,7

	20-30	2,2	1,9
Под ячменем, в поле без люцерны	0-10	1,9	2,9
	10-20	3,0	2,0
	20-30	2,5	1,9
Севооборот с двумя полями люцерны, под люцерной	0-10	6,2	5,4
	10-20	5,2	3,1
	20-30	3,1	1,8
Севооборот с одним полем люцерны, под люцерной	0-10	3,1	3,8
	10-20	4,7	3,1
	20-30	2,6	1,5
Севооборот без люцерны, под кукурузой	0-10	2,4	3,0
	10-20	2,7	2,4
	20-30	1,5	1,7

Если сравнить содержание этого важного элемента в почве первой ротации севооборота с почвой второй ротации, то наблюдается небольшое повышение на вариантах с длительным использованием люцерны. Особенно это заметно на участках, где в первой ротации севооборота люцерна выращивалась 5 и более лет.

Как видно из приведенных данных, в течение вегетационного периода под люцерной пятого года использования в пахотном слое почвы 0-30 см накапливалось нитратного азота (NO_3) в среднем от 3,1 до 6,0 мг на 100 г почвы, а под люцерной второго года использования - 2,7-3,7 мг. На фоне этих двух участков достаточно выразительно выделяется вариант без люцерны. Здесь содержание NO_3 в пахотном слое не превышало 1,5-3,0 мг на 100 г почвы.

Если в слое почвы 0-20 см в поле без люцерны NO_3 было 2,4-3,0 мг, то под люцерной пятого года использования - 3,1-6,0 мг и под люцерной первого года использования, соответственно, - 1,9-3,7 мг на 100 г почвы. Под люцерной пятого года использования - 4,8 и 4,2 мг и под люцерной второго года использования - 3,7 и 3,4 мг на 100 г почвы. Следовательно, если на всех других вариантах опыта больше всего NO_3 накапливается преимущественно в верхних горизонтах 0-10 и 10-20 см, а ниже его содержание резко снижается, то в варианте, где люцерна выращивалась семь лет, напротив, в горизонте 20-30 см NO_3 даже больше.

Относительно севооборотов с разным насыщением люцерной то, как свидетельствуют приведенные в табл. 1 данные, уже можно говорить о тенденции улучшения азотного питания почвы на участках, которые больше насыщены посевами люцерны. Так, в севообороте с двумя полями люцерны в слое почвы 0-20 см содержание NO_3 было весной 5,7 мг и осенью 4,2 мг на 100 г почвы. А с одним полем, соответственно, 4,1 мг и 3,4 мг и в севообороте без люцерны лишь 2,6 мг и 2,7 мг на 100 г почвы. В слое почвы 20-30 см в севообороте без люцерны нитратного азота было менее всего по сравнению с другими вариантами опыта, всего лишь 1,7-1,5 мг на 100 г почвы.

Проведённые нами исследования свидетельствуют о том, что посевы люцерны способствуют также накоплению в почве подвижных форм фосфора и калия. Об этом свидетельствуют данные, которые приведены в табл. 2. В целом почва опытных участков хорошо обеспечена подвижными формами фосфора.

Вообще содержимое подвижных форм фосфора P_2O_5 по вариантам опыта в условиях отчетного года отвечает тем же показателям, что и нитратного азота, в поле без люцерны запас P_2O_5 в слое почвы 0-20 см составляет 6,8 и 7,9 мг.

Наблюдается разница содержания P_2O_5 на участках опыта, где люцерна выращивалась один год и пять лет. Как видно из данных табл. 2, под люцерной пятого года использования P_2O_5 накапливалось в почве немногим больше, чем под люцерной второго года

использования. Так, в пахотном слое 0-30 см под люцерной пятого года использования содержание P_2O_5 по срокам определения было 7,1 мг, 4,5 мг и 7,8 мг на 100 г почвы, а под люцерной первого года использования, соответственно, 4,4 мг, 4,0 мг и 5,8 мг. Больше всего накапливается подвижных форм фосфора в верхних горизонтах (0-10 и 10-20 см).

Таблица 2 - Содержимое подвижных форм фосфора и калия в почве зависимо от сроков использования люцерны, Сульское опытное поле.

Содержание вариантов опыта	Слой почвы, см	Содержание мг на 100 г почвы за Мачигиным			
		P_2O_5		K_2O	
		Дата отбора образцов почвы			
		весна	осень	весна	осень
Люцерна пятого года использования	0-10	6,4	8,9	9,0	10,3
	10-20	6,1	9,3	9,7	8,8
	20-30	5,0	8,5	6,3	6,9
Люцерна второго года использования	0-10	5,0	6,0	7,9	9,0
	10-20	4,9	6,6	8,8	7,4
	20-30	3,3	4,8	5,1	5,6
Под ячменем, в поле без люцерны	0-10	4,7	8,2	6,4	8,0
	10-20	4,4	7,6	8,5	7,4
	20-30	3,5	5,7	5,2	4,8
Севооборот с двумя полями люцерны, под люцерной	0-10	9,1	9,3	8,4	8,1
	10-20	8,0	8,1	10,6	8,8
	20-30	6,6	5,7	7,1	7,7
Севооборот с одним полем люцерны, под люцерной	0-10	8,1	8,8	8,7	6,6
	10-20	7,3	9,1	8,0	7,6
	20-30	6,4	7,3	5,3	5,1
Севооборот без люцерны, под кукурузой	0-10	6,7	6,6	4,7	4,4
	10-20	6,1	6,9	5,8	4,1
	20-30	5,1	5,4	4,8	5,3

Что касается опыта с разным насыщением севооборотов люцерной, то здесь видно чёткую закономерность по этому элементу питания. Больше всего его в почве в севообороте с двумя полями люцерны и менее всего без люцерны под ячменем.

В севообороте с двумя полями люцерны в слое почвы 0-20 см по срокам определения P_2O_5 содержалось весной 6,0 и осенью 8,7 мг, а под люцерной второго года использования, соответственно, 4,9 и 6,3 мг и на участке без люцерны под кукурузой 6,0 и 5,9 мг на 100 г почвы.

Известно, что калий наиболее подвижный и все его формы закрепляются в почве слабо, он более, чем азот и фосфор, вымывается грунтовыми водами. Особенно это касается легких по механическому составу дерново-подзолистых супесчаных почв, которые осушаются закрытым дренажом. Как видно из приведенных данных табл. 2, большой разницы между разными вариантами опыта по содержанию K_2O в почве нет.

Если сравнить участки с разным сроком использования люцерны, то по содержанию подвижных форм калия некоторое преимущество имеет вариант с пятилетним использованием люцерны. Здесь в слое почвы 0-20 см K_2O по срокам определения было 9,2 мг и 9,5 мг, а под люцерной второго года использования, соответственно, 8,3 и 8,2 мг на участке без люцерны 7,4 мг и 7,7 мг на 100 г почвы.

Разница содержания подвижных форм калия в почве наблюдается в севооборотах с разным насыщением люцерной. Так, в слое почвы 0-20 см в севообороте с двумя полями люцерны K_2O по срокам определения было 9,5 и 8,4 мг, а с одним полем, соответственно, 8,3

и 7,1 мг и в севообороте без люцерны - 5,5 и 4,2 мг на 100 г почвы. В слое почвы 20-30 см подвижных форм калия несколько меньше и значительной разницы между севооборотами не наблюдается.

Следовательно, анализируя приведенные результаты исследований питательного режима осушаемых луговых почв можно сказать, что люцерна играет важную роль в накоплении не только азотных форм удобрений в почве, но также фосфора и калия. Наиболее активно проходят эти процессы обогащения почвы питательными веществами на второй–четвертый годы использования люцерны. Дальше заметно уменьшается количество корневых остатков люцерны, и ее позитивное влияние на питательный режим почвы начинает уменьшаться.

В значительной мере эффективность фосфорного удобрения зависит от содержимого в почве фосфора, валовые запасы которого в торфяниках очень разные и составляют 0,16-0,9 %. На пойменных почвах с вивианитовыми прослойками содержимое фосфора может быть сверх одного процента. При сельскохозяйственном использовании осушаемых торфяников внесение фосфорных минеральных удобрений существенно повышает содержание подвижных форм фосфора в почве, в связи с чем в следующие годы при использовании этих почв дозы внесения фосфорных удобрений уменьшают.

Внесение фосфорных минеральных удобрений способствует улучшению использования растениями азота, калия и фосфора. К тому же разовое внесение фосфорных удобрений под все культуры на торфяниках имеет значительное преимущество перед частичным. Также установлено, что внесение его в сочетании с азотом и калием резко повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

По данным В.П. Шевченко [9] применение фосфорных удобрений на посевах многолетних травосмесей показало их высокую эффективность при ежегодном внесении. К тому же установлено, что одноразовое внесение фосфорных удобрений (на весне по мерзлой почве) имеет преимущество перед двукратным (половина нормы на весне, остальные – после первого укоса). Одноразовое внесение фосфора, в сравнении с двукратным, увеличивало сбор сухого вещества травы на 8,9–16,0 %. Известно, что внесение фосфорных удобрений улучшает качество многолетних трав путем повышения в биомассе первого укоса содержания фосфора, калия, клетчатки, жира, а в биомассе второго укоса – безазотистых экстрактных веществ, калия, фосфора. К тому же внесение фосфорных удобрений повышает урожайность травы в последействии, причем вносить фосфорные удобрения целесообразно с микроудобрениями.

Внесение калийных удобрений на слабо разложенных торфяниках Полесья Украины способствует повышению сбора сухого вещества многолетних луговых трав в 1,5 раза. Дозы калийных удобрений должны быть дифференцированы в зависимости от уровня обеспечения почвы обменным калием.

По данным М.М. Мостового и Л.П. Мельника [10] на торфяных почвах западного Полесья оптимальной дозой калийных удобрений является $К_{100}$. Эта доза повышает урожайность сена многолетних трав с 14,6 (без удобрений) до 83,3 ц/га, то есть урожайность увеличивается почти в 5 раз. Аналогичные результаты внесения калийных удобрений на торфяных почвах наблюдали и в других районах Украины.

Известно, что для оптимального роста и развития сельскохозяйственных культур на осушаемых органогенных почвах, кроме макроудобрений, нужные микроудобрения. Осушаемые торфяники, в первую очередь, бедны медью. Внесение ее в дозе 25 кг медного купороса (один раз в 3-4 года) повышает урожайность многолетних трав в условиях осушаемых органогенных почв.

Выводы. Торфяные почвы содержат много азота, который высвобождается в процессе минерализации органического вещества торфа. Поэтому есть возможность получения урожайности многолетних трав в севообороте на уровне 60-65 ц/га сухой массы и без внесения азотных удобрений.

Выращивание многолетних трав на осушаемых органогенных почвах лесостепи является важным мероприятием для сохранения торфяников при их сельскохозяйственном использовании. Их производительность в значительной мере зависит от типа почв, их водно-физических и агрохимических свойств, а также в значительной мере определяется регуляцией водного режима почвы, системой удобрений, агромелиоративными мероприятиями, а также структурой посевных площадей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вергунов В.А. Природоохранное адаптивно-ландшафтное мелиоративное земледелие в бассейнах малых рек Лесостепи Украины - Киев: Аграрная наука, 2006. – 432 с.

2. Кирсанова А.Т. Изменение торфа как питательной среды под влиянием культуры // Труды Минской болотной станции. - Минск: 1924. - Вып. 2. - С. 53-64.

3. Шевченко Н.Н., Лыко Д.В., Климента Н.А Особенности земледелия на мелиорированных землях Полесья Украины. - Киев, 1992. – 176 с.

4. Бескровный А.К. Проблемы земледелия на осушенных почвах Украины // Земледелие. - 1982. - № 3. - С. 36-38.

5. Боговин А.В., Дзвоник О.М., Куксин М.В. Повышение производительности сенокосов и пастбищ, - Киев: Урожай, 1986. – 232 с.

6. Гнида Е.С., Панюк Н.К. Влияние повышенных норм азотных удобрений на урожай и качество сена многолетних трав на мелкоторфяных почвах // Вестник с.-х. науки. - Киев, 1983. - № 9. - С. 19-22.

7. Никитюк О.А. Агроэкологическая и энергетическая оценка кормовых севооборотов на осушаемых органогенных почвах лесостепи Украины: Автореф. дис…канд. с.-х. наук: - Киев, 1996. – 24 с.

8. Слюсар И.Т., Штакал М.И., Царенко М.К. Корма с осушенного гектара. - Киев: Аграрная наука, 1998. – С 166-168.

9. Шевченко В.П. Агротехника сельскохозяйственных культур на осушаемых землях. - М.: Агропромиздат, 1985. – 303 с.

10. Мостовой М.Н., Мельник М.П. Удобрение сельскохозяйственных культур на торфяных почв украинского Полесья // Осушение и освоение низинных болот зоны Полесья УССР. - Киев: Урожай, 1965. - С. 125-145.

УДК 626.83.

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОПРИЁМНЫХ КАМЕР НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

М. Мамажонов, Б.М. Шакиров, У. Максудов.
Андижанский СХИ

В Республике Узбекистан площадь орошаемых земель составляет 4,3 млн га, из них 2,4 млн га орошается с помощью насосных станций. Количество насосных станций составляет более 1500. На них установлены свыше 500 насосных агрегатов, которые

ежегодно перекачивают около 59 млрд м^3 оросительной воды. Из производимой в республике электроэнергии (около 50 млрд кВт.ч.год) более 8 млрд потребляют насосные станции. Снижение потребления электроэнергии насосной станцией (НС) хотя бы на 1 % даёт возможность экономии электроэнергии 82-84 млн кВт.ч.

За счёт выбора оптимальных параметров водоприёмных камер НС можно добиться уменьшения потерь энергии и повышения КПД всего цикла всасывания. Поэтому определение оптимальных в гидравлическом отношении параметров камеры необходимо производить с учётом продолжительности и режима работы НС. Определение оптимальной формы водоприёмной камеры решается исходя из минимума потерь энергии. Критерий минимума суммарных расчётных затрат, применительно для водоприёмных камер выражается в следующем виде:

$$З=З_в+З_з, \qquad (1)$$

где $З_в$ – затраты по водоприёмной камере;

$З_з$ – затраты на компенсацию потерь энергии в насосном режиме.

При выборе основного варианта водоприёмной камеры необходимо учитывать оба слагаемых суммарных расчётных затрат, потому что каждое из них может изменяться в широких пределах в зависимости от того или иного конструктивного и компоновочного решения. При совершенствовании отдельных фрагментов основного варианта затраты по водоприёмной камере принимаются в первом приближении неизменными, исходя из этого в качестве критерия принимается минимум затрат на компенсацию потерь энергии:

$$З_з=\Delta Э_н \cdot S_н \rightarrow min, \qquad (2)$$

где $\Delta Э_н$-потери энергии в насосном режиме;

$S_н$- стоимость единицы потерянной энергии в насосном режиме.

Затраты на компенсацию потерь энергии определяются из выражения:

$$З_з = 9{,}81 S_н \int_0^{t_н} \frac{1}{\eta_н} Q_н \Delta h_н dt \quad , \qquad (3)$$

где Q-подача насоса;

$\Delta h_н$- потери напора в водоприёмной камере;

$\eta_н$-к.п.д. насосного агрегата;

t-продолжительность работы насосного агрегата.

При расчёте предполагается, что КПД и скорость движения потока не меняются, перекачиваемый объём воды постоянный, потери напора выражаются через коэффициент сопротивления ζ, после этого выражение (3) получается в следующем виде:

$$З_з = cV_н^2 \varsigma S_н \alpha \ , \qquad (4)$$

где $C = \dfrac{9{,}81}{\alpha \cdot 2g} \eta_н \int_0^{t_н} Q dt$

$V_н$-скорость движения потока; $\alpha = \dfrac{1}{\eta_t}$.

Из выражения (4) вытекает, что рациональное решение соответствует минимуму затрат $З_э$. Для определения оптимальной конструкции водоприёмной камеры, необходимо выполнить технико-экономические расчёты, учитывая продолжительность работы НС и стоимость теряемой энергии. При проектировании водоприёмной камеры НС кроме исследования гидравлических характеристик камеры, показателем которых служит коэффициент сопротивления ζ, необходимо доскональное изучение режима работы НС, используя для количественной оценки теряемой энергии замыкающие затраты на электроэнергию.

За счёт уменьшения ширины водоприёмной камеры с $В_{кам}=2Д_{вх}$ до $В_{кам}=Д_{вх}$ можно добиться значительного уменьшения заиления аванкамеры, улучшаются условия эксплуатации и уменьшаются размеры водоприёмных камер в среднем до 31 %.

Для строительства водоприёмной камеры восьмиагрегатной станции объём железобетона при $В_{кам}=2Д_{вх}$ составляет примерно 280 м^3, а при $В_{кам}=Д_{вх}$-200 м^3. Для железобетона стоимостью 37 сум за 1 м^3, экономия составляет примерно 3000 сум по расценкам 1990 г, а при перерасчёте с учётом коэффициента 1050 составляет 3150000 сум.

После анализа спектров всасывания водоприёмной камеры с вертикальным расположением всасывающего трубопровода предложена конструкция с направляющими лопатками, приподнятая над дном камеры и установленная на расстоянии $L_0=(2,6...3)\ Д_{вх}$ от входного сечения (рис. 1). Для определения оптимального расстояния L_0 от входного сечения до направляющих лопаток были проведены опыты с различными расстояниями L_0. Эксперименты проводились при различных $В_{кам}$, h_1, h_2, δ, φ, Q, чтобы определить оптимальные размеры камеры. С учётом минимальных гидравлических сопротивлений и незаиляемости они составили при Q=0,021 м^3/с: $В_{кам}=1,6\ Д_{вх}$,; $h_1=0,4\ Д_{вх}$; $h_2=2,9\ Д_{вх}$; $\delta=0,2\ Д_{вх}$.

Установкой направляющих лопаток в колено вертикальной всасывающей трубы можно добиться снижения сопротивления колена. Направляющие лопатки могут быть профилированными, упрощёнными и изогнутыми по поверхности цилиндра и тонкими концентрическими.

Направляющие лопатки в колене вертикальной всасывающей трубы рекомендуется устанавливать одинаковых формы и размеров. Обычно их располагают по линии изгиба колена.

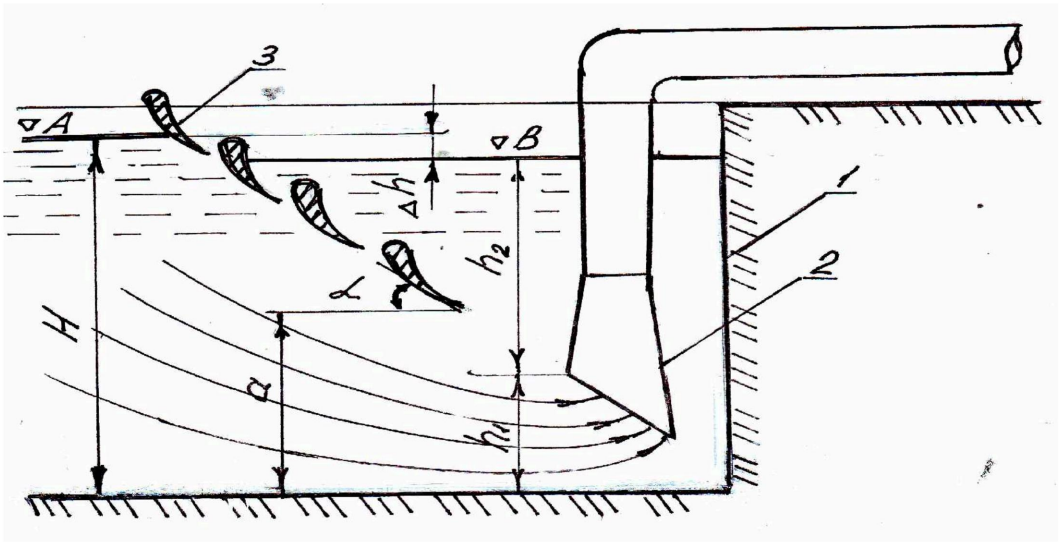


Рис. 1 - Водоприёмная камера с направляющими лопатками:
1-водоприёмная камера; 2-всасывающий трубопровод; 3-направляющие лопатки.

Собранная из направляющих лопаток аэродинамическая решётка в колене вызывает, вследствие развивающейся на ней аэродинамической силы, отклонение потока к внутренней стенке всасывающей трубы. За счёт правильного выбора размеров, числа и угла установки направляющих лопаток данное отклонение потока предотвращает отрыв струи от стенок и образование вихревой области. В результате улучшается распределение скоростей по сечению за поворотом и уменьшается сопротивление колена [1, 2].

Так как основным фактором уменьшения сопротивления и выравнивания поля скоростей является нейтрализация вихревой области у внутренней стенки всасывающей трубы, то и наибольший эффект создают направляющие лопатки, расположенные ближе к внутреннему закруглению. Это даёт возможность сократить число направляющих лопаток, за счёт удаления отдельных лопаток, расположенных ближе к внешней стенке колена всасывающей трубы (рис. 2).

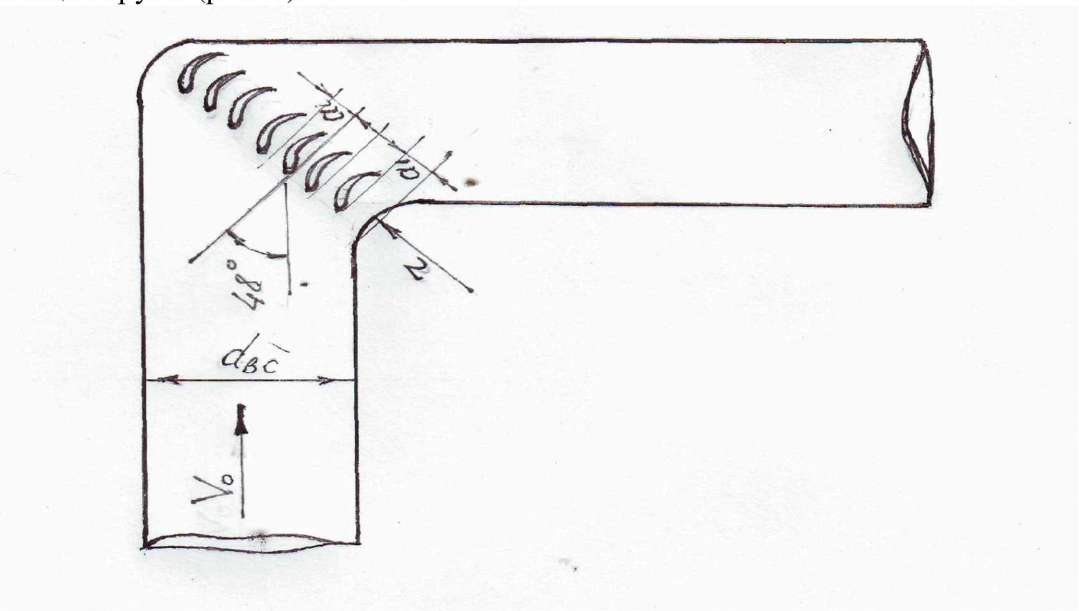


Рис. 2 - Колено вертикального всасывающего трубопровода с направляющими лопатками.

Также для водоприёмной камеры можно уменьшить число направляющих лопаток, удалив отдельные лопатки, располагающиеся ближе к поверхности воды в камере. Для получения равномерного распределения скоростей непосредственно в водоприёмной камере и после поворота всасывающей трубы число направляющих лопаток в камере и коленах принимается «нормальным» и определяется по формуле:

$$n_{норм}=2.13\left(\frac{r}{Д_0}\right)^{-1}-1\,, \qquad (5)$$

где r- внутренний радиус закругления;

$Д_0$- диаметр всасывающего трубопровода.

Для предотвращения образования вихревых воздушных воронок в водоприёмной камере, способствующих попаданию воздуха во всасывающий трубопровод и далее в насос, рекомендуется между боковыми стенками камеры и всасывающим трубопроводом в месте

образования воздушных воронок устанавливать расположенные параллельно боковым стенкам защитные стойки, разрушающие образующиеся воздушные воронки.

Внедрение результатов исследований и разработанных мероприятий по улучшению гидравлических условий работы водоприёмных камер, обеспечивает экономию энергетических и материально-технических ресурсов, в связи с чем необходимо продолжить научные исследования для разработки новых конструктивных мероприятий по насосным установкам.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим расчётам. - М.:Машиностроение, 1975. С. 227-229.

2. Дейли Дж., Харлеман Д.. Механика жидкости. - М.: Энергия, 1971. - С. 343-345.

УДК 626.83.

ПРОЦЕСС ВОРОНКООБРАЗОВАНИЯ В ВОДОПРИЁМНЫХ КАМЕРАХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

М. Мамажонов, Б.М. Шакиров, Х. Ураимов
Андижанский СХИ

Опыт эксплуатации крупных насосов показывает, что при образовании гидравлических воронок вихревой жгут глубоко проникает в проточную часть рабочего колеса насоса. За счёт этого вибрация насоса возрастает до недопустимых пределов, и насосы быстро выходят из строя.

Картина возникновения воздушных вихревых воронок в водоприёмных камерах насосных станций до настоящего времени изучена довольно слабо, а зачастую, противоречива. Такое положение объясняется тем, что, во-первых, отсутствует общепризнанная теория вихреобразования и закон его моделирования, во-вторых, выполненные экспериментальные исследования имели разрозненный характер, не отражающий комплексное влияние на этот процесс геометрии и конструкции всасывающего оголовка трубопровода и водоприёмной камеры.

Движение жидкости и образование воздушных полостей на поверхности воды в водоприёмных камерах у всасывающих оголовков представляет собой сложное явление, характеризующееся наличием трёх режимов и сменой их. Прорыв воздуха во входные отверстия всасывающего трубопровода возможен при образовании депрессионной, вихревой и комбинированной воздушных полостей на поверхности жидкости в камере при достижении критической величины скорости движения жидкости в трубопроводе V. [1, 2]. График зависимости $V = f\left(\frac{h}{d}\right)$ при данном режиме прорыва воздуха в трубопровод имеет вид кривой, круто поднимающейся вверх (рис. 1). Рост относительного погружения h/d от 0,4÷0,6 до 0,8÷1,8 сопровождается падением величины критической скорости на 10-50 %. Возле трубопровода образуется кольцевое или местное понижение уровня. В пределах кольца, в большинстве случаев, жидкость вращается вокруг трубопровода. В полости пониженного уровня появляются вихревые воздушные воронки, которые при значении скорости *V* свыше критической величины прорываются во входное отверстие всасывающего трубопровода.

Увеличение относительного погружения входной кромки трубы под уровень жидкости *h/d* свыше 1,0÷2,0 характеризуется ростом значения критической скорости движения жидкости во всасывающем трубопроводе, исчезновением депрессионного кольца и появлением относительно устойчивых воздушных вихревых воронок. Вращение жидкости вокруг трубопровода замедляется, изредка полностью прекращается. В пределах переходных зон от одного режима образования воздушных полостей к последующему возможны проявления прорывов воздуха, характерных для двух основных зон кривой зависимости *v=f (h/d)*.

Наиболее устойчиво воронки сохранялись и удерживались при заглублении всасывающего трубопровода под горизонт воды $h_2 \angle 0{,}5\ Д_{вх}$, в прямоугольных камерах с отодвинутой торцовой стенкой. Наилучшей формой камеры с точки зрения предотвращения образования воронок оказалась прямоугольная камера с торцовой стенкой вплотную придвинутой к всасывающему трубопроводу насоса. До определения влияния попадающего в насос воздуха на его работу, надо иметь рабочую характеристику насоса, подающего смесь воды с воздухом. В эксплуатационных условиях, при характерных для воронкообразования режимах работы насоса сложно определить соотношение между воздухом и водой в единице объёма подаваемой смеси в продолжительный период времени.

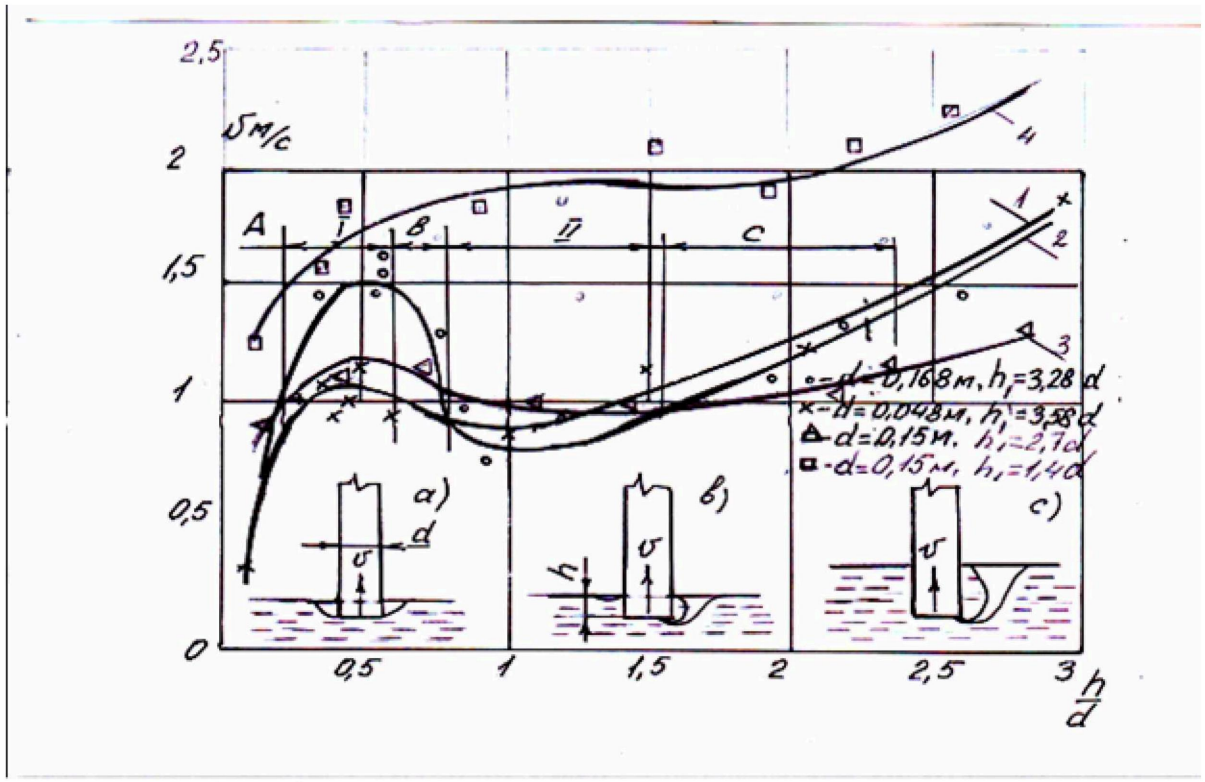


Рис. 1. График зависимости критической скорости движения жидкости во всасывающей трубе от глубины погружения входного отверстия

1, 2- по данным В.П. Чуписа для чистой воды; 3-по данным автора для чистой воды; 4-по данным автора для сегментной струенаправляющей стенки с отложениями наносов в камере.

При 3-процентном содержании воздуха в воде рабочая точка насоса 2К-9 смещается так, что $\eta_{мах}$ уменьшается на 5 % и при максимальном КПД насос может подать расход только 13,5 л/с, что на 16 % меньше, чем при его нормальной работе. Увеличение содержания воздуха на 10 % уменьшает максимальный КПД насоса на 28 %, а рабочая точка при этом

смещается так, что расход насоса падает на 44 % по сравнению с его нормальной работой. Дальнейшее увеличение содержания воздуха в воде приводит к срыву вакуума в насосе.

С помощью полученных результатов в ходе проведения опытов построен график зависимости величины заглубления всасывающего трубопровода насоса под уровень воды, при котором возникает воронкообразование при соответствующем заборе воды всасывающим трубопроводом (рис. 2). График построен для водоприёмных камер шириной более $2Д_{вх}$, h_1=0,8 $Д_{вх}$ и δ=1,25 $Д_{вх}$ при отношении $\frac{Ä_{âõ}}{d}$ =1,5÷1,8, где d-диаметр всасывающего трубопровода.

Опыты показали , что в камерах с $B_к$=1÷1,5 $Д_{вх}$ наблюдается закрутка потока, без образования воронок, воронкообразование начинается при достижения уровня воды h_2= 2,5 $Д_{вх}$ Когда величина заглубления достигает h_2=$Д_{вх}$ появляются отдельные пузырьки воздуха, а при уменьшение до h_2=0,5÷0,6 $Д_{вх}$ в зоне всасывающего трубопровода образуется сплошной аэрированный поток. Учитывая этот фактор, многие авторы рекомендует при ширине камеры менее $B_к$=1,5·$Д_{вх}$ заглубление всасывающего трубопровода под минимальный уровень воды принимать не менее h_2=1,1 $Д_{вх}$.

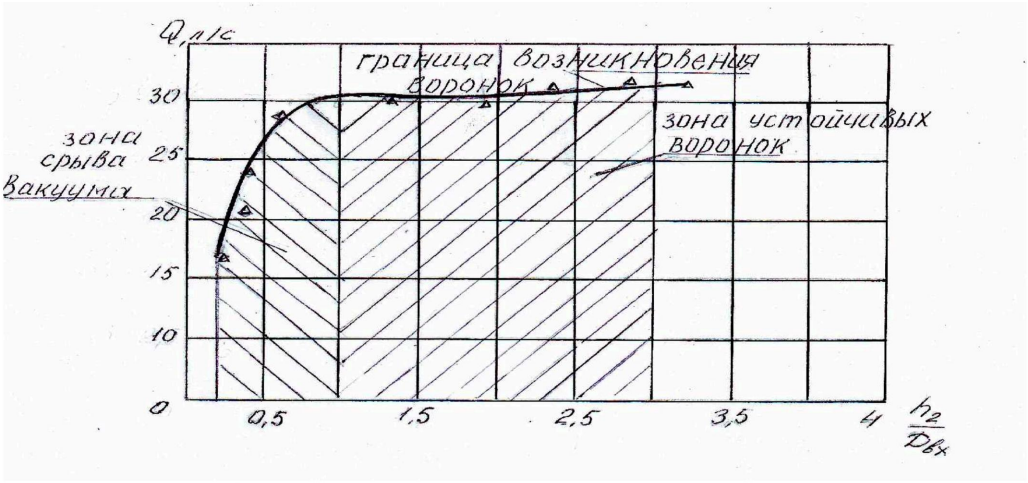


Рис. 2 - Зависимость возникновения воронок от подачи насоса и относительного заглубления всасывающей трубы под уровень воды

Сопоставляя расчётные значения по формуле Р.Г. Перельмана с экспериментальными данными h_2, установили, что расхождение составляет 20,6 %. Поэтому данную формулу рекомендуется использовать для определения h_2 для насосных станций, введя поправочный коэффициент. Для удобства выполнения расчётов по данной формуле рекомендуется использовать график $f\left(\frac{V_0}{\sqrt{D}}\right)=\frac{H_{ãä}}{D}$:

$$H_{kp}=0{,}6D\left(\frac{V_0}{\sqrt{gD}}\right)^{0{,}55},$$

где D- диаметр отверстия;

V_o- средняя скорость истечения в сжатом сечении на расстоянии примерно 0,5D ниже плоскости отверстия.

При эксплуатации насосных станций необходимо оборудовать их средствами контроля за уровнем водоисточника. В случае приближения уровня воды к заданному критическому должен подаваться предупредительный сигнал, а при дальнейшем снижении уровня за $H_{кр}$ насосный агрегат должен быть автоматически остановлен.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Киселёв П.Г. Справочник по гидравлическим расчётам. - М.: Энергия, 1974 -. С. 58.

2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим расчётам. - М.: Машиностроение,1975. - С. 169-171.

УДК 631.67.03

ТОМЧИЛАТИБ СУҒОРИШ ТИЗИМЛАРИНИ ҚЎЛЛАШ ТАРИХИДАН

С.А. Маматов, Л.А. Глазкова
В.Д. Журин номидаги САНИИРИ

Узоқ қадимдаёқ Шарқ мамлакатларида дарахтларни суғоришда деҳқонлар турли сув тежовчи усулларни қўллаб келишган. Уларнинг орасида сувни тўғридан-тўғри дарахтнинг илдиз қисмига етказиб бериш доимо аҳамиятли бўлиб келган. Бунинг учун асосан дарахтнинг илдизи яқинида тупроққа кўмилган сопол хумчалардан фойдаланилган. Сопол хумчага қуйиб қўйилган сув секин сизиб тупроқни намлаши натижасида дарахт илдизига керакли миқдорда сув етказиб берилган. Хумчадаги сув сатҳи пасайиши тезлигини ҳисобга олган ҳолда маълум муддатдан сўнг унга яна сув қуйиб қўйилган. Мазкур амал вегетация даврида доимо такрорлаб турилган. Бунда ҳеч қандай ариққа ҳожат бўлмаган, дарахтлар эса гуркираб ривожланган.

Бугунги кундаги томчилатиб суғориш тизимларини яратишнинг асоси 1886 йилда ҳозирги Афғонистон ҳудудида сувни сопол қувурлар ёрдамида ҳар бир дарахтнинг илдиз қисмига етказиб беришни тадқиқ қилишдан бошланган. 1913 йилга келиб АҚШнинг Колорадо университети тадқиқотчиси Б. Хауз томонидан ўсимликнинг фақатгина илдиз қатламини намлаш асосида суғоришга ишлатилаётган сув миқдорини камайтириш тизимини оммага намойиш қилган. 1920 йиллар давомида Германия олимлари суғоришга сувни тешикли қувурлар асосида бериш воситасида бошқарилувчи суғориш тизимини ишлаб чиқдилар. Лекин ушбу суғориш усулларининг самарадорлиги замонавий точмчилатиб суғориш тизимлари самарадорлигидан анча паст эди.

1950 йилларга келиб пластик материалдан, хусусан полиэтилендан арзон қувурлар ишлаб чиқариш технологиялари яратилгандан кейингина томчилатиб суғориш тизимларини кескин ривожлантириш имкониятлари юзага келди.

Буюк Британия ва Францияда бошқарилувчи суғориш тизимларини тадқиқ қилиш ишлари кучайтирилди. Энг катта ютуққа Британия сув агентлиги ходими Симха Бласс томонидан эришилди. У 1950 йилларда янги тузилган Исроил давлатига кўчиб ўтганидан сўнг у ерда ерда водопровод қувури яқинидаги дарахтни гуркираб ривожанганлигидан қаттиқ таъсирланади ва ўз тадқиқотларини томчилатиб суғоришни ривожлантириш йўналишида олиб боради. У дунёда биринчи бўлиб лабиринтли томизгични яратади ва ушбу ихтиросини 1959 йилда патентлаштиради. Мазкур технологияга кўра катта босим билан ўсимлик ёнига

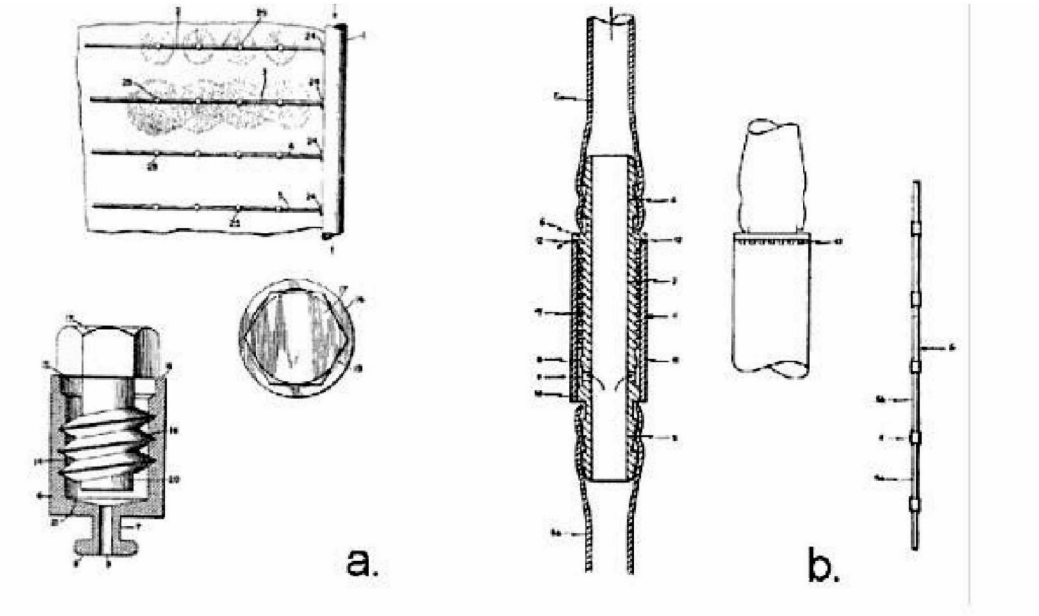
етиб келган сув лабиринтли йўлакчалардан сиқилиб ўтиши натижасида қувур ташқарисига фақатгина томчи сифатида чиқа олади. Сув даладаги барча дарахтлар остида бир хилда томади ва натижада оз миқдордаги сув билан кўп дархтларни суғориш имконияти яратилади.

Симха Бласснинг яратган томизгичи ҳозирги кундаги томчилатиб суғориш тизимларининг асосий элементи ва ажралмас қисми ҳисобланади [1].

1980 йилларга келиб Жанубий ва Шимолий Америка мамлакатлари ва Австралияда томчилатиб суғоришнинг янги технологиялари ривожлантирилди. Мазкур технологияларда сувни тежаш одатдаги 30 % дан 50 % га қадар кўтарилди.

Худди шу йилларда томчилатиб суғориш тижорий мақсадлар учун хизмат қила бошлади, яъни суғориш пайтида ишчи кучига сарфланадиган ҳаражатларни тежаш имкониятлари юқорилиги хусусияти томчилатиб суғоришни сунъий ландшафтларни яратишда у кенг қўлланишига кенг йўл очиб берди.

Америка Қўшма Штатларида 1960 йилларнинг бошида Ричард Хапин томонидан “Шудрингли шланг” номи (бошқа номи “спагетти қувури”) билан томизгичли лента ишлаб чиқилди ва унинг биринчи намунаси 1964 йилда амалиётга жорий қилинди. Бундай шланглар асосан дарахтлар ва иссиқхоналарда етиштириладиган гулларни суғориш учун кенг қўлланган [1].



АҚШда 1950 йилларда рўйхатга олинган дастлабки томизгичлар намуналари
a) патент 2.752.201 Ерни суғориш усул ва воситалари. L. Blass
b) патент 3.420.064 Суғориш учун томизгич ва қувур тизими. S. Blass

Томчилатиб суғориш тизимларини жорий қилиш 1980 йиллардан кейин айниқса кенгайди ва 2000 йилга келиб уларнинг дунё миқёсидаги жорий қилинган умумий майдони 3,2 млн. гектардан ортиб кетди (*Халқаро ирригация ва дренаж комиссияси маълумотига асосан*).

Томчилатиб суғоришни амалда қўллашда Исроил, Кипр, АҚШ, Италия, Австралия ва Иорданияда жуда катта ютуқларга эришилди.

АҚШнинг Хавай оролларида қиялик майдонларда шакарқамиш етиштиришда эгатдан суғориш усулини қўллаш мумкин бўлмаганлиги, ёмғирлатиб суғориш эса катта қийинчиликлар туғдирганлиги боис, томчилатиб суғориш усули синаб кўрилган ва унинг

самарали эканлиги аниқлангандан сўнг 11 шакарқамиш плантацияси 1986 йилда тўлалигича томчилатиб суғоришга ўтказилган [3].

АҚШ, Австралия, Исроил ва бошқа бир қатор мамлакатларда ер остидан томчилатиб суғориш тизимлари кенг тарқалди. Ушбу тизимлар сувни ўсимликнинг илдиз қатлами остидан етказиб беришга мослаштирилганлиги билан бошқа томчилатиб суғориш тизимларидан кескин фарқ қилади.

Ўзбекистон шароитида томчилатиб суғориш тизимлари асосан 1977 йилдан бошлаб тажриба тариқасида боғ ва узумзорларда тадбиқ қилина бошлаган. Бу даврда, яъни 1977 йилда Хоразм вилоятининг Хива туманида 1,5 га майдондаги боғни, 1978 йилда эса САНИИРИ институтининг Жиззах вилояти Зомин туманидаги тажриба хўжалигида 200 га майдондаги узумзорни, Шредер номидаги боғдорчилик ва узумчилик илмий тадқиқот институтининг 2,0 га майдондаги боғини суғориш учун маҳаллий шароитларда яратилган томчилатиб суғориш тизимлари жорий қилинган [3].

Томчилатиб суғориш тизимларини қўллаш 1990 йиллар бошида анча кенгайтирилди ва уларнинг майдони 1993 йилга келиб 1134 гектарга етказилди. Шу жумладан, 1991-1992 йилларда Исроил технологияси асосида Андижон вилоятининг Қўрғонтепа туманидаги “Савай” хўжалигида 1 минг га пахта майдонида 6,6 млн. АҚШ доллари қийматига эга бўлган томчилатиб суғориш тизимини жорий қилиш режалаштирилиб, унинг биринчи навбати – 500 гектарли қисми ишга туширилди.

Худди шу йилларда томчилатиб суғориш тизимларини пахта етиштиришда қўллашнинг имкониятлари ўрганилди. САНИИРИда олиб борилган тадқиқотлар натижалари пахтани парваришлашда томчилатиб суғоришни қўллаш сувни эгатлаб суғоришга нисбатан 1,5 – 3,0 мартагача камайтириш, пахтадан гектарига 35-43 центнергача миқдорда ҳосил олиш имкониятини яратиши мумкинлигини тасдиқлади [2].

1990 йилларнинг иккинчи ярмида Ўзбекистонда яна 600 га майдонда томчилатиб суғориш тизимлари жорий қилинди. Шу жумладан 1999-2001 йилларда Тошкент, Жиззах ва Сирдарё вилоятларида учта 100 гектарли майдонда Нетафим фирмасининг ҳар бири 2,1 млн. АҚШ доллари турадиган томчилатиб суғориш тизимлари жорий қилинди. Қурилган ушбу суғориш тизимлари турли сабабларга кўра кўнгилдагидай фаолият юритишмади [3].

Кейинчалик ўтказилган тадқиқотлар (2002 йилда) натижаларининг маълумот беришича, 1991-1996 йилларда қурилган 883 га майдондаги томчилатиб суғориш тизимларининг 43 % и орадан 5-10 йил ўтса ҳам яхши ишлаётганлиги маълум бўлди. Бугунги кунда (2010 йилга келиб) эса ушбу тизмлардан бири - Қашқадарё вилояти «Варганза» хўжалигидаги тизим ҳамон фаолият юритмоқда [3].

Ўзбекистонда 1977 - 2000 йиллар оралиғида қурилган томчилатиб суғориш тизимларининг одатдаги, эгатлаб суғоришга нисбатан сув тежаш имкониятлари таҳлилини кўрсатишича боғ ва узумзорларда суғоришга берилган сув одатдагига нисбатан 60 % гача, пахта етиштиришда эса 40 % гача тежалган.

Амалга оширилган таҳлиллар натижасида жорий қилинган томчилатиб суғориш тизимларини яхши ишламаганлигининг асосий сабаблари сифатида қуйидагиларни кўрсатиш мумкинлиги аниқланди:

– экинларни етиштиришнинг томчилатиб суғоришга асосланган агротехнологияларини бўлмаганлиги;

– томчилатиб суғориш тизимларига фақат сув тежовчи тизим сифатида ёндошилганлиги, яъни ушбу тизимлар сувни ва у орқали ўсимликка бериладиган озуқани бошқариш имкониятларини яратишига, меҳнат сарфларини камайтириши ва ҳосил сифатини яхшилашига эътибор қаратилмаганлиги, яъни томчилатиб суғориш тизимларининг барча афзалликларини тўлиқ тушуниб етилмаганлиги;

– тизимдан фойдаланувчиларнинг етарли малакага эга бўлмаганликлари;

– алоҳида жойларга тадбиқ қилинган томчилатиб суғориш тизимлари ишлаш режимларини мавжуд суғориш тармоқлари сув бериш режимларига доим ҳам мос тушмаганлиги (истъемолчиларга сув навбат билан эмас, балки доимий равишда бир текис берилиши лозим) ва бошқалар.

Мамлакатимиз раҳбарияти томонидан томчилатиб суғориш тизимларига бўлган эътиборни яна қайтадан кучайтирилиши натижасида охирги икки йилда мамлакатимизда қарийб 2000 га майдонда томчилатиб суғориш тизимларини жорий қилишга эришилди. Энг асосийси ҳозирги кунда ернинг ҳақиқий эгаси саналган фермерлар орасида томчилатиб суғориш тизимлари афзалликларини тўғри тушуниб етган ва уни жорий қилиш истагида бўлган ва бунинг учун имконият излаётганлар кундан кунга ортиб бормоқда.

Шунинг учун ҳозирги кунда соҳа мутахассисларнинг олдидаги асосий вазифалар фермерларга томчилатиб суғориш тизимларини самарали қўллаш имкониятини яратадиган экинларнинг мос навлари ва уларни етиштиришнинг ўзига хос агротехнологияларини тақдим қилиш, томчилатиб суғориш тизимларини тўғри қўллаш йўллари ва уларнинг афзалликлари борасидаги тушунтириш ишларини янада кучайтиришдан иборат бўлиши лозим.

АДАБИЁТЛАР:

1. Микро-суғоришнинг ривожланиши (инглизча). Интернет материали, веб-сайт: */http://www.gardenguides.com/79735-history-drip-irrigation.html.*

2. Сборник научных трудов по капельному орошению / САНИИРИ. - Ташкент, 1995. – 172 с.

3. Оценка эффективности работ по внедрению технологии капельного орошения в различных регионах страны: Отчет о НИР / САНИИРИ., ответ. исп. С.А. Маматов. – Ташкент, 2009.

УДК 626.824

РОЛЬ ВОДОУЧЕТА В АССОЦИАЦИЯХ ВОДОПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Р.Р. Масумов
НИЦ МКВК

Переход от крупных государственных и коллективных производственных систем к приватизации поднял вопросы собственности на землю, использования оросительной воды, и занятости населения в сельском хозяйстве. В недалеком прошлом в Узбекистане вода на орошение учитывалась только в точках выдела в коллективные хозяйства по каналам второго порядка, а внутри хозяйств распределялась по отделениям и бригадам с соблюдением очередности и без всякого учета. Крупные колхозы и совхозы стали преобразовываться в ширкатные, дехканские, фермерские и другие формы собственности управления хозяйства.

Появление этой многочисленной армии землепользователей усложнило задачу распределения оросительной воды между ними. Если раньше водохозяйственные государственные организации доставляли воду до границ коллективных хозяйств, а дальше распределением воды занимались гидротехники и мирабы колхозов, то теперь задача усложнилась. Например, сегодня из одного канала второго порядка могут питаться водой сразу несколько хозяйств различной форм собственности, Причем, каждое хозяйство считает, что ему в первую очередь необходимо произвести полив. При таком разнообразии форм

хозяйствования, отсутствии очередности и справедливых принципов водораспределения, конфликты и споры между ними стали обычным явлением.

Ситуация стала меняться в связи созданием ассоциаций водопотребителей (АВП), основной задачей которых являлось распределение оросительной воды между своими членами. Но справедливое распределение воды в АВП немыслимо без оснащения отводов водопотребителей водомерными устройствами. Работы по полному оснащению отводов фермерских хозяйств водомерными устройствами были начаты еще в 2003 г., при финансировании проекта «ИУВР-Фергана» в пилотных АВП трех стран Ферганской долины. За счет средств проекта в АВП «Акбарабад» (Узбекистан) было построено 66 гидропостов, в АВП «Заравшан» (Таджикистан) - 26 гидропостов и АВП «Жапалак» (Кыргызстан) - 118 гидропостов. Обустройство всех фермерских хозяйств водомерными устройствами позволило начать работы по апробации методики распределения оросительной воды по заявкам водопотребителей в соответствии с суточным планом водопользования, разработанным сотрудниками проекта.

Учитывая, что такой подход показал высокую эффективность, в 2008 г. руководством SDC был выделен малый грант в размере около 150 тыс. долларов США, что позволило построить в отводах групп водопользователей (ГВП) в Кыргызстане 88 гидропостов, в Узбекистане - 150 гидропостов и в Таджикистане - 121 гидропост. Всего было оборудовано 359 водомерных устройств в 48-и ассоциациях водопотребителей, расположенных в зоне пилотных каналов трех стран. Отметим один немаловажный факт. Несмотря на то, что водопотребителями АВП были оснащены гидропостами только отводы ГВП, целью этого мини-гранта было на примере строительства гидропостов обучить персонал АВП технологии производства строительных работ (рис. 1 (а; б)).



Рис. 1 - *а) Участие членов АВП в строительстве гидропостов;*
б) Завершенный гидропоста - лоток САНИИРИ

Параллельно, через семинары и тренинги, консультантами проекта велась работа по обучению водопользователей эксплуатации и ведению ежедневного водоучета в журналах установленного образца и т.д., и это было большим достижением (рис. 2).



Рис. 2 - Обучение водопотребителей ведению журналов учета воды

Малый грант по оснащению гидропостами отводов ГВП сыграл большую роль в распространении опыта ИУВР в АВП, расположенных вдоль пилотных каналов в странах Ферганской долины. Наличие водомерных устройств в каналах ГВП позволило снизить социальную напряженность, возникающую при делении и распределении воды. Конечно, в масштабе ассоциаций, эти построенные гидропосты не могли влиять на процесс управления водой, но их наличие позволило водопользователям понять важность и необходимость водоучета на каналах АВП.

Несомненно, полученные знания и строительные навыки позволят персоналу и водопользователям АВП в дальнейшем вести самостоятельно строительство гидропостов на своих каналах, внедрять передовой опыт проекта «ИУВР», и этот факт является серьезным вкладом проекта.

Работы по оснащению каналов АВП водомерными устройствами были продолжены в 4-ой фазе проекта «ИУВР». В программу работ проекта на 2008-09 гг. входила организация технической и финансовой помощи водопользователям для строительства гидропостов на демонстрационных каналах базовых АВП. На основании натурных обследований демонстрационных каналов консультантами проекта в 10-ти базовых АВП была определена потребность в строительстве водомерных устройств (табл. 1).

Таблица 1

№ п/п	Наименование базовых АВП	Планируемое кол-во г/п
Узбекистан		
1	Акбарабад	32
2	Машьал	12
3	Актепа Киргизобод	8
4	Хурмон азиз	15
5	Кува урта боз анори	10
6	Ханабад	14
7	С.Косымов	18
8	Томчи куль	10
	Итого	119

№ п/п	Наименование базовых АВП	Планируемое кол-во г/п
Кыргызстан		
1	Мурза-Ажи	14
2	Гуч-Гунан	17
3	СВ "Увам"	1
	Итого	32
Таджикистан		
1	Маданият	13
2	Гулякандоз	40
	Итого	53
	ВСЕГО	204

Предварительно для всех базовых АВП за счет средств проекта были изготовлены и розданы комплекты металлических опалубок для изготовления лотков САНИИРИ, переносные трапецеидальные водосливы ВЧ-50, уровнемерные рейки РГО-0,5 и прочее вспомогательное оборудование. Перед началом строительства были организованы практические семинары по обучению персонала АВП выбору места, типа водомерного устройства в зависимости от местных условий. В результате, к концу 2009 г. во всех 10-и базовых АВП было построено 204 ед. водомерных устройств.

Оснащение демонстрационных каналов АВП водомерными устройствами помогло снять социальную напряженность при водораспределении. Прозрачность информации по водораспределению повысило доверие водопользователей персоналу АВП и помогло проекту «ИУВР» внедрить методику суточного планирования водораспределения, основанного на учете заявок фермеров на воду, вести мониторинг водоподачи со стороны как водохозяйственных организаций, так и его распределения среди водопотребителей АВП.

По просьбе Союза водопользователей «Увам» (Кыргызстан) в 4-ой фазе проекта «ИУВР» был заново построен головной гидропост на канале «Конурат» (см. рис. 3).

В 4-ой фазе проекта «ИУВР», по предложению экономистов, в базовых АВП была внедрена система дифференцированной оплаты услуг в зависимости от размера поливных площадей и состава сельхозкультур. Такой подход был принят как вынужденная мера ввиду того, что не все каналы базовых АВП были оборудованы водомерными устройствами. Это не позволяло персоналу АВП полностью внедрить оплату услуг за фактически поданный объем воды.

Учитывая этот факт, в 2010 г. руководством SDC был выделен еще один мини-грант для завершения оснащения всех каналов базовых АВП проекта «ИУВР» водомерными устройствами. В целях распространения опыта «ИУВР» дополнительно в бюджете нового проекта были предусмотрены средства для оснащения каналов 6-ти АВП, охваченных проектом продуктивности поля (WPI-PL) и 3-х АВП, расположенных в зоне трансграничных рек. Всего в АВП трех стран по этому гранту в 2010-11 гг., планируется построить более 600 водомерных устройств, включая сооружения с регулирующими затворами.









Головной участок канала «Конурат» Прокладка проектного профиля в грунте до реконструкции

Завершенный головной участок канала Створ гидропоста после реконструкции

УДК 631

ХОРАЗМ ВИЛОЯТИ ШАРОИТИДА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИК ЭКИНЛАРИНИНГ СУҒОРИШ РЕЖИМИНИ АНИҚЛАШДА ТУПРОҚҚА СУВНИНГ ШИМИЛИШИ

Б.Ш. Матякубов
В.Д. Журин номидаги САНИИРИ

В статье приводятся условия определения оптимального режима орошения для сельскохозяйственных культур, а также разработки оптимального режима орошения хлопчатника, с учётом влажности завядания на луговых-аллювиальных почвах Хорезмской области. А также проведенные полевые опыты с хлопчаником с 1994 по 2003 гг.в хозяйстве Бузкала (легкосуглинистые почвы) и Халкабад (среднесуглинистые почвы) Янгибазарского

района Хорезмской области. Статья также предоставляет информацию об опытных участках:

Опыт I-й. Посев производился после вспашки люцерны. Почвы староорошаемые луговые - аллювиальные, легкосуглинистые, слабозасолённые. Годы проведения исследования 1994-1998 гг. (хозяйство Бузкала);

Опыт II-ой. Посев производился после вспашки люцерны. Почвы староорошаемые луговые - аллювиальные, среднесуглинистые. Годы проведения исследования с 1994-1998 гг. (хозяйство Халкабад);

Опыт III-й. Посев производился после вспашки озимой пшеницы. Почвы староорошаемые луговые - аллювиальные, легкосуглинистые, слабозасолённые. Годы проведения исследования 1999-2003 гг. (хозяйство Бузкала);

Опыт IV-ый. Посев производился после озимой пшеницы. Почвы староорошаемые луговые-аллювиальные, среднесуглинистые. Годы проведения исследования 1999-2003 гг. (хозяйство Халкабад).

Информация представляет детальное описание о водопроницаемости почвы, забора воды и вторичном использовании сбросной воды, а также предоставляет многолетние данные об удельной водоподачи и урожайности хлопчатника по Хорезмской области. В статье также приведены условия определения режима орошения хлопчатника и настоящие методы определения режима орошения сельскохозяйственных культур.

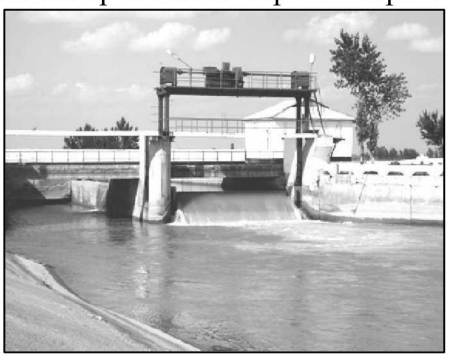
Қишлоқ хўжалик экинларини суғориш режими бу маълум тупроқ, гидрогеологик, иқлим ва агротехника шароитларида ўсимлик учун зарур бўлган сув, ҳаво, туз ва озиқланиш режимларини таъминлайдиган суғориш вақтлари, муддатлари ва нормаларининг мажмуасидир.

Ўсимликнинг мақбул суғориш режими қуйидаги талабларга жавоб бериши керак:

1. Ўсимлик ривожланишининг ҳар бир фазасида сувга бўлган эҳтиёжини қондириш ва маълум агротехника даражасида муайян экиндан юқори ва барқарор ҳосил олиш.

2. Тупроқда талаб қилинган сув режимини у билан боғлиқ бўлган иссиқлик, ҳаво, туз ва озиқлантириш режимларини ҳосил қилиш ва ростлаб туриш.

3. Тупроқнинг ботқоқланишига, шўрланишига ва эрозияга йўл қўймаган ҳолда тупроқ унумдорлигини ошириш.



1 расм - Суғориш манбаи

4. Меҳнатни ташкил этиш ва бошқалар.

Қишлоқ хўжалик экинларини суғориш режимини, жумладан ғўзага бериладиган сув миқдорини аниқлаш мақсадида Хоразм вилоятининг енгил ва ўрта қумоқ тупроқлар шароитида 1994-2003 йилларда дала тажриба ишлари ўтказилди.

Дала тажриба ишларини ўтказиш услуби 1-жадвалда келтирилган.

Қишлоқ хўжалик экинларини мақбул суғориш режимини, жумладан ғўзага бериладиган сув миқдорини аниқлаш мақсадида Хоразм вилоятининг утлоқи – аллювиал тупроқлар шароитида 1994-2003 йилларда дала тажриба ишлари ўтказилди. Дала тажриба ишлари ҳар хил тупроқлар шароитида Хоразм вилояти Янгибозор туманинг “Бузкала” ва “Халкабад” ширкат хўжаликларида ўтказилди:

1-жадвал Ғўзани тажриба ўтказиш схемаси

Вариант номери	Суғориш олди намлиги, % чегаравий дала нам сиғимига нисбатан	Суғориш вақтини аниқлашдаги ҳисобий қатлам қалинлиги, см		
		Гуллашгача	Гуллашдан-ҳосилга киришгача	Ҳосилга киргандан сўнг
1	Ишлаб чикариш назорати	Хакикий улчов буйича		
2	60-70-60	0-50	0-70	0-50
3	70-70-60	0-50	0-70	0-50
4	70-80-60	0-50	0-70	0-50

Ғўза нави 175-Ф (1994-1998 й.)
Ғўза нави Хоразм-127 (1999-2003 й.)

1-тажриба даласи. Бедадан бўшаган ерларга экилган ғўза. Эскидан экилиб келинган, ўтлоқи-аллювиал, енгил тупроқ, кам шўрланган. 1994-1998 йилларда тажриба ишлари ўтказилган (Бузкаъла ширкат хўжалиги);

2-тажриба даласи. Бедадан бўшаган ерларга экилган ғўза. Эскидан экилиб келинган, ўтлоқи-аллювиал, ўрта қумоқ тупроқ. 1994-1998 йилларда тажриба ишлари ўтказилган (Халқобод ширкат хўжалиги);

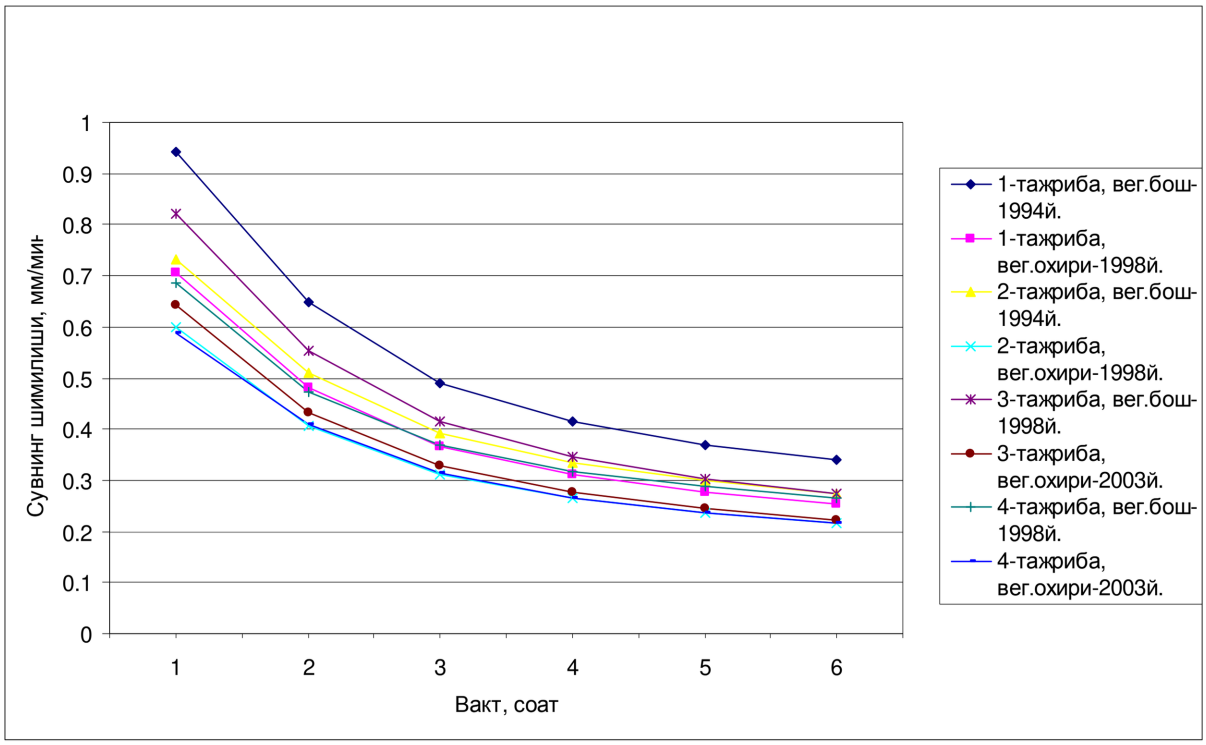
3-тажриба даласи. Буғдойдан бўшаган ерларга экилган ғўза. Эскидан экилиб келинган, ўтлоқи-аллювиал, енгил тупроқ, кам шўрланган. 1999-2003 йилларда тажриба ишлари ўтказилган (Бузкаъла ширкат хўжалиги);

4-тажриба даласи. Буғдойдан бўшаган ерларга экилган ғўза. Эскидан экилиб келинган, ўтлоқи-аллювиал, ўрта қумоқ тупроқ. 1999-2003 йилларда тажриба ишлари ўтказилган (Халқобод ширкат хўжалиги).

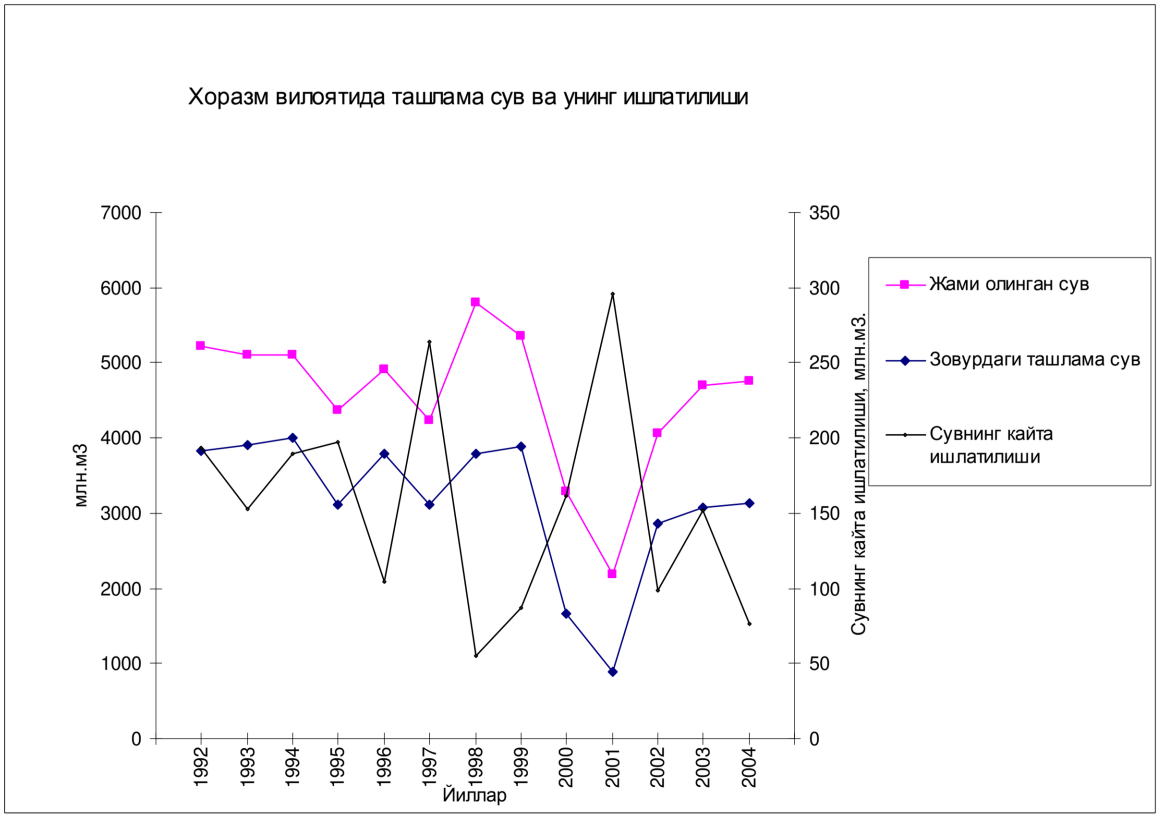
Тажриба ишлари 3 такрорланишда олиб борилди. Дала тажриба ишлари бўйича натижалар қуйида келтирилган. Тажриба даласидаги сувнинг тупроққа шимилиши 2-расмда келитирилган.

Тажриба даласининг енгил тупрокли участкасида тажриба бошида сувнинг тупроққа шимилиши 6 соат давомида гектарига -988(тажриба 3)дан 1221 (тажриба 1) $м^3$ гача, яъни минутига 0,275; 0,339 милиметрга тенг бўлди. Ўрта қумоқ тупрокли участкасида тажриба бошида сувнинг тупроққа шимилиши 6 соат давомида гектарига -957 (тажриба 3) дан 991 (тажриба 1) $м^3$ гача, яъни минутига 0,275; 0,266 милиметрга тенг бўлди.

Хозирги кам сув билан таъминланганлик вақтида вилоятда ташлама сувларни ишлатишга ҳам катта эътибор берилаяпти, бу орқали сувдан самарали фойдаланишга эришилмоқда. Қуйида Хоразм вилоятидаги ташлама сувнинг ишлатилиши бўйича кўп йиллик маълумотлар келтирилган (манба: Хоразм Вилоят ГГМЭ 1991-2005 хисоботлари).



2 расм - Тажриба даласида ғўза етиштиришда сувнинг тупроққа шимилиши



3 расм - Олинган сув, суғориш сувининг қайта ишлатилиши.

Хоразм вилоятидаги солиштирма сув миқдорининг ва ғўза ҳосилдорлигига боғликлиги, кузатуви 1992-2005 йил бўйича келтирилган. Графикдан шуни таъкидлаш мумкинки, 2002 – 2003 йилларда ғўза ҳосилини тушиб кетганлиги кузатилмоқда. Бунинг асосий сабабларидан бири, олдинги ёиллардаги суғориш сувининг етарли бўлмаганлиги бўлса, иккинчидан суғориш сувини бошқариш муаммоларидир (4 –расмга қаранг). Бу муаммоларни ечишда асосан суғориш режимини инобатга олиш жуда катта ахамиятга эга.

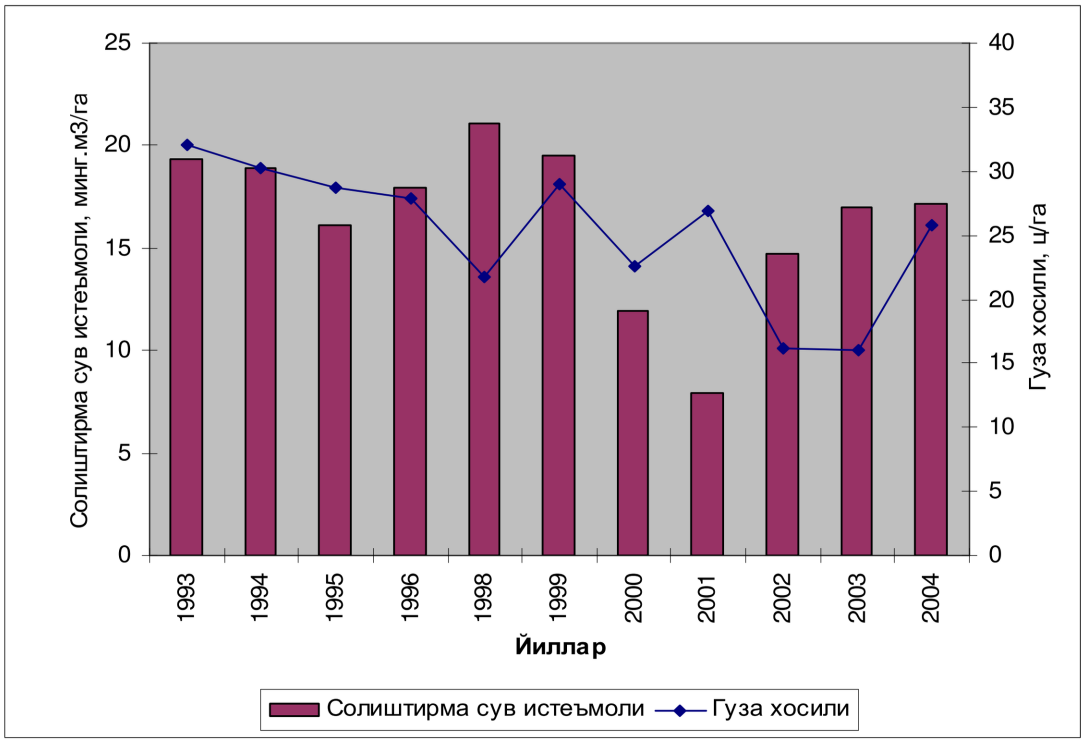
Суғориш режими майдоннинг табиий-хўжалик шароитларига боғлиқ бўлиб, у қуйидагилардан иборат:

– иқлим шароитлари-ҳаво ҳарорати, намлиги, ёғингарчилик миқдори, унинг вақт бўйича тақсимланиши, буғланиш жадаллиги, шамолнинг кучи, йўналиши ва такрорланувчанлиги;

– тупроқ шароитлари-механик таркиби, тузилиши, сув-физик хоссалари, тупроқларнинг шўрланиш даражаси;

– гидрогеологик шароитлари-сизот сувларнинг жойлашиш чуқурлиги ва шўрлиги, оқиб келиш ва кетиш шароитлари, сатҳи ва шўрланиш даражаларининг вақт бўйича ўзгариб туриш динамикаси;

– хўжалик-иқтисодий шароитлари-экинларни парвариш қилиш агротехникаси, суғориш ва сув бериш усуллари, сув заҳиралари билан таъминланганлиги ва бошқалар.



4 расм - Солиштирма сув истеъмолининг ғўза ҳосилдорлигига боғлиқлиги

Ҳозирги вақтда қишлоқ хўжалик экинларини суғориш режимини аниқлашда акад.А.Н. Костяков усули, яъни тупроқ намлигини ҳисобга олган ҳолда ҳисоб-китоб ишларини юритиш ҳамда кўп йиллик илмий кузатиш натижаларидан кенг фойдаланилмоқда. Шу билан бирга қуйидаги усуллар ҳам қўлланилмоқда:

1. Қишлоқ хўжалик экинларнинг физиологик ҳолатига қараб, яъни:

а) баргларнинг сўриш кучига қараб. Бу куч атмосферада ўлчанади:

– гуллашгача 11-12 атм;

– гуллаш - ҳосил тугаш даврида 13-14 атм;

– пишиш даврида 15-16 атм.

б) клеткалардаги шарбатнинг концентрациясига қараб, бу фоизда ўлчанади:

– гуллашгача – 8 %

– гуллаш ҳосил тугиш даврида – 10 %

– пишиш даврида - 12-14 %

2. Ўсимликнинг ташқи кўринишига қараб:

– Суғориш режими Ўздавмелиосувлойиҳа ва Ўзбекистон пахтачилик илмий-тадқиқот институтлари маълумотлари асосида қабул қилинади.

АДАБИЁТЛАР:

1. Костяков А.Н. Основы мелиорации. - М.: Сельхозгиз, 1960: 862 с.

2. Практикум по сельскохозяйственным мелиорациям. /Под ред. Ф.М Рахимбаева.

3. Хамраев Ш., Шералиев Н. Қишлоқ хўжалигида ислоҳатларни чуқурлаштиришда Сувдан фойдаланувчилар уюшмасининг ўрни: Тошкент, -2006 - 286 б..

4. Рахимбаев Ф.М., Хамидов М. Қишлок хўжалик мелиорацияси: Тошкент: Ўзбекистон, 1996 - 366 б.

УДК 626.844

К УТОЧНЕНИЮ ФАКТОРОВ РАЙОНИРОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ УЗБЕКИСТАНА ПО ПРИМЕНЕНИЮ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ (в порядке обсуждения)

А.Н. Морозов, Ш. Юсупов
ОАО Гидропроект, соискатель САНИИРИ

Введение

Нарастающий дефицит оросительной воды, вызванный рядом причин, связанных с проблемами межгосударственного вододеления, ростом требований орошаемого земледелия, промышленности и коммунального хозяйства, делает актуальным переход на водосберегающие технологии полива сельскохозяйственных культур.

В условиях рыночной экономики нужно чётко определить, в каких природных условиях применение капельного орошения (КО) может дать наибольший экономический эффект, и тем самым обеспечит его привлекательность для фермеров. Кроме того, весьма важно обеспечить стимулирование и поддержку фермеров со стороны государства в тех природных зонах, где применение этого способа полива может положительно отразиться на мелиоративном состоянии прилегающих земель и дать максимальную экономию водных ресурсов. При этом могут быть достигнуты несколько целей: водосбережение, повышение продуктивности орошаемых земель, улучшение мелиоративной и экологической обстановки.

Задачей районирования является облегчить выбор зоны наилучшего применения КО для орошения сельскохозяйственных культур в конкретной природно-хозяйственной ситуации, обеспечивающих:

- экономию водных ресурсов за счет сокращения непродуктивных потерь воды на глубинный и поверхностный сброс;
- уменьшение удельных затрат воды на единицу производимой продукции за счет возможности строгого соблюдения поливного режима и повышения равномерности полива и, как следствие, повышения урожайности сельскохозяйственных культур;
- улучшение мелиоративной и экологической обстановки на прилегающих территориях.

Факторы районирования

В известных работах по районированию различных способов полива [1-5], как правило, учитывались только два основных фактора: водопроницаемость и уклон поверхности полей. Процесс же неустановившегося впитывания, которым, по существу, является полив, зависит от целого ряда параметров:

- состояния поверхности почвы (в естественном состоянии, разрыхленная, укатанная колёсами сельхозтехники и т.д.);
- предполивной влажности и эпюры распределения влажности по глубине почвы;
- способа и интенсивности подачи воды на поверхность почвы;
- положения уровня грунтовых вод.

Анализ имеющихся материалов научно-исследовательских работ, отчётности БУИС и УНС [6, 7], приводит к выводу, что имеются факторы, оказывающие более значительное влияние на непроизводительные потери поливной воды, чем водопроницаемость и уклон, что в значительной степени меняет представление о факторах районирования.

Кроме того, учитываются и другие факторы: климатические, почвенно-мелиоративные, геоморфологические, гидрогеологические, агрогеологические и водные факторы, хотя иногда достаточно формально [4].

Таблица 1 - Природные факторы, характеризующие условия применения капельного орошения [4]

Группа факторов	Наименование фактора	Диапазон изменения фактора
Климатические	Дефицит испаряемости, тыс.м^3/га	5 – 10
Почвенные	Установившаяся скорость впитывания, см/час	0,3 – 3
	Глубина почвенной толщи, м	0,4 – 1,5
Геоморфологические	Уклоны, м/м	0,02
Гидрогеологические	Глубина залегания пресных грунтовых вод, м	≥ 1,5
	Глубина залегания минерализованных грунтовых вод, м	≥ 3,0
	Минерализация грунтовых вод, г/л	1 – 3
Биологические	Поливная норма, мм	
Водные	Ордината гидромодуля, л/с-га	0,5 – 1
	Мутность оросительной воды, мг/л	500 - 400

Водопроницаемость почв. Установка КО должна выбираться таким образом, чтобы не допускать возникновение глубинного стока. Одним из главных факторов, обуславливающим целесообразность применения КО для полива сельскохозяйственных культур, остаётся водопроницаемость почв, которая определяет допустимую интенсивность подачи воды. От водопроницаемости почв зависит и степень экономии воды при применении КО, поскольку

потери воды на глубинный и поверхностный сброс (при заменяемых способах) напрямую зависят от этого фактора.

Установка КО должна эксплуатироваться в таком режиме, чтобы не допускать возникновения глубинного стока, необходимо правильно подобрать элементы СКО (расход, расстояние между капельницами поливными трубопроводами, время полива, количество поливов, межполивной период)

Условно, с достаточной для практики точностью, можно принять классификацию, приведенную в табл. 2 [8].

Таблица 2 - Классификация почв по водопроницаемости и применимость КО

Характеристика водопроницаемости	Скорость впитывания, мм/час	Интенсивность водоподачи, $м^3$/сут/га		
		до 50	50-70	70-100
Сильная	15	+	*	*
Повышенная	8	+	*	*
Средняя	4	+	+	*
Пониженная	2	+	+	*
Слабая	1,5	+	+	+

Здесь и в других таблицах приняты ограничения, помеченные следующими знаками:

- *типы, которые практически не могут быть применены - (-);*
- *типы которые вполне могут быть применены, но по экономическим соображениям малоприемлемы - (*);*
- *типы вполне подходящие к использованию - (+).*

Рельеф поверхности. Для полива КО микрорельеф полей и их уклон, столь важные при поверхностных способах полива, практически не имеют значения, поскольку расходы современных капельниц стабильны в широком диапазоне напоров, что способствует равномерности распределения оросительной воды по полю любого рельефа.

Гидрогеологические условия. В зависимости от естественных или искусственно созданных орошением и (или) дренированием гидрогеологических условий, выделяются три основных типа почвообразовательного процесса по типу грунтового увлажнения **[9]**:

- автоморфный с устойчиво глубокими (3 м и глубже) грунтовыми водами любой минерализации, практически не влияющими на почву;
- полуавтоморфный с грунтовыми водами на глубине 2-3 м, оказывающими достаточно заметное влияние на почвенный слой и его солесодержание, в случае их высокой минерализации;
- гидроморфный с близкими грунтовыми водами, оказывающими сильное влияние на водный и солевой режим почв.

Режим влажности почвы в каждом типе грунтового увлажнения имеет значительные отличия, связанные с особенностями удержания влаги почвой. На рис. 2 и 3 для сравнения приведены профили влажности за межполивной период в гидроморфных и автоморфных условиях. На рис. 2 видно, что для легкосуглинистых почв при уровне залегания грунтовых вод 2,0-2,25 м влажность в метровом слое за межполивной период в 25 суток не опускается ниже 22 %.

В то время как для среднесуглинистой почвы (рис. 3), при глубине грунтовых вод > 5 м влажность в метровом слое за это же время падает до 15 %, то есть, значительно ниже уровня её доступности для растений. Во втором случае, вода, поданная сверх удерживающей способности почвы, непроизводительно теряется на так называемый «глубинный сброс» и не

может быть использована растениями. Полуавтоморфные почвы по режиму влаги в межполивной период занимают промежуточное положение.



Рис. 1 - Соотношение площадей орошаемых земель Узбекистана по водопроницаемости. (По материалам [7]).

В табл. 3 показана возможность применения КО для каждого из приведенных выше типов почвообразовательного процесса с учётом подверженности засолению. Табл. 3 получена обобщением материалов:

- Во-первых, по многолетним (до 20 лет) прогнозам водно-солевого режима почв на модели, основанной на теории влаго-солепереноса в почвах.
- Во-вторых, по результатам натурных наблюдений в проекте WUFMAS [6], свидетельствующих о высочайшем уровне потерь в автоморфных условиях при поливах по бороздам, достигающих от 100 до 440 % от нормы, дающих право считать эти условия наиболее подходящими для экономии водных ресурсов.
- В-третьих, по результатам анализа современного уровня водопотребления по данным УНС в автоморфных условиях на системах машинного орошения в Ферганской долине, Джизакской, Сурхандарьинской, Кашкадарьинской (верхняя зона) и Самаркандской областей.

Здесь следует обратить внимание на несколько принципиальных обстоятельств:

- наличие засоления (или его потенциальная возможность) является препятствием для применения КО, поскольку эффективность выноса солей при КО в полуавтоморфных и гидроморфных условиях более затруднена, чем при любых других способах полива. Это связано с тем, что поверхность почвы увлажняется локально;
- применение КО на гидроморфных почвах, не подверженных засолению хотя и возможно, но малоэффективно по двум причинам: во-первых, оно не приводит к существенной экономии воды (поскольку потери на глубинный сброс здесь ограничены малой свободной ёмкостью почв и подстилающих грунтов), во-вторых, оно мало улучшает равномерность увлажнения почвы, которое и так велико в данных условиях из-за близкого уровня пресных грунтовых вод;

применение КО в гидроморфных условиях, на почвах засолённых или подверженных засолению в сильной степени (как и других совершенных способов полива),

- не рационально без проведения гидротехнических мелиораций (сокращение внешнего притока и потерь во всех звеньях сети, повышение искусственной дренированности). Кроме того, локальное применение совершенной техники полива в этих условиях (и связанное с этим меньшее поступление оросительной воды на поверхность поля), вызовет перетоки её подземным путём с соседних территорий, поливаемых обычным способом, что неминуемо приведёт к усилению процессов засоления;
- применение КО на автоморфных почвах (как правило, на адырах и верхних террасах рек), имеющих очень большие потери воды на глубинный сброс при обычных способах полива, наиболее рентабельно и позволяет в несколько раз сократить общую подачу воды, за счёт чего могут полностью окупиться затраты на приобретение и эксплуатацию установок КО [10].

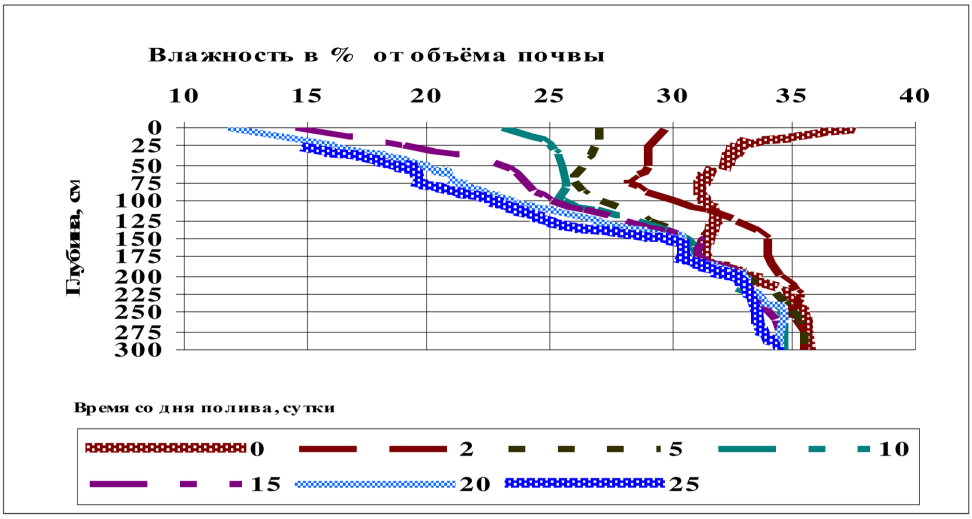


Рис. 2 - Режим влажности легкосуглинистой почвы при близких грунтовых водах. (Данные режимных наблюдений института «Средазгипроводхлопок»)

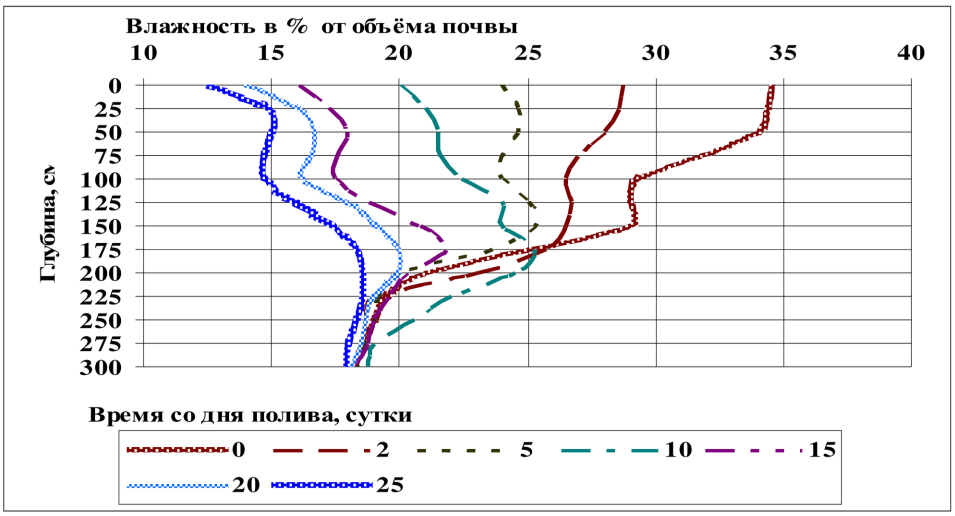


Рис. 3. - Режим влажности среднесуглинистой почвы при глубоких грунтовых водах.
(Данные режимных наблюдений института «Средазгипроводхлопок»)

Таблица 3 - Применимость различных видов КО в зависимости от гидрогеологических условий и подверженности их засолению

Степень естественной и искусственной дренированности	Гидроморфность								
	Автоморфные (УГВ>3,0 м)			Полугидроморфные (УГВ 2-3 м)			Гидроморфные (УГВ 1-2 м)		
	Пресные	Слабо-солён-ные	Сильно-солён-ные	Пресные	Слабо-солён-ные	Сильно-солён-ные	Пресные	Слабо-солён-ные	Сильно-солён-ные
Высокая	+	+	+	+	*	-	*	-	-
Средняя	+	+	+	*	*	-	*	-	-
Низкая	+	+	*	*	-	-	-	-	-

Таблица 4 - Наличие площадей различного грунтового увлажнения в Узбекистане

Бассейн, область	Площадь, тыс. га	Автоморфные		Полуавтоморфные		Гидроморфные	
		%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га
Бассейн р. Сырдарья	1897,6	38,1	722,6	20,9	397,1	41,0	777,87
Андижанская	272,4	28,0	76,3	17,2	46,8	54,8	149,28
Джизакская	300,5	67,8	203,7	29,3	88,0	2,9	8,71
Наманганская	278,0	61,4	170,7	0,1	0,3	38,5	107,03
Сырдарьинская	293,7	1,7	5,0	76,8	225,6	21,5	63,15
Ташкентская	396,1	43,4	171,9	7,4	29,3	49,2	194,88
Ферганская	356,9	26,6	94,9	2,0	7,1	71,4	254,83
Бассейн р. Амударья	2302,4	29,8	686,55	45,6	1050,29	24,6	565,55
Каракалпакистан	438,4	17,7	77,6	47,0	206,0	35,3	154,76
Бухарская	273,6	10,6	29,0	31,4	85,8	58,1	158,82
Навоийская	124,5	13,8	17,2	79,0	98,4	7,2	8,96
Самаркандская	372,8	34,3	127,9	64,4	240,1	1,3	4,85
Кашкадарьинская	504,4	52,6	265,3	45,6	230,0	1,8	9,08
в.т.ч. верхняя зона	160,0	89,0	142,4	11,0	17,6	0,0	0,00
в.т.ч. нижняя зона	344,4	29,9	103,0	67,1	231,2	3,0	10,26
Сурхандарьинская	329,3	51,5	169,6	27,3	89,9	21,2	69,81
Хорезмская	259,4	0,0	0,0	38,6	100,1	61,4	159,27
По Узбекистану	4200,0	33,6	1409,1	34,5	1447,4	32,0	1343,4

Характеристики климата. Климат определяет общую потребность в оросительной воде. Несмотря на кажущиеся различия климатических особенностей орошаемых территорий в пределах Республики Узбекистан, для вегетационного периода они не столь велики. Разброс крайних значений характеристик по дефициту влаги вегетационного периода составляет всего 25 % между зоной С-II -Г (крайняя северная точка в условиях пояса гор) и Ю-II-А (крайняя южная точка в условиях пустыни) [9]. Более важна относительная экономия воды по сравнению с заменяемым способом полива.

Известно также, что на потери воды при КО ветер оказать влияние практически не может (то есть, влияние ветра на усиление эвапотранспирации будет не больше, чем при других способах полива). Исходя из вышеизложенного, при проектировании систем КО вполне допустимо пользоваться метеорологическими данными, характеризующими центральную часть Узбекистана, с поправками на соотношение дефицитов влаги за вегетационный период для конкретной зоны.

Виды сельскохозяйственных культур. Различные сельскохозяйственные культуры предъявляют особые требования к влажности почвы в различные фазы своего развития и относительной влажности воздуха. При выборе конструкции КО имеет определенное значение вид выращиваемых сельскохозяйственных культур, при этом определяющим фактором является только интенсивность эвапотранспирации и особенности агротехники возделывания сельскохозяйственных культур. Наличие распределительной сети и капельниц на поверхности поля затрудняют обработку полей при традиционных методах их возделывания, однако КО открывает перспективы для, так называемых, «минимальных» и «нулевых» агротехнологий.

Таблица 5 - Рекомендуемая интенсивность водоподачи для средних климатических условий Узбекистана

Вид сельскохозяйственной культуры	Типы КО по интенсивности водоподачи, $м^3$/га/сут		
	Слабая <50	Средняя 50-70	Большая 70-100
Овощи, картофель, многолетние травы	-	*	+
Хлопчатник, кукуруза, бахчевые	*	+	-
Сады, виноградники	+	*	-
Зерновые колосовые (пшеница, и т.п.)	+	*	-

Табл. 5 основана на анализе общепризнанных на сегодняшний день норм водопотребления (Шредер В.Р. и др, «Средазгипроводхлопок», 1969 г.), разработанных на материалах изучения водопотребления различными НИИ Узбекистана более чем за 50-летний период. Эти нормы, возможно, нуждаются в корректировке для систем КО, но пока не накоплен достаточный опыт, позволяющий внести такие коррективы

Способы водозабора. Использование КО на ирригационных системах, изначально проектировавшихся для поверхностных способов полива, осложняется трудностью водозабора из существующей сети. Для целей районирования КО существующие сети можно подразделить следующим образом: в земляном русле, облицованные, имеющие гибкие напорные шланги, жесткие трубопроводы с гидрантами. Для того, чтобы избежать больших затрат для переделки имеющейся сети при подключении установок КО, следует придерживаться рекомендаций указанных в паспорте каждой установки КО.

Водообеспеченность системы. Наиболее экономически целесообразно применение КО на системах с механическим подъёмом воды, где высока реальная стоимость воды. Для получения максимального эффекта от применения КО предпочтение следует отдавать наименее водообеспеченным ирригационным системам, где обычными способами обеспечить нормальный поливной режим сельскохозяйственных культур в современных условиях невозможно. К таким системам следует отнести такие, на которых лимит водообеспеченности не превышает 75 %.

Формы землепользования и обслуживаемая площадь. Предпочтение при выборе участков следует отдавать фермерским хозяйствам и ассоциациям землепользователей на землях с затрудненной водоподачей (машинный водоподъём), где особенно могут проявиться преимущества от экономии воды и её рационального использования. Обслуживаемая площадь должна выбираться в соответствии с паспортной производительностью установки КО.

При этом должно учитываться то обстоятельство, что режим водоподачи при КО *принципиально отличается от режимов, обусловленных цикличностью поливов при других способах полива.* Здесь не происходит чередование поливов и межполивных периодов, как при других способах, которые обеспечивают минимально-допустимые значения влажности в почве к концу межполивных периодов при расчетных нормах и сроках полива. Это обстоятельство иногда приводит к снижению эффективности КО на системах с водооборотом, где установки КО вынужденно будут простаивать в межполивные периоды, а их производительность для обеспечения расчётной нормы полива в этом случае должна приниматься в десятки раз большей, чем требуется.

Желательно, чтобы КО производили полив постоянно в непрерывном режиме работы, обеспечивая требования растений в течение всего вегетационного периода с перерывами лишь на техническое обслуживание. Наиболее экономично рассчитывать установки КО на непрерывное максимальное водопотребление сельскохозяйственных культур в наиболее напряженные периоды. Однако, в другие периоды, в целях экономии воды и электроэнергии, установки КО могут эксплуатироваться в циклическом режиме (полив - межполивной период), как обычная поливная техника.

Энергоснабжение. Одним из предпочтительных условий размещения установок КО является наличие централизованного энергоснабжения от государственных энергосистем, при наличии близко расположенных ЛЭП и необходимых резервных мощностей на системе, поскольку стоимость водоподачи дизельными установками намного дороже.

Экономические критерии выбора установок. При имеющейся возможности выбора между несколькими типами установок КО по всем выше перечисленным параметрам следует применять установки с наименьшими приведенными затратами (*ПЗ*).

$$ПЗ=E*K+ЭИ-->min\ ,$$

где: *Е* - нормативный коэффициент амортизации капитальных вложений;
К - капитальные вложения;
ЭИ - годовые эксплуатационные издержки.

Этапы районирования капельного орошения

В районировании капельного орошения, как отмечается другими авторами [4], рекомендуется следующая этапность .

На первом этапе - в контурах орошаемых и намечаемых к орошению в перспективе земель выделяются крупные таксономические единицы - гидрогеолого-мелиоративные области- с последующими условиями оттока, глубины залегания уровня грунтовых вод и их минерализации.

На втором этапе - устанавливаются критерии основных факторов, огранивающих гидрогеолого- мелиоративные области применения капельного орошения, исходя из современного технического уровня и имеющегося опыта эксплуатации систем; выделяются контуры с условиями, допускающими использование этого способа орошения.

На третьем этапе - проводится оценка почвогрунтов по водопроницаемости верхнего метрового слоя и уклонам поверхности в соответствие с классификацией Н.Т. Лактаева.

На четвертом этапе - производится уточнение гидромодульных районов в выделенных контурах в соответствии с гидромодульным районированием института «Средазгипровод-хлопок».

На пятом этапе - для возможности последующего дополнения районирования по режиму орошения производится типизация контуров по сочетаниям почвенно-мелиоративных

факторов, водопроницаемости и уклонов на основе связи (по Г.Н. Павлову), классификации Н.Т. Лактаева и гидромодульного районирования («Средазгипроводхлопок»)

На шестом этапе - для выделенных контуров производится типизация возможных схем капельного орошения и альтернативных вариантов, их оценка по укрепленным технико–экономическим показателям с учетом предпочтительного состава сельхозкультур, дефицита водобеспеченности в конкретном районе, возможности использования на орошение вод, откачиваемых из скважин вертикального дренажа, возможности использования склоновых земель.

На седьмом этапе - проводится районирование капельного орошения на районном и внутрихозяйственном уровнях.

Первый и второй этапы районирования соответствуют задаче республиканского районирования и проектирования на стадии схемных решений. Выполняются они на картах масштаба 1: 500000. Третий и четвертый этапы районирования соответствуют задачам регионального районирования и проектирования на стадии разработки региональных схем использования водных ресурсов. Пятый и шестой этапы районирования служат для уточнения регионального районирования и разработки технико–экономических обоснований и технических проектов. Седьмой этап – завершающий, является основой для рабочего проектирования.

Мелкомасштабное районирование САНИИРИ 1995 г. Определенные в рамках этого районирования контуры планиметрировались в пределах административно-хозяйственных районов республики (административно-хозяйственное деление по состоянию на 01.01.1994).

Таблица 6 - Районирование орошаемых и намечаемых к орошению в перспективе земель по применимости капельного орошения по областям Республики Узбекистан (по состоянию на 01.01.1994)

Наименование областей	Общая площадь районирования, га	В том числе	
		В контуре существующего орошения, га	В контуре перспективного орошения, га
Самаркандская	286200	148400	137800
Ферганская	173000	53400	119600
Ташкентская	139500	123400	16100
Наманганская	132200	65900	66300
Сурхандарьинская	88400	79000	9400
Кашкадарьинская	84500	19100	65400
Андижанская	65900	65900	-
Навоийская	57600	5900	51700
Джизакская	20400	3400	17000
Бухарская	13500	13500	-
Сырдарьинская	10000	-	10000
Всего по Узбекистану	1071200	577900	493300

Подсчитанные площади, показанные выше [4], свидетельствуют, что районирование требует некоторой корректировки с учетом современного мелиоративного состояние земель, совершенствования и дополнительной их проработки.

Заключение

Учитывая то обстоятельство, что основными факторами, влияющими на эффективность применения КО являются гидрогеологические условия, засоление и

водопроницаемость почв, следует рекомендовать их применение в автоморфных условиях почвенного увлажнения на любых почвах по степени водопроницаемости.

Локальное применение КО возможно также на высоководопроницаемых почвах и в полуавтоморфных условиях, однако при этом следует учитывать возможность подтопления полей с КО со стороны смежных территорий, поливаемых обычными способами, то есть, здесь должен быть обеспечен проектный дренаж.

Основой для площадного районирования могут служить имеющиеся карты почвенно-мелиративного районирования [7]. На основе имеющейся в выше упомянутой работе информации, площадь возможного эффективного использования КО по областям Республики Узбекистан показана в табл. 3.

К землям, на которых рекомендуются мероприятия по внедрению новой техники полива в автоморфных условиях относятся земли I, II и III гидромодульных районов в гидрогеологических областях «*а*» и «*а1*» [9].

Анализ распределения орошаемых земель по гидромодульным районам в областях Республики Узбекистан позволяет четко дифференцировать направление водохозяйственных мероприятий. Доля площадей в отдельных областях, находящихся в настоящее время в автоморфных и гидроморфных условиях, характеризующих возможность проведения мероприятий по водосбережению за счет внедрения новой техники полива, либо за счет нормализации мелиоративного режима, показана в табл. 3.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кривовяз С.М. Механизация и районирование техники полива. – Ташкент: Узбекистан, 1966.

2. Лактаев Н.Т. Полив хлопчатника. - М.: Колос, 1978.

3. Павлов Г.Н. Районирование орошаемой территории Узбекистана и рациональном способом орошения. - Ташкент, 1985.

4. Хорст М.Г., Икрамов Р.К. Основные принципы районирования орошаемых земель Узбекистана по применимости капельного орошения // Сборник научных трудов по капельному орошению / САНИИРИ. - Ташкент, 1995.

5. КМК 2.06.03-97 «Оросительные системы. Нормы проектирования» / Госком РУз по архитектуре и строительству. - Ташкент, 1997.

6. Исследование водопользования и управления в сельском хозяйстве: Проект WUFMAS. Отчеты за 1996-1998 гг.

7. Материалы к «Генеральной схеме развития орошаемого земледелия и водного хозяйства республики Узбекистан на период до 2015 года». – Ташкент: ПО Водпроект, 2001.

8. ВСН 3.3-2.2. Внутрихозяйственная сеть с поверхностным способом полива. - М., 1987.

9. Расчетные значения оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи / Шредер В.Р., Сафонов В.Ф., Васильев И.К., Паренчик Р.И., Рифтина А.Р. / «Средазгипроводхлопок» - Ташкент, 1970. - С. 292.

10. Морозов А.Н. Об условиях применения совершенных способов полива в современных условиях // Сборник тезисов докладов к конференции «Проблемы и пути формирования экономических взаимоотношений водного и сельского хозяйства в условиях развития рыночных реформ» / САНИИРИ. - Ташкент, 2004. - С. 176-181.

УДК 658.53:626.862.7

ИЗУЧЕНИЕ ЗАТРАТ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ И РЕЖИМА РАБОТЫ МЕХАНИЗИРОВАННОГО АГРЕГАТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ И СООРУЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ ФОТОХРОНОМЕТРАЖНОГО НАБЛЮДЕНИЯ

А.Р. Муратов
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Организация производства очистных, ремонтно-восстановительных и строительных работ с применением строительных и мелиоративных машин отечественного и зарубежного производства, определения потребности в них и в рабочей силе, а также ресурсах на конкретных мелиоративных объектах возможно на основании квалифицированно разработанных ведомственных норм. Под ведомственной нормой принято понимать нормативный документ, устанавливающий состав, порядок, организационно-технические условия и количество машинного времени, затрат труда и ресурсов, которые необходимы на выполнение единицы конкретного объема очистных, ремонтно-восстановительных (строительных) работ на мелиоративной сети. Эти нормы служат основой для организации и перспективного планирования производства работ, эксплуатации конкретных марок строительной и мелиоративной техники отечественного и зарубежного производства, учета расхода материалов и оплаты труда рабочих, а также для разработки новых сметных ресурсных норм на ремонтно-строительные и строительные работы на мелиоративных системах. Нормированию подлежат только рационально организованные ремонтно-восстановительные и строительные процессы, которые ведут современными, прогрессивными методами.

Перед проведением наблюдения необходимо подробно изучить технологию и организацию выполнения исследуемой операции. Изучаемый процесс необходимо заранее подразделить на элементы и выделить фиксажные точки, представляющие собой четко выраженные моменты начала и конца элементов.

В обычных производственных условиях проводят наблюдения за исполнителями (машинистами), которые овладели специальностью, имеют достаточный опыт работы и добросовестно относятся к своим обязанностям. По окончании наблюдений необходимо провести замеры выполненной работы.

Первичные нормы должны разрабатываться с обязательным соблюдением всех этапов приведённых в программе расчетно-исследовательского метода проектирования производственных норм.

Для разработки норм расчетно-исследовательским методом и проверки уровня их выполнения применяют такие способы нормативных наблюдений, как фотоучет и хронометраж. При проведении нормативных наблюдений затраты рабочего времени и времени использования строительных машин подразделяют на нормируемые (учитываемые в нормах) и ненормируемые (не учитываемые в нормах).

К нормируемым затратам рабочего времени относят время рабочих, расходуемое на оперативную (основную и вспомогательную), а также подготовительно-заключительную работу, на отдых и личные надобности, а в необходимых случаях на технологические перерывы. При использовании строительных машин к нормируемым затратам относят время, расходуемое на работу под полной нагрузкой, пониженной и на неустранимую работу

вхолостую, на регламентированные перерывы, связанные с техническим уходом за машинами, процессом работы, отдыхом рабочих.

Остальные категории затрат рабочего времени рабочих и времени использования строительных машин относят к ненормируемым затратам.

Способ нормативных наблюдений, вид и характер записи, а также точность замеров затрат времени в зависимости от цели и объекта нормативного исследования определяют по табл. 1.

Нормативные наблюдения должны проводиться над различными звеньями машинистов строительных, мелиоративных машин на ремонтно-строительных и строительных работах. Нормативные наблюдения над одним и тем же звеном допускаются лишь в тех случаях, когда исследуемый процесс ввиду специфических условий организации производства выполняется на стройке только одним звеном.

Продолжительность одного нормативного наблюдения способом фотоучета, как правило, должна быть равна длительности смены. Если в течение смены не получена законченная продукция, то наблюдение должно быть продолжено до полного охвата всех элементов процесса и получения законченной продукции, например, до разработки объема измерителя – 100 $м^3$ грунта.

В случаях, когда в течение полусмены наблюдением охватываются все элементы процесса и обеспечивается получение законченной продукции, продолжительность нормативного наблюдения может быть равна полусмене.

Минимальное количество циклов в каждом нормативном наблюдении, проводимом способом хронометража, определяют по табл. 3.

Продолжительность нормативных наблюдений, проводимых способом хронометража, равна суммарной продолжительности намеченного количества циклов, увеличенной при непрерывном хронометраже на 20 %, при выборочном - на 20 % (при циклах продолжительностью 5-10 мин) и на 40 % (при циклах продолжительностью 1-2 мин).

При проведении нормативных наблюдений и записи информации должны применяться единые нормативные бланки, перечень которых (с сокращенным обозначением, кратким описанием) приведен в табл. 2.

Бланк формы 1 (ХП) должен, как правило, заполняться на каждое наблюдение, проводимое способом фотоучета или хронометража. В исключительных случаях, при устойчивых значениях факторов влияния, разрешается к серии наблюдений, проводимых при выполнении одного и того же процесса разными звеньями рабочих, заполнять один бланк ХП, отмечая в нем отдельные изменения факторов по дням наблюдения.

Хронометраж

В техническом нормировании метод хронометражных наблюдений применяют для определения необходимых затрат времени на выполнение основной и вспомогательной работ, технологических перерывов в работе, необходимых затрат времени машины на выполнение полезной и холостой работы, а также для исследования передовых технологий и приемов работы.

Существуют два способа записи времени при хронометраже – непрерывный и выборочный. При хронометраже продолжительность затрат времени измеряют секундомером с точностью до 1 с.

Способ непрерывного хронометража является выборочным исследованием затрат времени. Объектом наблюдения служит не вся продолжительность смены, а некоторая ее часть (выборка, например, у экскаваторов продолжительности набора грунта, поворотов и выгрузки). Данные измерений записывают в специальный бланк.

Таблица 1 - Способы нормативных наблюдений, вида и характера записи, точности замеров затрат времени в зависимости от цели и объекта нормативного исследования

<table>
<tr><th rowspan="2">Цель</th><th colspan="2" rowspan="2">Объекты исследования</th><th rowspan="2">Разновидность замеров времени</th><th rowspan="2">Способ наблюдения</th><th colspan="3">Учет затрат времени</th></tr>
<tr><th>Вид записи</th><th>Характер записи</th><th>Точность замера</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Проектирование норм</td><td rowspan="2">Не цикличные процессы (продолжительность цикла 5 и более мин)</td><td>2-10 рабочих (при суммарном учете времени и продукции рабочих) Машина 1-3 рабочих (при раздельном учете времени и продукции для каждого рабочего)</td><td rowspan="2">Сплошные замеры всех видов затрат по элементам процесса</td><td rowspan="3">Фотоучет</td><td>Смешанный</td><td>Групповой</td><td>0,5-1 мин</td></tr>
<tr><td>Машина Машина и рабочий</td><td>Графический</td><td>Индивидуальный</td><td>0,5-1 мин</td></tr>
<tr><td colspan="2">Цикличные процессы с небольшим удельным весом нецикличных элементов (до 20 % от общей трудоёмкости) и продолжительностью цикла до 5 мин</td><td>Цифровой</td><td>Индивидуальный</td><td>5-60 с</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Сплошные и выборочные замеры времени повторяющихся элементов</td><td>Хронометраж: выборочный или непрерывный</td><td>Цифровой</td><td>Индивидуальный</td><td>0,2-1 с</td></tr>
</table>

Способом выборочного хронометража исследуют только те элементы процесса, которые интересуют наблюдателя. Фактически затраченное время фиксирует секундомер.

Границы между элементами процесса определяют фиксажными точками. Процесс разделяют на его элементы и устанавливают фиксажные точки во время подготовки к хронометражу.

Минимальное количество циклов в каждом нормативном наблюдении в зависимости от средней продолжительности цикла технологической операции определяется из табл. 3.

Фотоучет – наиболее распространенный способ нормативных наблюдений, при помощи которого фиксируют и анализируют все виды затрат рабочего времени, необходимые для получения исходных данных, а также для составления баланса рабочего времени, включая потери.

По числу объектов наблюдений фотоучет подразделяется на индивидуальный и групповой, а по способу записи затрат рабочего времени – на цифровой, графический и смешанный.

Цифровой фотоучет применяется в случае, когда при исследовании требуется высокая точность замеров времени (5, 10 и 15 с), а также когда наблюдают работу не более двух рабочих. Элементы затрат рабочего времени записывают в порядке их наблюдения, а продолжительность каждого элемента фиксируют по текущему времени в специальной графе бланка. Перед началом нормативных наблюдений изучаемый процесс разбивают на отдельные элементы, и в технологической последовательности выполнения их заносят в соответствующую графу.

Смешанный фотоучет применяют, когда одновременно ведется наблюдение более чем за тремя рабочими. Особенно эффективен этот способ записи времени при обследовании работы комплексных бригад. Точность записи времени 30 с или 1 мин.

Число наблюдений способом фотоучета определяют по приближенным нормативам «Основы методики технического нормирования труда в строительстве» (табл. 4).

Таблица 2 - Наименования единых нормативных бланков

Наименование бланка, характер записи и вид обработки информации	Сокращенное обозначение бланка	Назначение бланка
Характеристика процесса	ХП	Записывают значения факторов влияния, характеризующих нормаль процесса и количество продукции для всех видов наблюдений
Фотоучет смешанный	ФС	Записывают суммарное текущее время исполнителей, количество продукции по элементам процесса и отклонения от нормали
Фотоучет графический	ФГ	Записывают текущее время каждого исполнителя, количество продукции по элементам процесса и отклонения от нормали
Цифровой учет	Ц	Записывают текущее время каждого исполнителя, количество продукции по элементам процесса и отклонения от нормали при цифровом фотоучете и непрерывном хронометраже
Хронометраж выборочный	ХВ	Записывают по каждому циклу продолжительность элементов, отклонения от нормали и результаты обработки хронометражных рядов по элементам процесса
Обработка цикличная Обработка нецикличная	ОЦ ОН	Определяют среднее число циклов за 60 мин непрерывной работы по элементам процесса. Определяют количество продукции за 60 чел-мин по каждому элементу оперативной работы процесса и баланс рабочего времени повеем элементам процесса

Таблица 3 - Количество циклов в зависимости от средней продолжительности цикла

Средняя продолжительность одного цикла процесса, мин	Минимальное количество циклов в нормативном наблюдении
до 1	21
до 2	15
до 5	10
до 10	7
более 10	5

Таблица 4 - Число наблюдений способом фотоучета

Число одновременно нормируемых разновидностей процесса	Минимальное число наблюдений при значении факторов	
	описательных и смешанных	числовых
1…2	4…5	3
3	5…6	3…4
4	6…7	4…5
5	7…8	5…6

Видеосъемка - вид нормативного наблюдения, применяется для проектирования норм и элементных нормативов затрат труда и выявления его методов на наиболее массовых работах, особенно с небольшой продолжительностью операций. При видеосъемке фиксируется в динамике ход выполнения нормируемого процесса. Продолжительность трудовых операций определяют подсчетом числа кадров, на которых зарегистрировано выполнение каждой операции. Технологический процесс и элементы затрат рабочего времени на технологические операции записывают в порядке их наблюдения, а продолжительность каждого элемента фиксируют по текущему времени в специальной полосе видеозаписи. Перед началом нормативных наблюдений изучаемый процесс разбивают на отдельные элементы, и в технологической последовательности выполнения их записывают в соответствующую папку.

Затраты времени на использование строительных машин в заданных условиях являются регламентированными и могут быть определены с достаточной точностью.

Оперативное время состоит из основного и вспомогательного. Основное время включает затраты на выполнение работ на позиции ($T_р$). Содержание его для различных операций неодинаково и зависит от специфики технологического процесса нормируемых работ.

Так, на экскаваторных работах основная работа охватывает заглубление ковша в грунт, захват грунта, перенос его к месту выгрузки, разгрузку ковша и возвращение в исходное положение. На бульдозерных работах этот элемент включает: заглубление лопаты, сдвигание грунта на заданное расстояние и возвращение в исходное положение.

В комплекс подготовительно-заключительных работ входят: получение наряда ($T_{пн}$), проведение ежесменного технического обслуживания агрегата ($T_{ето}$), время на подготовку агрегата к переезду ($T_{пп}$), переезды в начале и конце смены ($T_{пнк}$).

Время вспомогательных работ включает затраты на переезды:

- вдоль коллекторно-дренажного канала ($T_{пер.в}$);
- с одного коллекторно-дренажного канала на другой, с дрены на дрену, с траншеи на траншею ($T_{пер.с}$);
- с участка на участок, с объекта на объект ($T_{пер.у}$);
- для разгрузки автосамосвала при разработке грунта с погрузкой в транспортные средства ($T_{пер.р}$).

Ко времени организационно-технологической работы относятся: затраты на очистку рабочих органов, проверку качества работы, технологические регулировки, замену рабочих органов машин ($T_{обс}$).

Время регламентированных перерывов в работе состоит из затрат на личные надобности исполнителей и кратковременный периодический отдых в период работы ($T_{отл}$).

К ненормированным затратам времени относятся: простои агрегата, связанные с организационными причинами, неисправностями строительных и мелиоративных машин, из-за непогоды и нарушения трудовой дисциплины.

Ненормируемые затраты времени при разработке ведомственных норм не учитываются.

Таким образом, нормативный баланс времени смены может быть представлен следующим выражением:

$$T_{см}=T_{пн}+T_{ето}+T_{пп}+T_{пнк}+T_{р}+T_{пер.в}+T_{пер.у}+T_{пер.с}+T_{обс}+T_{от.л}$$

Остальные категории затрат рабочего времени рабочих и времени использования строительных и мелиоративных машин относят к ненормируемым затратам.

Перечень оборудования, приборов и материалов, необходимых для выполнения технических измерений и наблюдений:

- измерительные приборы длины и времени (рулетка на 15 м, рулетка на 2 м, электронные секундомеры);
- нормативные документы (ГОСТы, РСТ Уз, ТУ и др.) на проведения полевых измерений и испытаний;
- контрольные сосуды для определения количества расхода топлива экскаватора на 1маш-ч работы и на единицу объема очистки коллекторно-дренажных каналов;
- переносные расходомеры для измерения расходы воды на коллекторно-дренажных каналах;
- геодезическая рейка (2 шт.) и нивелир для измерения глубин копания и уровней воды, высоты отвалов грунта на бермах коллектора в начале и конце смены;
- термометры для измерения температуры воздуха и воды на опытных участках каналов;
- видеокамера для фиксации изучаемых технологических процессов и операций;
- секундомер (3 шт.) для измерения продолжительности элементов рабочего цикла строительных машин;
- фотоаппарат для фотографирования фиксажных точек элементов рабочего цикла строительных машин и параметров коллекторно-дренажной сети;
- единые нормативные бланки.

Обработка материалов каждого нормативного наблюдения состоит из подсчета затрат времени использования машин и времени рабочих или выполненной продукции на бланках форм 2 (ФС), 3 (ФГ) или 4 (Ц), выполнения необходимых подсчетов на бланке формы 1 (ХП) и обработки данных наблюдений на бланках формы 5 (ХВ/ОЦ или 6 (ОН).

Обработка материалов наблюдения для цикличных элементов процесса, выполняемая на бланке формы 5 (ХВ/ОЦ) по каждому элементу, состоит из проведения логического анализа и основной очистки ряда от значений затрат времени, нормали которых не соответствуют принятой нормали нормируемого процесса; оценки и проверки ряда значений по правилам и формулам, приведенным ниже, и дополнительной его очистки на основе этой проверки; определения простого среднего арифметического значения числа циклов за 60 мин по очищенному ряду.

Проверка качества ряда значений затрат времени проводится математическими методами на основе определения фактической величины коэффициента разбросанности ряда (K_p) и сопоставления его с нормативными значениями K_p, приведенными в табл. 5.

Таблица 5 - Нормативное значение коэффициента разбросанности

Нормативное значение коэффициента разбросанности ряда	Качество ряда	Необходимость дополнительной проверки ряда
до 1,3	Ряд устойчив	Дополнительная проверка ряда не требуется
от 1,3 до 2	Ряд неустойчив	Требуется дополнительная проверка ряда на основе метода определения, предельных значений
более 2	Ряд неустойчив	Требуется дополнительная проверка ряда на основе метода определения относительной средней квадратичной ошибки

Фактическую величину K_p определяют по формуле (1):

$$K_p = \frac{T_n}{T_2} \quad (1)$$

где T_n— наибольшее значение проверяемого ряда;

T_1 - наименьшее значение проверяемого ряда. При дополнительной проверке ряда на основе метода определения предельных значений крайние значения упорядоченного ряда (расположенного в порядке возрастающих значений), T_n (наибольшее) и T_1 (наименьшее) не должны выходить за пределы, устанавливаемые соотношением в формулах (2) и (3):

$$T_n \le \frac{\sum T_i - T_n}{n-1} + K(T_{n-1} - T_1); \quad (2)$$

$$T_1 \ge \frac{\sum T_i - T_2}{n-1} + K(T_n - T_2); \quad (3)$$

Где, $\sum T_i$ - сумма всех значений проверяемого ряда; n- число значений в ряду;

K-коэффициент, зависящий от числа значений в ряду, принимается по табл. 6.

Если наиболее отклоняющееся значение выходит за пределы допустимого, то оно из ряда исключается. При наличии в проверяемом ряду двух или более крайних резко отклоняющихся значений проверка проводится последовательно, начиная с наиболее отклоняющегося значения. Если в ряду имеется несколько одинаковых значений, то проверку необходимости их исключения следует производить поочередно.

Таблица 6

Число значений в ряду за вычетом проверяемого значения	Величина *K*	Число значений в ряду за вычетом проверяемого значения	Величина K
4	1,4	9—10	1
5	1,3	11—15	0,9
6	1,2	16—30	0,8
7-8	1,1	31—50	0,7

Метод определения относительной средней квадратичной ошибки заключается в сопоставлении фактической относительной средней квадратичной ошибки проверяемого ряда с допустимой ее величиной. Фактическую относительную среднюю квадратичную ошибку проверяемого ряда ($e_ф$) определяют по формуле:

$$e_ô = \pm \frac{1}{\sum T_i} \sqrt{\frac{n\sum T_i^2 - (\sum T_i)^2}{n-1}} \quad (4)$$

Где, $\sum T_i^2$ - сумма квадратов всех значений проверяемого ряда; $\sum T_i$ - сумма всех значений проверяемого ряда; n-число значений в ряду.

Допустимую величину относительной средней квадратичной ошибки ($e_{доп}$) определяют по табл. 7.

Таблица 7

Число элементов цикла	Допустимая величина относительной средней квадратичной ошибки ± $e_{доп}$
До 5	7
Более 5	10

При $e_ф \leq e_{доп}$ дополнительная очистка ряда не требуется. Если $e_ф > e_{доп}$ то проверяемый ряд нуждается в дополнительной очистке. Для этой цели из ряда исключается наиболее отклоняющееся значение и проводится повторная проверка очищенного ряда. Это делается до тех пор, пока $e_ф$ не станет меньше $e_{доп}$, а ряд не будет удовлетворять правилу предельных значений или тактический коэффициент разбросанности ряда не станет меньше 1, 3.

При очистке одним из вышеуказанных способов ряда с первоначальным количеством значений до 10 из него может быть исключено одно отклоняющееся значение, до 25 — два значения и более 25 —до 10 % от общего числа значений в ряду. В случае, если число исключаемых значений превышает допустимое, необходимо провести дополнительные нормативные наблюдения.

Обработку материалов наблюдений для нецикличных процессов проводят на бланке № 6 (ОН), на который переносят из бланков форм 1-4 суммарные данные о затратах времени (труда) и продукции по каждому элементу процесса, а затем производят подсчет количества продукции за 60 чел-мин по каждому элементу оперативной работы и определяют баланс рабочего времени по всем элементам процесса.

По окончании наблюдений необходимо провести замеры выполненной работы.

Замеры выполненной работы ведут по следующим формулам:

***1. Площадь*:**

$$F = L \cdot B,$$

где, F - площадь (м^2 или га); L - длина гона (м); B - ширина участка (м);

2. Объём работы одноковшовых экскаваторов:

-на строительстве новых коллекторно-дренажных каналов

$$V = \frac{B + в}{2} \cdot h_н \cdot L_{выр} (м^3)$$

-на (очистке) ремонте коллекторно-дренажных каналов осушительной сети

$$V_{очист} = \left[\frac{B^н + в^н}{2} h_н - \frac{B^с + в^с}{2} h_с \right] \cdot L_{выр}$$

Где, B- ширина коллекторно-дренажного канала по верху, м; $в$- ширина коллекторно-дренажного канала по низу, м; $\hat{A}^{f}$ - ширина коллекторно-дренажного канала по верху после разработки (очистки), м; $\hat{A}^{c}$ - ширина коллекторно-дренажного канала по верху до разработки (очистки), м; $\hat{a}^{f}$ -ширина коллекторно-дренажного канала по низу после разработки (очистки), м; $\hat{a}^{c}$ - ширина коллекторно-дренажного канала по низу до разработки (очистки), м; $h_н$ - глубина коллекторно-дренажного канала после разработки (очистки), м; $h_с$ - глубина коллекторно-дренажного канала до разработки (очистки), м;

$L_{выр}$ -длина выработки коллекторно-дренажного канала за время наблюдения, м.

3. Объем работы бульдозеров на разравнивании выемок грунта:

$$V_{выр} = \frac{B_{пл} - B_{осн}}{B_{пл}} \times H \times L_{выр} \quad м^3$$

где $B_{пл}$ - расстояние планировки, м; $B_{осн}$ - ширина основания кавальера, м; Н - проектное сечение канала, м^2; $L_{выр}$ - длина выработки кавальера (м).

Обработку наблюдательных листов следует начинать с проверки правильности описания природно-производственных условий и заполнения вкладыша.

В наблюдательном листе должны быть полностью отражены все требуемые нормообразующие факторы, характерные для исследуемой работы, сведения об агрегате и организации технологического процесса.

Циклические элементы времени смены обрабатывают с помощью коэффициента устойчивости на основании общих положений в карточке обработки хронорядов.

С целью упрощения расчетов одноименные элементы времени смены шифруют. После проведения шифровки затраты времени по одноименным шифрам суммируются и заносятся в таблицу «Затраты времени смены». Выработка за час основной работы определяется как частное от деления выработки за время наблюдения на время основной работы в часах.

Коэффициент использования емкости ковша рассчитывают по формуле:

$$K_k = \frac{W_{см}^{ф}}{n_{ц}^{ф} V_k},$$

где $W_{см}^{ф}$ - выработка за время наблюдения (м^3); $n_{ц}^{ф}$ - количество циклов за время наблюдения; $V_к$ - конструктивная емкость ковша (м^3).

Продолжительность одного цикла, время одной подготовки к переезду и другие циклические элементы устанавливают по данным карточки обработки хронорядов. Все остальные показатели раздела определяют на основании общих положений по проведению фотохронометражных наблюдений.

Таблица 8 - Значения коэффициента наполнения ковша в зависимости от группы грунтов и выемки с 1 пог. м

Выемка грунта с 1 пог. м (м^3)	Значение коэффициента наполнения ковша в зависимости от группы грунта			
	I	II	III	IV
До 0,5	0,59	0,47		
0,5-1,0	0,68	0,58		
1,0-2,0	0,77	0,69		
2,0-4,0	0,88	0,80	0,75	0,58
4,0-10,0	0,92	0,83		

УДК 658.53:626.862.7

РАСЧЕТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ НОРМ РАБОТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ И МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОКАШИВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ КАНАЛОВ ОТ ГРУБОСТЕБЕЛЬЧАТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

А.Р. Муратов, О.А. Муратов
САНИИРИ им. В.Д. Журина

В настоящее время роль технического нормирования должна возрастать, так как преимущества внедрения новых технологий, новой строительной и мелиоративной техники (в том числе, и зарубежной), применения более совершенной технологии могут быть полностью реализованы при точном определении затрат рабочего времени и материалов.

Руководством по техническому нормированию труда рабочих в строительстве установлены два метода проектирования норм: расчетно-исследовательский и расчетно-аналитический.

Расчетно-исследовательский метод основан на использовании данных, получаемых в результате проведения специальных нормативных исследований (замеров, фотохронометрирования, видеосъемки и т.д.).

Расчетно-аналитический метод базируется на использовании имеющихся нормативных и технических данных и предусматривает проектирование норм на основе применения расчетных формул, нормативов затрат труда и метода аналогии.

Проектирование норм с применением расчетных формул основано на использовании зависимостей между факторами влияния и затратами труда в тех случаях, когда длительность операции или процесса регламентируется техническими условиями, техническими правилами, паспортными показателями, актами испытаний, физическими законами и т.п.

Паспортные показатели работы машины - показатели, косвенно характеризующие производительность машины, устанавливаются на основе *полигонных испытаний* в расчетных условиях работы машины и указываются в ее техническом паспорте (продолжительность цикла или число циклов в единицу времени, скорость движения рабочего органа машины и другие).

Организация производства окашивания коллекторно-дренажных каналов от грубостебельчатой растительности с применением ковша-косилки и мелиоративных машин отечественного и зарубежного производства и определение потребности в ресурсах на конкретных мелиоративных объектах возможны на основании квалифицированно разработанных ведомственных норм. Под ведомственной нормой принято понимать нормативный документ, устанавливающий состав, порядок, организационно-технические условия и количество машинного времени, затрат труда и ресурсов, которые необходимы на выполнение единицы конкретного объема очистных, ремонтно-восстановительных (строительных) работ на мелиоративной сети. Ведомственные нормы служат основой для организации и перспективного планирования производства работ, эксплуатации конкретных марок строительной и мелиоративной техники отечественного и зарубежного производства, учета расхода материалов и оплаты труда рабочих, а также для разработки новых сметных ресурсных норм на ремонтно-строительные и строительные работы на мелиоративных системах.

Водохозяйственное строительное производство охватывает различные виды работ: уход за каналами, земляные, бетонные, монтаж сборных конструкций, и т.д. Каждый вид работ содержит ряд более или менее сложных строительных процессов.

Изучение затрат рабочего времени и параметров технологического процесса окашивания коллекторно-дренажных каналов от грубостебельчатой растительности с помощью ковша-косилки, навешенной на одноковшовые гидравлические экскаваторы зарубежного производства, ведется с помощью фотохронометражного и видеонаблюдения.

Для проведения измерений и нормативных наблюдений создается исследовательская группа, количественный состав которой зависит от необходимого объема исследований – числа процессов, подлежащих нормированию.

Исследовательская группа должна иметь видеокамеру, фотоаппарат, рулетки, складные метры, различные секундомеры и другие инструменты и приборы, необходимые для получения объективных характеристик *факторов влияния* и *замера продукции*.

Фактором влияния называют условия, в которых осуществляется нормируемый производственный процесс: квалификация рабочих, технические характеристики (акты испытаний технических, технологических и эргономических параметров) применяемых машин и механизмов, инструментов и приспособлений, методы производства работ, качество употребляемых в дело и разрабатываемых материалов, формы организации и система оплаты труда, организация рабочего места, метеорологические и другие условия труда, в том числе экстремальные, и особые условия труда, прямо или косвенно вызывающие изменения затрат рабочего времени.

В обычных производственных условиях проводят наблюдения за исполнителями (машинистами), которые овладели специальностью, имеют достаточный опыт работы и добросовестно относятся к своим обязанностям.

Производственные процессы исследуются на протяжении полной рабочей смены без учета времени обеденного перерыва. Рабочее время подразделяется на время работы и время перерывов. Для анализа все затраты рабочего времени и время использования машин классифицируются по характерным признакам. Для целей разработки производственных норм рабочее время рабочих и время использования машин делятся на две категории: *нормируемые* и *ненормируемые* затраты времени.

Нормируемые затраты времени - это такие виды затрат, без которых не может осуществляться исследуемый процесс и которые должны быть учтены в производственной норме времени.

Ненормируемые затраты времени слагаются из непроизводственных затрат и времени простоев, возникающих вследствие плохой организации труда, нарушения трудовой дисциплины рабочими, а также по независящим от технического персонала причинам. К этой же категории относятся затраты времени на выполнение других работ, не относящихся к исследуемому процессу. Ненормируемые затраты времени в производственной норме не учитываются.

А. Классификация затрат рабочего времени рабочих

Нормируемые затраты времени:

а) время полезной работы по заданию:

• время оперативной работы (основной и вспомогательной);

• время подготовительно-заключительной работы;

б) время отдыха;

в) время на личные надобности;

г) время технологических перерывов.

Ненормируемые затраты времени:

а) время непредвиденной работы;

б) потери рабочего времени:

• время лишней работы;

• время организационных простоев;

• время случайных простоев;

• время простоев, вызванных нарушением трудовой дисциплины.

Характерные признаки классификации затрат рабочего времени рабочих.

Время оперативной работы состоит из времени основной работы и времени вспомогательной работы.

К основной работе относятся затраты рабочего времени, непосредственно связанные с получением продукции данного производственного процесса.

К вспомогательной работе относится рабочее время, затрачиваемое рабочим на дополнительные действия, обеспечивающие возможность осуществления основной работы (переходы, подмащивание и т.п.).

Ко времени отдыха относятся затраты рабочего времени, необходимые для поддержания нормальной трудоспособности рабочего.

Ко времени на личные надобности относятся затраты рабочего времени, связанные с личной гигиеной и естественными надобностями.

Технологические перерывы в работе вызываются специфическими особенностями производственного процесса, выполняемого в условиях правильной организации производства и труда.

Ко времени непредвиденной работы относятся затраты труда на получение продукции, не относящейся к данному производственному процессу.

Время лишней работы не связано с увеличением объема продукции по данному производственному процессу или с получением дополнительной продукции по какому-либо другому виду работ (исправление бракованной продукции, излишняя обработка готовой продукции и т.д.).

К организационным простоям относятся потери рабочего времени из-за плохой организации труда и производства (несвоевременная подача материалов на рабочее место, недостаток орудий труда, несвоевременная подготовка фронта работ и т.д.).

К случайным простоям относятся перерывы в работе, вызванные атмосферными явлениями (сильный дождь, град, жаркая и низкая температура) или прекращением подачи на стройку электроэнергии, воды и т.п.

К нарушениям трудовой дисциплины относятся потери рабочего времени, вызванные опозданием на работу в начале смены или после обеденного перерыва и преждевременными уходами с работы перед обеденным перерывом или до конца рабочей смены.

Б. Классификация времени использования машин

Нормируемое время:

а) время полезной работы:

• время работы под полной нагрузкой;

• время работы под обоснованно пониженной нагрузкой;

б) время неустранимой работы вхолостую;

в) время регламентированных перерывов:

• связанных с техническим уходом за машиной;

• связанных с процессом работы;

• связанных с отдыхом и личными надобностями рабочих, обслуживающих машину.

Ненормируемое время:

а) время непредвиденной работы (не относящейся к исследуемому процессу);

б) потери рабочего времени:

• время лишней работы;

• время устранимой работы вхолостую;

• время организационных простоев;

• время случайных простоев;

• время простоев из-за нарушения трудовой дисциплины обслуживающими машину рабочими.

Характерные признаки классификации времени использования машин

К *работе под полной нагрузкой* относится время, в течение которого машина работает в оптимальном режиме в соответствии с ее паспортными данными и правилами технической эксплуатации.

Работа *под обоснованно пониженной нагрузкой* производится в том случае, когда по технологическим причинам невозможно обеспечить работу в оптимальном режиме.

Неустранимая работа вхолостую вызывается особенностями технологического процесса или конструктивными особенностями самой машины.

Регламентированные перерывы:

• связанные с техническим уходом за машиной, вызываются выполнением подготовительно-заключительных и вспомогательных работ, требующих остановки машины (осмотр машины перед пуском, заправка машин водой и топливом, чистка, смазка, мелкий крепежный ремонт и т.п.);

• связанные с процессом работ, вызываются технологией и организацией производственного процесса;

• связанные с отдыхом и личными надобностями рабочих - могут быть в тех случаях, когда необходимое для этого время не перекрывается другими неустранимыми перерывами в работе машины.

К лишней работе относится время выполнения работы, не предусмотренной технологическим процессом и не дающей прироста продукции или улучшения качества.

Устранимая работа вхолостую имеет место по вине обслуживающих машину рабочих, не обеспечивших своевременную загрузку и оптимальный режим работы машины, или по организационным причинам (например, транспортер приведен в движение, а подача материала на ленту еще не организована и т.п.).

Простои по организационным причинам возникают вследствие плохой организации труда и производства. К ним относятся простои из-за несогласованности механизированного и смежных с ним процессов. Например, простой экскаватора при несвоевременной подаче автомобилей-самосвалов. К этой же категории относятся простои из-за поломки или порчи машины, вызванной плохим уходом за ней или низким качеством ремонта, из-за перебоев в снабжении топливом, энергией, паром, смазочными и другими материалами; несвоевременной выдачи задания, указаний технического персонала и т.д.

К случайным простоям относятся простои, связанные с атмосферными явлениями, или простои вследствие прекращения подачи на рабочее место электроэнергии, воды и т.п.

К простоям из-за нарушения трудовой дисциплины обслуживающими машину рабочими относится время простоев машины при опоздании рабочих в начале смены или после обеденного перерыва, преждевременного ухода с работы перед обеденным перерывом или до конца смены, самовольных отлучек в рабочее время и т.п.

Все виды потерь рабочего времени и машин при проектировании норм не учитываются, что придает производственным нормам организующую роль в обеспечении роста производительности труда и снижении себестоимости работ.

По окончании наблюдений необходимо провести замеры выполненной работы.

Первичные нормы должны разрабатываться с обязательным соблюдением всех следующих этапов.

Для проведения нормативных исследований создается специальная группа работников, в состав которой входят специалисты с учеными степенями кандидат технических наук, магистр наук и несколько младших научных сотрудников, инженеров водного хозяйства. Временный состав творческой исследовательской группы формируется в соответствии с утвержденной сметой расходов по гранту, приказом по институту САНИИРИ.

Исследовательская группа в порядке предварительного ознакомления с исследуемыми ремонтно-строительными процессами обязана всесторонне изучить нормативно-справочную литературу. К числу обязательных источников относятся СНиПы и ГОСТы, технические условия (ТУ) на производство и приемку работ, каталоги строительных машин, проекты производства работ (ППР) и рабочие чертежи, правила охраны труда, технологические карты, производственные нормы на аналогичные работы, тарифно-квалификационный справочник.

Характеристика процесса, установленная с учетом правильной организации труда и производства, составляет нормаль производственного процесса.

Описательная характеристика - *нормаль процесса*, содержащая совокупность характеристик организационных, технических, технологических, санитарно-гигиенических, физиологических и социальных факторов условий труда и производства, установленных с учетом современного уровня строительной техники и технологии, уровня организации труда, соблюдения правил охраны труда, эффективного использования импортной строительной техники и квалификации механизаторов.

Получение высококачественных исходных данных для проектирования норм во многом зависит от правильного установления нормали трудового процесса, которая является составной частью нормы и эталоном для выбора объекта нормативных наблюдений.

Нормаль процесса должна устанавливаться с учетом того, чтобы:

• организация труда и производства соответствовала современному уровню техники и технологии производственного процесса;

• полностью и эффективно использовались применяемые машины и механизмы;

• материалы, изделия и детали отвечали требованиям СНиП, ГОСТов, ВСН, местных или районных технических условий на производство и приемку работ и технологии данного процесса;

• полностью соблюдались правила охраны труда;

• состав работ содержал полную номенклатуру рабочих операций процесса;

• обеспечивалось производство доброкачественной продукции;

• квалификация рабочих, как правило, соответствовала требованиям тарифно-квалификационного справочника для выполнения исследуемых работ.

Главный измеритель производственного процесса должен быть понятным для рабочих и не требовать сложных расчетов при выдаче заданий или обмере выполненных работ.

После проведения нормативных наблюдений производится анализ затрат рабочего времени по элементам процесса и определение этого времени по всему процессу в целом.

Объекты наблюдения выбирает руководитель исследовательской группы с участием инженерно-технических работников заказчика нормативного документа и организации подрядчика производящего окашивания коллекторно-дренажных каналов от грубостебельчатой растительности с применением ковша-косилки. При этом процесс, намеченный в качестве объекта наблюдения, должен соответствовать принятой нормали и осуществляться в реальных производственных условиях. В случае отклонения фактических

условий выполнения процесса от принятой нормали должны быть намечены и осуществлены организационно-технические мероприятия по оптимизации объекта наблюдения.

Объектами наблюдений, проводимых с целью нормирования, не могут быть процессы, выполняемые передовиками, достигшими рекордных показателей.

Объектом исследования должен быть процесс окашивания коллекторно-дренажных каналов от грубостебельчатой растительности с применением ковша-косилки, организованный в соответствии с требованиями действующих технических условий и правил производства работ, выполняемый рабочими, специальность и квалификация которых соответствуют сложности работ по тарифно-квалификационному справочнику.

При этом должны удовлетворяться следующие требования:

- избранный в качестве объекта исследования процесс соответствует современному организационно-техническому уровню производства работ, требованиям охраны труда;

- избранный процесс может выполняться бесперебойно в течение нескольких рабочих смен или не менее целой смены; выполняемая продукция по элементам процесса и в целом по процессу поддается систематическому учету и контролю.

Если характеристики избранных процессов имеют отклонения от установленной нормали, то такие процессы не могут быть приняты в качестве объектов наблюдений. Примерами таких отклонений могут служить: выполнение процесса строительными машинами, находящимися в неудовлетворительном техническом состоянии; неудовлетворительная организация работы звена и рабочих мест, требующая лишних передвижений рабочих, перемещений строительных машин, конструкций, материалов и т. п.

Определение способов и количества наблюдений осуществляется согласно рекомендациям «Методика изучения затрат рабочего времени и режима работы строительных и мелиоративных машин при производстве ремонтно-строительных и строительных работ на мелиоративных системах и сооружениях с помощью фотохронометражного и видеонаблюдения».

При проведении любого вида нормативных наблюдений необходимо расчленение исследуемого процесса на элементы в технологической последовательности их выполнения.

Проводя расчленение процесса на элементы, нужно тщательно следить за тем, чтобы в номенклатуре элементов были учтены абсолютно все намечаемые к исследованию рабочие операции, перечисленные в нормали процесса.

Расчленять процесс на элементы нужно таким образом, чтобы получить номенклатуру элементов, обеспечивающую максимальное удобство производства замеров первичной продукции. Так, например, нецелесообразно выделять в самостоятельные элементы смежные рабочие операции, продолжительность выполнения которых определяется одними и теми же факторами влияния. В то же время неправильно объединять в один элемент операции, продолжительность выполнения которых определяется разными факторами влияния. При исследовании механизированных процессов наблюдения могут проводиться отдельно за работой машины, или за работой рабочих, или же совместно.

В любом из этих случаев должны быть составлены раздельные номенклатуры элементов использования времени машины и элементов работы исполнителей, работающих с помощью этой машины.

Составление смешанной номенклатуры элементов недопустимо. Например, для механизированного процесса «Окашивание коллекторно-дренажных каналов от грубостебельчатой растительности с применением ковша-косилки» необходимо определить следующую номенклатуру исследуемых элементов:

для рабочих-строителей: устройство и содержание водоотводных канав или ограждающих валиков, вспомогательные работы, связанные с перемещением экскаватора из забоя в забой, отдых;

для машиниста экскаватора: управление экскаватором с ковшом-косилкой при выполнении работ по очистке коллектора от грубостебельчатой растительности, срезание растительности, подъем и поворот стрелы с груженной ковшом-косилкой, выгрузка ковша-косилки и укладка растительности в отвал в границах бермы, обратный поворот стрелы и опускание ковша-косилки, передвижка экскаватора в забое, удаление налипающей на стенки и зубья ковша растительности, осмотр и приемка экскаватора, заправка горючим и смазочными материалами, отдых.

На этом же этапе подготовки к наблюдению осуществляется определение фиксажных точек, которые обозначают границы каждого элемента-операции. Признаки для определения фиксажной точки могут устанавливаться по звуку, четкому зрительному восприятию начала или окончания того или иного движения рабочего органа строительной, мелиоративной машины, механизатора.

Для каждого элемента-операции могут устанавливаться начальные и конечные фиксажные точки. *Например*, при наблюдении операции «передвижка экскаватора в забое» фиксажная точка «выгрузка последнего ковша растительности» в забое в пределах достигаемости максимального радиуса резания, определяющая момент начала элемента «передвижка экскаватора» является одновременно и фиксажной точкой, определяющей окончание элемента «Срезание растительности с данной позиции забоя».

В том числе, в переделах одной операции для каждого приема могут устанавливаться начальные и конечные фиксажные точки. *Например,* при наблюдении процесса «Срезание растительности ковшом-косилкой» фиксажная точка, определяющая момент начала элемента «срезание растительности», является одновременно и фиксажной точкой, определяющей окончание элемента «опускание ковша-косилки». При определении фиксажных точек элементов процесса «срезания растительности ковшом-косилкой» одна и та же фиксажная точка должна определять момент окончания элемента «срезания растительности» и начала элемента «подъем и поворот стрелы с груженым ковшом-косилкой».

После проведения всех организационно-подготовительных мероприятий, приступают к проведению нормативных наблюдений.

Исследование производственных процессов заключается в проведении нескольких полносменных нормативных наблюдений за выполняющими этот процесс различными машинами, рабочими, бригадами или звеньями рабочих.

Перед непосредственным проведением любого нормативного наблюдения необходимо составить характеристику процесса - точное и четкое описание всех организационно-технических условий (факторов), в которых выполняется исследуемый рабочий процесс, т.е. дать описание установленной нормали процесса.

Для описания характеристики процесса предназначен специальный бланк ХП. Бланк ХП заполняется на каждое наблюдение отдельно. В тех случаях, когда в нескольких наблюдениях, составляющих одно исследование, значения факторов повторяются, можно ограничиться подробным заполнением бланка ХП для первого наблюдения, а для остальных наблюдений указать на этом же бланке только изменившиеся значения факторов влияния.

При составлении описания характеристики процесса все графы бланка должны быть заполнены точно. Несоблюдение этого требования затруднит анализ результатов наблюдения.

Бланки содержат следующие сведения: дату наблюдения, время смены, температуру, характеристику атмосферных условий, подробные данные о рабочих (возраст, специальность, квалификация, разряд, стаж по данной работе, система оплаты труда, темп работы), детальное

описание применяемых материалов, инструмента, приспособлений и машин, характеристику продукции, уровень ее качества, описание рабочего места, данные об организации и технике процесса и подсчет количества продукции.

Производственный процесс, протекающий в условиях плохой организации производства и труда, или с участием рабочих более низкой квалификации, чем это предусмотрено действующим тарифно-квалификационным справочником, не может быть избран в качестве объекта нормативных наблюдений, так как полученные в результате наблюдений за таким процессом данные будут отражать эти недочеты, а нормы времени, запроектированные на основе наблюдений, будут завышенными.

Нормативные наблюдения охватывают выполнение следующих работ:

• описание характеристики процесса; учет затрат рабочего времени рабочих или времени работы машин;

• замер продукции, произведенной за время наблюдения;

• первичная обработка данных наблюдений.

Основными способами нормативных наблюдений с целью разработки новых норм являются фотоучет и хронометраж. При помощи фотоучета изучаются все виды затрат рабочего времени по составляющим рабочий процесс элементам. При помощи хронометража изучаются полезные цикличные затраты рабочего времени.

По окончании наблюдения в первую очередь производится доработка и окончание записей в графах бланка «Характеристика процесса» (ХП). Затем обрабатываются бланки наблюдений: проверяются записи, подсчитываются и записываются в соответствующие графы бланка «Фотоучет » (ФУ) и «Хронометраж» (ХС) построчные и другие итоги.

В дальнейшем, результаты наблюдений обрабатываются на бланках «Обработка нецикличная» (ОН) и «Цикличная обработка» (ЦО, ХВ), в которые элементы оперативной работы записываются в порядке технологии процесса, а остальные затраты времени вносятся в соответствии со схемой рабочего времени или времени использования машин.

В конце бланка ОН все виды затрат времени суммируются.

Показателем для оценки качества результатов наблюдений является коэффициент разбросанности ряда $К_р$, под которым подразумевается отношение разности между максимальным и минимальным значениями ряда к минимальному значению.

Коэффициент разбросанности определяется по следующей формуле:

$$K_{P.} = \frac{B_{П.З} - H_{ПЗ}}{H_{П.З}}$$

где $B_{п.з.}$ - верхний предел значения ряда (максимальное значение ряда);

$H_{п.з.}$ - нижний предел значения ряда (минимальное значение ряда).

В зависимости от величины коэффициента разбросанности ряда определяется необходимость дальнейшей обработки ряда или его исключения.

По окончании наблюдений необходимо провести замеры выполненной работы.

Приведение затрат рабочего времени по элементам к главному измерителю процесса и последующее суммирование этих затрат называется синтезом норм.

Если измерители продукции по элементам процесса не совпадают с главным измерителем, то затраты времени по этим элементам умножаются на коэффициент перехода.

Коэффициентом перехода (K_n) называется число, показывающее, какое количество единиц продукции в измерителе элемента содержится в единице продукции, выраженной в главном измерителе всего рабочего процесса.

Величину затрат на подготовительно-заключительную работу ($Н_{прз}$), как правило, определяют по установленным нормативам в процентах от нормы времени (труда). В порядке исключения разрешается принимать норматив на ПЗР по результатам нормативных наблюдений с детальным обоснованием принимаемой величины ПЗР.

На отдых и личные надобности (*Но*) определяют величину затрат времени по установленным нормативам в процентах от нормы времени (труда) или по аналогии с этими нормативами с надлежащим обоснованием. Величина технологических перерывов ($П_{тп}$) проектируется в процентах от нормы времени (труда) на основании результатов анализа нормативных наблюдений.

При наличии технологических перерывов, которые рабочими могут быть частично использованы для отдыха, нормативы этого времени уменьшаются на половину величины перерывов с таким расчетом, чтобы время на отдых и личные надобности было не менее 5 %.

В тех случаях, когда по имеющимся условиям рабочему не представляется возможным использовать время технологического перерыва для отдыха, то нормативы на отдых и личные надобности (при проектировании их) следует устанавливать в полном размере.

Величина технологических перерывов ($Т_{тп}$) проектируется в процентах от нормы времени (труда) на основании результатов анализа нормативных наблюдений. В соответствии с «Нормативами на подготовительно-заключительную работу и отдых при проектировании норм труда в строительстве», нормативная величина технологических перерывов принимается равной 10 % от нормируемых затрат. Но при наличии технологических перерывов, которые рабочие могли бы частично использовать для отдыха, эта величина уменьшается на половину величины технологических перерывов, но так, чтобы затраты на отдых и личные надобности не оказались менее 5 %.

Когда звено исполнителей имеет в своем составе от двух до четырех человек, то величина технологических перерывов рассчитывается с предварительным анализом и исключением затрат времени, неправильно отнесенных наблюдателем к категории технологических перерывов, и как простое среднее арифметическое на единицу измерителя исчисляется по формуле:

$$t_{ТП} = \frac{t_{ТП_1} + t_{ТП_2} + ...t_{ТП\,n}}{n} \qquad (1)$$

Расчетную величину технологических перерывов переводят в проценты от нормы времени следующим образом:

а) если применяемая величина затрат времени на эти перерывы не влияет на расчетную (имеется в виду отдых и личные надобности), включаемую в норму, или когда величина отдыха принимается в минимальном размере (5 %), то расчет производят по формуле:

$$T_{ТП} = \frac{t_{ТП}}{t_{орз} + t_{ТП}} \cdot \left[100 - \left(H_{пзр} + H_0\right)\right] \qquad (2)$$

где $Т_{ТП}$ — проектная величина технологических перерывов в процентах от нормы времени; $t_{тп}$ — величина затрат на технологические перерывы, полученная по формуле (1); $t_{орз}$- затраты на оперативную работу, полученные по формуле (3); $Н_{пзр}$- норматив на подготовительно-заключительную работу; $Н_о$ - норматив на отдых и личные надобности;

б) когда норматив времени на отдых и личные надобности сокращается на половину величины технологических перерывов, но остаточная величина норматива составляет более 5 %, то расчет производят по формуле:

$$T_{ТП} = \frac{t_{ТП}}{t_{орз} + 0{,}5t_{ТП}} \cdot \left[100 - \left(H_{пзр} + H_0\right)\right] \qquad (3)$$

Таблица 1

Разновидности нормируемого труда	Число элементов в процессе	Максимально допустимые величины технологических перерывов, %		
		при двух исполнителях в звене	при трех исполнителях в звене	при четырех исполнителях в звене
Труд немеханизированный «полумеханизированный» при их сочетании	до 5	1	2	4
	до 10	2	3	5
	более 10	4	5	7
При одновременном применении труда: немеханизированного полумеханизированного	до 5	1,5	3	6
	до 10	5	5	8
	более 10	6	8	10

Полученные по формулам (2) и (3) величины технологических перерывов сравниваются с максимально допустимыми, приведенными в табл. 1.

В случае, когда расчетная величина окажется больше указанной в этой таблице, окончательная величина технологического перерыва принимается в размере, указанном в ней, а если меньше - то по расчету.

При численности звена исполнителей в пять и более человек проектную величину технологических перерывов определяют на основе построения гармонограммы независимо от величин, предусмотренных в табл. 1.

Проектирование состава звена исполнителей, обеспечивающего наиболее рациональный подбор рабочих по численному, профессиональному и квалификационному составу осуществляется с учетом номенклатуры работ, принятой нормалью исследуемого процесса и тарифно-квалификационным справочником.

Очень важно, чтобы максимальной и равномерной была загрузка каждого исполнителя по времени в соответствии с квалификацией, полностью устранены или максимально сокращены величины технологических перерывов, а также соблюдались все требования охраны труда и техники безопасности.

При проектировании состава звена исполнителей для механизированных процессов непременно учитываются требования инструкций по эксплуатации машин.

При индивидуально выполняемых рабочих процессах определяются только профессия и разряд рабочего по действующему тарифно-квалификационному справочнику.

При выполнении рабочего процесса звеном рабочих различных профессий и разрядов, необходимо определить расчетный состав звена по данным нормативных наблюдений. Для этого затраты времени по каждому элементу выписываются в таблицу, а затем, пользуясь действующим тарифно-квалификационным справочником, определяется разряд работы по каждому элементу в отдельности.

Состав звена исполнителей должен обеспечить:

• рациональное число исполнителей с учетом требований к технологии и качеству продукции. Средний разряд рабочих, входящих в состав звена, как правило, должен

соответствовать среднему разряду работ. Допустимое отклонение среднего разряда рабочих от среднего разряда работ должно находиться в пределах ±0,3 разряда;

• максимальную и равномерную загрузку каждого исполнителя по времени в соответствии с квалификацией, а также рациональное установление величины технологических перерывов;

• соблюдение всех требований охраны труда и техники безопасности.

При этом допускается загрузка квалифицированных рабочих менее квалифицированной работой в размере 15-20 % рабочего времени квалифицированного рабочего. Примеры расчетов состава звена рабочих приведены в образце пояснительной записки проектирования норм на немеханизированный процесс.

Механизированный труд нормируется, как правило, путем расчета норм времени использования строительных машин и состава звена рабочих, управляющих ними.

Проектирование первичных норм для машин, режим работы которых регламентирован и отражен в технических паспортах, инструкциях по эксплуатации их и других технических документах, осуществляют расчетно-аналитическим методом.

При частичном или полном отсутствии таких исходных материалов недостающие данные определяют на основе нормативных наблюдений.

В состав производственной нормы включаются только нормируемые затраты рабочего времени. Для рабочих - затраты времени на оперативную и подготовительно-заключительную работу, на технологические перерывы, на отдых и личные надобности; для машин - время полезной работы по заданию, время неустранимой работы вхолостую и время регламентированных перерывов.

А. Особенности проектирования норм на немеханизированный процесс

Нормы на оперативную работу устанавливаются в результате обработки данных нормативных наблюдений, которыми определяются затраты времени по каждому элементу и количество продукции на измеритель элемента, приходящегося на 60 чел./мин оперативного времени.

Затем по каждому элементу устанавливаются затраты времени на единицу измерения и коэффициент перехода от измерителя элемента к измерителю продукции рабочего процесса. Синтез затрат времени на измеритель рабочего процесса получается перемножением затрат времени по элементу на коэффициент перехода, установленный для данного элемента, в результате чего определяется величина затрат времени по данному элементу, приведенная к измерителю продукции рабочего процесса. Сумма приведенных затрат по элементам составляет проектируемые затраты времени на оперативную работу.

Проектирование времени на подготовительно-заключительную работу на основании данных нормативных наблюдений может привести к уменьшению их необходимой величины, так как нормировщик–исследователь при проведении наблюдения не может учесть затраты времени на ПЗР, связанные с заданием, а не со сменой (ознакомление с чертежами, получение задания, сдача работ и т.п.).

Поэтому при проектировании производственных норм величину затрат времени на ПЗР следует принимать по усредненным нормативам (см. «Нормативы на подготовительно-заключительную работу и отдых при проектировании норм труда в строительстве» ВНИПИ труда в строительстве Госстроя СССР, 1988.). Эти усредненные нормативы установлены в процентах от нормируемых затрат времени и учитывают затраты на смену и задание.

Проектирование затрат времени на технологические перерывы производится по фактическим данным нормативных наблюдений в процентах от нормируемых затрат. При этом следует иметь в виду, что время этих перерывов может быть использовано для отдыха

рабочих, вследствие чего размеры проектируемого времени на отдых и личные надобности могут быть уменьшены (до 5 % от нормируемых затрат времени).

Определение количественного и квалификационного состава исполнителей

При индивидуально выполняемых рабочих процессах определяются только профессия и разряд рабочего по действующему тарифно-квалификационному справочнику.

При выполнении рабочего процесса звеном рабочих различных профессий и разрядов, необходимо определить расчетный состав звена по данным нормативных наблюдений. Для этого затраты времени по каждому элементу выписываются в таблицу, а затем, пользуясь действующим тарифно-квалификационным справочником, определяется разряд работы по каждому элементу в отдельности.

Состав звена исполнителей должен обеспечить:

• рациональное число исполнителей с учетом требований к технологии и качеству продукции. Средний разряд рабочих, входящих в состав звена, как правило, должен соответствовать среднему разряду работ. Допустимое отклонение среднего разряда рабочих от среднего разряда работ должно находиться в пределах ±0,3 разряда;

• максимальную и равномерную загрузку каждого исполнителя по времени в соответствии с квалификацией, а также рациональное установление величины технологических перерывов;

• соблюдение всех требований охраны труда и техники безопасности.

При этом допускается загрузка квалифицированных рабочих менее квалифицированной работой в размере 15-20 % рабочего времени квалифицированного рабочего.

Расчет норм на немеханизированный процесс

Производственная норма на немеханизированный процесс, проектируемая в чел./ч на соответствующий измеритель продукции, рассчитывается по формуле

$$Í_{âð.} = Ò_{îð.} \cdot \frac{100}{[100 - (Í_{ïçð.} + Ï_{òï.} + Ï_{ï.})] \cdot 60}, \qquad (4)$$

где T_{op} - затраты времени на оперативную работу в чел./мин на измеритель законченной продукции; $H_{пзр}$, $П_{о}$ - нормативы на подготовительно-заключительную работу, отдых, в процентах от нормируемых затрат; $П_{тп}$. - проектная величина технологических перерывов, в процентах от нормируемых затрат; 60 - коэффициент перехода чел./мин в чел./ч.

Б. Особенности проектирования норм на механизированный процесс

Нормы времени для механизированных производственных процессов проектируются по расчетной производительности машин.

При установлении расчетной производительности следует различать машины цикличного и непрерывного действия.

Расчетная производительность машин цикличного действия определяется за 1 ч цикличной работы по формуле

$$П_{рц} = N \cdot V \cdot K_1 \cdot K_2 ... K_n \qquad (5)$$

где $П_{рц}$ - расчетная производительность машин цикличного действия за 1 ч цикличной работы; N - среднее число циклов за 60 мин цикличной работы, установленное на основе обобщения данных хронометражных наблюдений; V - количество продукции за один цикл; K_1 K_2 ...*Кн.* - коэффициенты, устанавливаемые с учетом технической характеристики машины и

показателей ее использования в нормальных производственных условиях (коэффициент наполнения ковша-косилки, ковша экскаватора, скрепера);

При установлении среднего числа циклов работы машины за 60 мин необходимо исследовать длительность каждого элемента, составляющего цикл.

Паспортные данные машины используются для контрольных целей. Продолжительность всего цикла работы машины определяется путем суммирования длительности каждого элемента цикла.

Расчетная производительность машин непрерывного действия определяется за 1 ч непрерывной работы по формуле

$$П_{рн} = V \cdot K_1 \cdot K_2 ... K_n \qquad (6)$$

где $П_{рн}$ - расчетная производительность машин непрерывного действия за 1 ч непрерывной работы; V - количество продукции в натуральных показателях за 1 ч непрерывной работы под полной или обоснованно пониженной нагрузкой; K_1, K_2, K_n, - коэффициенты, учитывающие влияние различных факторов на часовую производительность машины непрерывного действия.

Расчетная производительность машин непрерывного действия устанавливается путем проведения нормативных полносменных наблюдений способом фотоучета с точностью записи времени 1 мин.

Установление режима работы машины

Нормальная производительность машин цикличного и непрерывного действия зависит от установленного режима работы машины на протяжении рабочей смены.

При проектировании режима рабочей смены машины необходимо учитывать кроме полезной работы регламентированные перерывы:

а) связанные с техническим уходом за машиной - по данным нормативных наблюдений;

б) связанные с процессом работ - по данным нормативных наблюдений;

в) связанные с отдыхом и личными надобностями рабочих - по нормативам

Определение количественного и квалификационного состава исполнителей

Количественный состав исполнителей рабочих процессов, выполняемых машинами, определяется по каждой из трех категорий в отдельности:

1) рабочие, управляющие машинами;

2) рабочие, обслуживающие машины (загрузка материалами и уборка готовой продукции);

3) рабочие, участвующие в процессе (устройство водоотводных канав, оградительных валиков, укладки цементобетонной смесей и т.п.).

По первой категории рабочих состав определяется в соответствии с паспортными данными применяемой строительной, мелиоративной машины (механизма). Проектирование состава исполнителей второй и третьей категорий рабочих производится расчетом на основе анализа результатов проведенных нормативных наблюдений за этими рабочими. Квалификационный состав исполнителей рабочего процесса определяется в соответствии с действующим тарифно-квалификационным справочником.

Расчет нормы времени использования машин

Проектирование норм времени использования машин ($Н_{вр.м}$) цикличного или непрерывного действия на измеритель механизированного процесса осуществляют по формуле:

$$H_{вр.м} = \frac{1}{П_р} \cdot \frac{100}{100 - (H_{р.н} + H_р)} \quad (7)$$

где $П_Р$ - расчетная производительность машины за 1 час; $H_{р.н}$- проектная величина нецикличной работы машины - для машин цикличного действия или время неустранимой работы вхолостую для машин непрерывного действия, в процентах от нормируемых затрат. $H_р$ - проектная величина регламентированных перерывов в работе машины, в процентах от нормируемых затрат;

Проектную величину времени нецикличной работы машины цикличного действия или допустимой работы вхолостую машины непрерывного действия определяют в процентах от нормы времени использования механизма по результатам анализа нормативных наблюдений.

Проектные величины времени регламентированных перерывов в работе машины определяют в процентах от нормы времени использования ее по результатам анализа нормативных наблюдений с учетом установленного нормального режима, правильной организации труда и отдыха машинистов и рабочих других профессий, участвующих в выполнении нормируемого процесса.

Завершающим этапом разработки производственных норм является составление проекта параграфа норм.

Проект параграфа первичных норм содержит шифр параграфа и его наименование; техническую характеристику машин или оборудования (при необходимости описание их), приспособлений и основных инструментов, применяемых материалов, используемых деталей, полуфабрикатов и конструкций; указания по производству работ и основные требования по качеству продукции, организации труда рабочих и рекомендации по режимам труда и отдыха, применению норм; состав работ по элементам процесса и звена; таблицы расценок с указанием измерителя продукции процесса и примечаниями.

Запроектированные нормы времени и расценки перед включением их в параграф подлежат округлению в соответствии с правилами.

Проект производственных норм оформляется в виде параграфа норм. Все расчеты и обоснование проекта норм приводятся в пояснительной записке.

Проект параграфа норм проверяется в производственных условиях, материалы проверки норм обсуждают на производственных совещаниях заказчика с участием инженерно-технических работников водного хозяйства, ученых и рабочих тех профессий, труд которых нормируется по запроектированным нормам, с участием представителей профсоюзной организации.

Первичные нормы могут быть использованы в качестве ведомственных после их утверждения в установленном порядке.

Проверка действующих норм. Уровень выполнения действующих норм устанавливают на основании нормативных наблюдений, а также путем расчета показателей фактического ($B_ф$) и аналитического (B_a) выполнения норм по формулам:

$$B_ф = \frac{H_{вр} \cdot V}{Ф} \cdot 100 \quad (8)$$

$$B_a = \frac{H_{вр} \cdot V}{t^ф_{орз} + t^ф_{ТП} + H_{пзр} + H_0} \cdot 100 \quad (9)$$

где $H_{вр}$ -норма на единицу измерения продукции, чел/ч; V-количество выполненной продукции; $Ф$ - фактические затраты на выполненное количество продукции (с учетом

внутрисменных потерь рабочего времени); $t^{ô}_{m.n}$- фактические затраты на технологические перерывы, чел/ч; $t^{ô}_{iдç}$ -фактические затраты на оперативную работу, чел/ч; $H_{пзр}$- нормативы на подготовительно-заключительную работу, чел/ч; H_o- нормативы на отдых и личные надобности, чел/с;

Уровень выполнения норм определяется способом фотоучета. В случае, если по данным первой проверки выполнение норм составит 100-120 %, то норма не требует дальнейшей проверки. При уровне выполнения норм менее 100 или более 120 % требуется дополнительное исследование процесса способом фотоучета.

Нормы, уровень выполнения которых по данным технического нормирования составляет менее 100 или более 120 %, должны пересматриваться по мере накопления необходимых обосновывающих материалов.

Для механизированных процессов в параграф производственных норм включают данные о технической характеристике машин.

Пояснительная записка к проекту параграфа норм состоит из следующие разделов:

I. *Вводная часть,* в которой указываются: дата и место проведения нормативных наблюдений; методы, число и длительность наблюдений; объем работы или продукции, охваченной наблюдением; главный измеритель процесса работы;

II. *Описание нормали процесса,* куда входят: полная характеристика процесса; улучшения, внесенные в ходе исследования (наблюдения) в его характеристику; содержание и обоснование запроектированной нормали;

III. *Проектирование норм.* В этой части приводятся подробные данные по нормативным наблюдениям, обработке норм и расчет полных производственных норм;

IV. *Заключение* содержит результаты сопоставления запроектированных норм с действующими на данный или аналогичный процесс; результаты проверки и обсуждения норм в производственных условиях (указываются результаты проверки проекта параграфа норм в производственных условиях и экономический эффект от его внедрения).

Под внедрением технически обоснованных норм следует понимать осуществление комплекса мероприятий, обеспечивающих выполнение и перевыполнение запроектированных норм выработки. Комплекс мероприятий включает: широкое ознакомление мастеров и рабочих на производстве с нормами и условиями (нормалями); техническое обучение и производственный инструктаж рабочих; разработку и ознакомление рабочих с различными пособиями (плакатами), помогающими усваивать методы и приемы выполнения процесса; показ на рабочих местах передовых методов и приемов выполнения данного процесса; разъяснение практического значения новых методов работы и их влияния на рост производительности труда, квалификация и оплаты труда.

Результат внедрения новой нормы лучше всего проверять, «фотографируя» рабочий день. Если норма выполняется в пределах 100—120 %, можно считать, что она запроектирована правильно. Период полного освоения новых норм составляет 3-6 мес. За это время накапливается опыт, вносятся отдельные усовершенствования в организацию и технологию процесса.

При разработке производственных норм труда механизаторов и нормировании работ строительных и мелиоративных машин зарубежного производства рекомендуется пользоваться следующими документами:

1) Основы методики технического нормирования труда в строительстве (выпуски 1-9) НИИЭС Госстроя СССР. (В них поясняются термины, даются примеры по практическим расчетам).

2) Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 1986-1995 годы. Часть III. Мелиорация. - М.,1988. (Даются система работ и технология их производства).

3) ГОСТ 30067-93. Экскаваторы одноковшовые универсальные полноповоротные.

4) ГОСТ 27251-87. Машины землеройные. Метод испытаний по определению времени перемещения рабочих органов.

5) Федеральные регистры базовых технологий и технических средств для мелиоративных работ в сельскохозяйственном производстве России до 2010 г. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003.

6) ВНиР Сборник В12. Специальные работы в мелиоративном и водохозяйственном строительстве. Выпуск 4. Ремонтно-строительные работы на мелиоративных системах и сооружениях. - М.: Прейскурантиздат, 1987.

7) ВНиР Сборник В12. Специальные работы в мелиоративном и водохозяйственном строительстве. Выпуск 1. Земляные работы при строительстве мелиоративных систем и водохозяйственных сооружений. - М.: Прейскурантиздат, 1987.

8) Отраслевой стандарт Tst 63.07:2001. Испытание сельскохозяйственной техники. Надежность. Показатели и методы оценки.

9) Tst 63.09:2001. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины мелиоративные, осушительные и оросительные. Программы и методы испытаний.

10) Инструкция по эксплуатации и обслуживанию гидравлического гусеничного экскаватора HXW230LC , HXW230.

УДК 658.53:626.862.7

РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОВЕРКИ ТЕХНИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ НОРМ ВРЕМЕНИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ И СООРУЖЕНИЯХ

О.А. Муратов, А.Р. Муратов
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Организация производства очистных, ремонтно-восстановительных и строительных работ с применением строительных и мелиоративных машин отечественного и зарубежного производства, определение потребности в них и в рабочей силе, а также ресурсах на конкретных мелиоративных объектах возможны на основании квалифицированно разработанных ведомственных норм. Под ведомственной нормой принято понимать нормативный документ, устанавливающий состав, порядок, организационно-технические условия и количество машинного времени, затрат труда и ресурсов, которые необходимы на выполнение единицы конкретного объема очистных, ремонтно-восстановительных (строительных) работ на мелиоративной сети.

Руководством по техническому нормированию труда рабочих в строительстве установлены два метода проектирования норм: расчетно-исследовательский и расчетно-аналитический.

Расчетно-аналитический метод базируется на использовании имеющихся нормативных и технических данных и предусматривает проектирование норм на основе применения расчетных формул, нормативов затрат труда и метода аналогии.

Проектирование норм с применением расчетных формул основано на использовании зависимостей между факторами влияния и затратами труда в тех случаях, когда длительность операции или процесса регламентируется техническими условиями, техническими правилами, физическими законами и т.п.

Проектирование норм на основе нормативов затрат труда заключается в расчете норм с использованием нормативов затрат труда на типовые элементы или рабочие движения (при микроэлементном нормировании).

Метод нормирования по аналогии состоит в установлении подобия новых строительно-ремонтных процессов уже известным и определении коэффициентов, учитывающих влияние дополнительных факторов на продолжительность процесса. С помощью аналогии возможно, как правило, проектирование местных производственных норм труда на новые разновидности освоенных процессов.

Настоящая программа содержит положения по проектированию норм с использованием формул производительности машин на механизированные строительно-монтажные и ремонтно-строительные работы на мелиоративных и водохозяйственных объектах.

Нормированию подлежат только рационально организованные ремонтно-восстановительные и строительные процессы, которые ведутся современными, прогрессивными методами.

Расчетно-аналитический метод проектирования производственных норм на механизированные процессы базируется на использовании разработок в области механизации строительно-монтажных и ремонтно-строительных работ и предусматривает применение существующих расчетных формул определения часовой производительности строительных и мелиоративных машин. Для использования этих формул в техническом нормировании применяются дополнительные термины и понятия.

Паспортные показатели работы машины - показатели, косвенно характеризующие производительность машины, устанавливаются на основе полигонных (сертификационных, государственных и т.д.) испытаний в расчетных условиях работы машины и указываются в ее техническом паспорте (продолжительность цикла или число циклов в единицу времени, скорость движения рабочего органа машины и другие).

Техническая производительность - количество продукции, которое может выполнить машина за 1 ч непрерывной работы в условиях наиболее совершенной организации механизированного процесса рабочими, полностью овладевшими передовыми приемами и методами управления машиной. Техническая производительность определяется величиной основных параметров строительной машины и рассчитывается применительно к конкретным производственным условиям работы машины при ее полной загрузке, т.е. без учета перерывов любого рода. Техническая производительность учитывает влияние переменных факторов, отражающих характер и условия работы машины (степень наполнения ковша, группу грунта, высоту забоя и т.д. - для экскаватора; степень использования грузоподъемности, высоту подъема груза, угол поворота стрелы и т.д. - для кранов; аналогичные факторы - для других машин).

Величина технической производительности рассчитывается по определенным для каждого вида машин формулам, включающим в общем случае паспортные параметры и систему коэффициентов, учитывающих производственные условия работы машины. На

основе технической производительности определяется эксплуатационная производительность машины.

Эксплуатационная производительность машины, в зависимости от периода, на который она определяется, подразделяется на часовую, сменную, суточную, месячную и годовую.

Для целей нормирования труда используется часовая эксплуатационная производительность.

Часовая эксплуатационная производительность - количество продукции, которое может выполнить машина за 1 ч полезного рабочего времени при правильной организации процесса, эксплуатации машины и управления рабочими соответствующей квалификации с учетом влияния всех производственных факторов и неизбежных перерывов, вызываемых правилами эксплуатации машины, технологией и организацией механизированного процесса.

Часовая эксплуатационная производительность подразделяется на расчетную и нормативную.

Величина часовой расчетной эксплуатационной производительности определяется на основе формул технической производительности машины с учетом неизбежных перерывов в течение смены.

В реальных производственных условиях на величину производительности машины оказывают влияние не только перерывы в ее работе, но и организационно-технологические условия выполнения механизированного процесса, мастерство машинистов и техническое состояние машины. Величина эксплуатационной производительности, определяемая с учетом влияния перечисленных факторов, называется нормативной эксплуатационной производительностью.

Для проектирования норм расчетно-аналитическим методом используется величина часовой нормативной эксплуатационной производительности машин.

На механизированные процессы предусматривается разработка норм:

·- машинного времени;

·- затрат труда рабочих, управляющих машиной;

·- затрат труда рабочих, работающих при машине.

В зависимости от характера участия машин и рабочих в механизированном процессе принята следующая классификация строительных и дорожных машин:

I группа - машины, непосредственно производящие строительную продукцию под управлением машинистов (экскаваторы, бульдозеры, скреперы и т.п.);

II группа - машины, занятые в производстве строительной продукции под управлением машинистов с участием звена (или бригады) рабочих, выполняющих при машине работу вручную (дренопромывочные машины, дреноукладчики, краны и т.п.).

При проектировании производственных норм руководствуются следующими основными методическими положениями:

·- на процессы, выполняемые машинами I группы, устанавливаются нормы машинного времени и нормы затрат труда для машинистов, управляющих машиной. Нормы проектируются расчетно-аналитическим методом на основе применения формул производительности машин. Количественный состав рабочих регламентируется правилами эксплуатации машин. При управлении машиной одним машинистом численные значения норм машинного времени и затрат труда будут совпадать;

·- на процессы, выполняемые при помощи машин II группы, устанавливаются нормы машинного времени, нормы затрат труда для машинистов, управляющих машиной, и звена рабочих, выполняющих при машине работу вручную. Нормы машинного времени и нормы затрат труда для машинистов, управляющих машиной, проектируются расчетно-

аналитическим методом на основе применения формул производительности машин. Нормы затрат труда для звена рабочих, выполняющих при машине работу вручную, устанавливаются: расчетно-аналитическим методом - если время выполнения процесса определяется только продолжительностью работы машины; сочетанием расчетно-исследовательского и расчетно-аналитического методов - если время выполнения процесса определяется продолжительностью работы как машины, так и звена рабочих, работающих при машине вручную. В этом случае элементы процессов, продолжительность которых зависит только от машины, проектируются расчетно-аналитическим методом на основе применения формул производительности машины. Остальные элементы процесса, продолжительность которых зависит от звена рабочих, выполняющих при машине работу вручную, должны проектироваться на основе имеющихся нормативных данных или данных, получаемых путем проведения нормативных наблюдений.

Нормаль строительно-монтажного процесса при проектировании норм расчетно-аналитическим методом устанавливается на основе изучения технической литературы и соответствующих справочных пособий. Особое значение для механизированного процесса имеет учет факторов влияния, вызываемых:

а) правилами эксплуатации машины;

б) технологией механизированного процесса;

в) организацией выполнения механизированного процесса;

г) мастерством машинистов;

д) техническим состоянием машин.

Первые три фактора вызывают перерывы в работе машины, обоснованные холостой (для машин непрерывного действия) и нецикличной (для машин цикличного действия) работой. Влияние остальных факторов отражается на продолжительности работы машины под полной нагрузкой. Организационно-технологические условия выполнения процесса влияют не только на величину перерывов, но и на время работы машины под полной нагрузкой.

При проектировании норм расчетно-аналитическим методом влияние указанных факторов учитывается соответствующими коэффициентами.

Определение величины норм машинного времени ($Н_{вр.м.}$) расчетно-аналитическим методом производится по следующей формуле:

$$Н_{ВР.М.} = \frac{1}{П_{Н.}}, \qquad (1)$$

где $П_{н.}$ - часовая нормативная эксплуатационная производительность машины, которая рассчитывается по формуле

$$П_{Н.} = П_{Т.} \times К_{В.} \times К_{прив.}, \qquad (2)$$

где $П_{т.}$ - часовая техническая производительность машины, определяемая на основе положений, приведенных в разделе 2 настоящей программы;

$К_{и.}$ - коэффициент использования машины по времени; учитывает долю регламентированных перерывов, обоснованной холостой (для машин непрерывного действия) и нецикличной (для машин цикличного действия) работы в нормируемых затратах времени. Величина $К_{И.}$ определяется на основе положений, приведенных в разделе 3 настоящей программы;

$К_{прив.}$ - коэффициент приведения часовой расчетной эксплуатационной производительности машины к нормативной. С помощью коэффициента приведения

усредняется влияние организационно-технологических условий выполнения процесса, мастерство машинистов и техническое состояние машины на величину расчетной эксплуатационной производительности. Значение коэффициента приведения определяется в соответствии с положениями раздела 4 настоящей программы;

Произведение часовой технической производительности машины на коэффициент использования машины по времени дает величину часовой расчетной эксплуатационной производительности машины *(П$_Э$.)*

$$П_Э = П_Т \times К_И \quad (3)$$

Для расчета величины технической производительности машины в специальной литературе по проектированию машин и механизации ирригационных и мелиоративных работ приводятся соответствующие формулы для каждого вида машин. Учитывая наличие расхождений в указанных формулах для одного и того же вида машин с целью их использования в техническом нормировании, в настоящей программе приводятся обобщенные формулы. Составление обобщенных формул производилось на основе отбора и анализа формул из различных технических и литературных источников. Для машин, не указанных в технических и литературных источниках, получение обобщенных формул технической производительности рекомендуется осуществлять в следующем порядке:

1) изучаются организационно-технические условия выполнения нормируемого процесса, и проектируется его нормаль;

2) производятся подбор и изучение справочной, технической и другой литературы по механизации данного вида работ, а также изучение технической документации по данному виду машин (инструкции, паспорта и т.п.);

3) определяется номенклатура наиболее существенных факторов влияния на величину производительности машины.

При выборе этих факторов следует исходить из условий производства процесса, предусмотренных нормалью, и сопоставления их с условиями, для которых приводится значение паспортного показателя, характеризующего производительность машины;

4) осуществляется отбор формул часовой технической производительности данного вида машин из различных технических источников; проводится анализ их составляющих. При этом отбор формул должен производиться в первую очередь из официальных нормативных документов, инструкций и справочников, утвержденных пособий для инженеров-проектировщиков, учебников для ВУЗов и т.п.;

5) производится сопоставление отобранных формул между собой и оценка каждой с точки зрения полноты учета факторов влияния. Для этой цели все формулы должны быть приведены к сопоставимому виду: иметь один и тот же измеритель и, в общем виде, содержать обозначения параметров, паспортных показателей работы машины и коэффициентов, учитывающих влияние различных факторов на продолжительность процесса.

Путем сопоставления набора коэффициентов с номенклатурой факторов влияния выбирается основная формула - наиболее полная по составу;

6) проектируется обобщенная формула технической производительности машины путем добавления в основную формулу недостающих коэффициентов из других формул;

7) определяются значения входящих в обобщенную формулу параметров и коэффициентов. При этом оптимальные значения коэффициентов принимаются на основе сопоставления, анализа и экспертной оценки их значений из различных технических источников;

8) производится расчет величины технической производительности машины по запроектированной обобщенной формуле.

Коэффициент использования машины по времени - есть число, показывающее, какую часть нормируемых затрат составляет оперативная работа.

При проектировании коэффициента использования машины по времени учитывают только нормируемые затраты времени, к которым относят:

1. Работу по заданию:
- время работы под полной нагрузкой;
- время работы под обоснованно неполной нагрузкой;
- время обоснованной работы вхолостую.
2. Регламентированные перерывы:
- время перерывов, связанных с техническим уходом за машиной;
- время перерывов, связанных с процессом работы;
- время перерывов, связанных с отдыхом и личными надобностями рабочих.

Коэффициент использования машины по времени определяется при проектировании норм машинного времени для пересчета технической производительности машины на эксплуатационную, а также для учета характера работы машин, в зависимости от принципа их действия.

По принципу действия различают строительные и дорожные машины цикличного и непрерывного (нецикличного) действия.

Формулой технической производительности машины определяется количество продукции за 1 ч цикличной работы для машин цикличного действия и за 1 ч непрерывной работы для машин нецикличного действия при максимально возможной их загрузке. При этом для машин цикличного действия учитывается работа под полной нагрузкой, под обоснованно неполной нагрузкой и цикличная обоснованная работа машины вхолостую; нецикличная работа машины и регламентированные перерывы не учитываются. Для машины нецикличного действия учитывается работа под полной нагрузкой и обоснованно неполной нагрузкой. Обоснованная работа вхолостую и регламентированные перерывы не учитываются.

Время нецикличной работы (для машин цикличного действия), обоснованной работы вхолостую (для машин нецикличного действия) и регламентированные перерывы (для машин обоих принципов действия) учитываются при проектировании эксплуатационной производительности машины коэффициентом использования машины по времени ($К_{и.}$). Результаты многолетних нормативных наблюдений показывают, что числовая величина этого коэффициента для различных машин устойчиво сохраняется на уровне 0,7-0,8. Поэтому для определения эксплуатационной производительности машины при проектировании норм расчетно-аналитическим методом рекомендуется принимать числовую величину $К_{и.}$ в пределах 0,7-0,8 по усмотрению разработчика норм.

В исключительных случаях, когда наличие нормативных материалов на аналогичные механизированные процессы показывает устойчивый обоснованный показатель Ки. меньше 0,7, его размеры следует принимать по этим данным, но не менее 0,6. Пониженный показатель $К_{и.}$ может иметь место для машин несерийного производства, а также для механизированных процессов, даже оптимальная организация которых требует связанных с процессом работы перерывов более 20 % нормируемых затрат труда. Использование при проектировании норм значения $К_{и.}$ менее 0,7 должно быть обосновано соответствующими материалами.

При необходимости значение коэффициента $К_{и.}$ может уточняться на основе нормативных материалов, имеющихся для аналогичного вида машин, по следующей формуле:

$$К_{И.} = \frac{100 - (П_{РП.} + П_{РНХ.})}{100}, \quad (4)$$

где $П_{РП.}$ - величина времени регламентированных перерывов в работе машины в процентах от баланса нормируемых затрат;

$П_{рнх.}$ - величина времени нецикличной работы машины (для машины цикличного действия - $П_{рн.}$) или времени обоснованной работы вхолостую (для машины нецикличного действия - $П_{рх.}$) в процентах от нормируемых затрат.

При этом учитываются следующие положения:

а) время регламентированных перерывов, связанных с техническим уходом за машиной, проектируется с учетом периодичности соответствующих операций, установленной правилами или инструкцией по эксплуатации машины. Продолжительность операций, выполняемых один раз в несколько смен, учитывается в части, приходящейся на одну смену;

б) перерывы, связанные с процессом работы, можно считать обоснованными только в тех случаях, когда использование машины на другой работе или в другом месте невозможно, или нецелесообразно из-за незначительной продолжительности перерыва;

в) величину перерывов, связанных с отдыхом и личными надобностями рабочих (отдых машинистов; отдых рабочих, работающих вручную при машине; личные надобности всех рабочих), следует определять раздельно по группам работающих и причинам перерыва.

Основой проектирования величины этих перерывов является нормативная величина затрат времени на отдых и личные надобности всех рабочих, участвующих в выполнении нормируемого процесса, определяемая в соответствии с общепринятой методикой технического нормирования. При этом величина перерывов в работе машины должна быть меньше суммы длительности отдыха звена рабочих и машинистов за счет полного или частичного совмещения времени их отдыха и совмещения его с моментами перерывов в работе машины по другим причинам.

При определении проектной величины перерывов в работе машины в связи с отдыхом машинистов возможны следующие варианты:

·- для машины, управляемой одним машинистом, проектная величина перерыва в ее работе точно соответствует величине норматива времени на отдых машиниста;

·- для машины, управляемой звеном машинистов (машинист и помощник машиниста) - при их одновременном отдыхе проектная величина перерыва принимается равной нормативу времени на отдых машиниста; при отдыхе в разное время проектная величина перерывов в работе машины принимается в размере 5 % нормируемых затрат времени.

Проектирование величины перерывов в работе машины в связи с отдыхом звена рабочих, работающих при машине, должно производиться с учетом возможности совмещения отдыха рабочих звена и машинистов. При этом, если величины нормативов на отдых звена рабочих и звена машинистов равны, то проектная величина перерыва в работе машины принимается равной этой величине. Если величина норматива на отдых звена рабочих больше соответствующего норматива для машинистов, то проектная величина перерыва в работе машины, вызванного отдыхом рабочих, принимается равной величине норматива на отдых этого звена рабочих;

г) при определении общей величины перерывов, связанных с процессом работы и отдыхом рабочих, необходимо предусматривать их возможное совмещение. В этом случае,

если норматив на отдых машинистов равен или меньше величины перерыва в связи с процессом работы, проектная величина перерыва в связи с отдыхом машинистов принимается в размере 5 %. Если норматив на отдых больше величины перерыва в связи с процессом работы, проектная величина перерыва, связанного с отдыхом машинистов, равна их разнице (но не менее 5 %).

При проектировании обобщенных норм влияние ряда производственных факторов, заложенных в нормали процесса, учитывается усредненно. Для механизированных процессов такие факторы связаны с организационно-технологическими условиями выполнения процесса, мастерством машиниста и техническим состоянием машин. Учет этих факторов при проектировании норм на механизированные процессы расчетно-аналитическим методом осуществляется с помощью коэффициента приведения.

Назначение этого коэффициента заключается в приведении величины расчетной эксплуатационной производительности, учитывающей только использование машины по времени, к нормативной, учитывающей влияние всех производственных факторов. Коэффициент приведения устанавливается, исходя из следующих основных положений:

а) уровень усредненного влияния организационно-технологических условий выполнения процесса, мастерства машинистов и технического состояния машин одинаков для аналогичных машин.

Под аналогичными (сравнимыми с точки зрения нормирования трудовых процессов) машинами следует понимать различные марки машин одного вида (назначения), одинакового типоразмера. Для новых моделей машин, отличающихся от уже применяемых в строительстве коренными усовершенствованиями или более широкой областью применения, аналоги среди существующих машин с позиции нормирования механизированных процессов отсутствуют;

б) уровень усреднения влияния факторов, учитываемых коэффициентом приведения, для применяемой в строительстве машины-аналога может быть перенесен и на новую модель машины при проектировании норм на новый процесс;

в) машина-аналог для новой модели машины устанавливается на основании имеющихся на аналогичные процессы Единых, Ведомственных или Типовых норм

Величина коэффициента приведения определяется по формуле

$$K_{ПРИВ.} = \frac{П_{н.а.}}{П_{э.а.}}, \qquad (5)$$

где $П_{н.а.}$ - часовая нормативная эксплуатационная производительность машины-аналога, найденная по формуле

$$П_{Н.а..} = \frac{1}{Н_{ВР.М.а}}, \qquad (6)$$

где $Н_{вр.м.а.}$ - норма машинного времени для машины-аналога в Единых, Ведомственных и Типовых нормах времени;

$П_{э.а.}$ - часовая расчетная эксплуатационная производительность машины-аналога, определяемая по формуле

$$П_{э.а.} = П_{т.а.} \times К_{и.а.}, \qquad (7)$$

где $П_{т.а.}$ - техническая производительность машины-аналога;

$К_{и.а.}$ - коэффициент использования по времени машины-аналога.

Подставляя в формулу (5) значения ее составляющих, получаем общий вид формулы определения коэффициента приведения

$$К_{прив} = \frac{1}{Н_{вр.м.а.} \cdot П_{Т.а.} \cdot К_{и.а.}} \quad (8)$$

Иногда в сборниках производственных норм приводят значения показателей работы машины, характеризующих ее производительность (продолжительность цикла или число циклов в единицу времени и т.п.).

В этом случае значение коэффициента приведения можно определить по формулам

$$К_{прив} = \frac{Н_{П.}}{П_{.П.}} (\text{при } Н_{п.} < П._{п.}), \quad (9\ а)$$

Или

$$К_{прив} = \frac{П_{П.}}{Н_{.П.}} (при\ Н_{п.} > П._{п.}), \quad (9\ б)$$

где $П_{п.}$ - величина паспортного показателя, характеризующего производительность машины, указывается в ее техническом паспорте;

$Н_{п.}$ - величина аналогичного нормативного показателя, предусмотренная действующими нормами.

Числовая величина коэффициента приведения, полученная в результате расчета по формулам (8, 9а, 9б), должна находиться в пределах $1 \geq К_{прив.} > 0{,}48$.

При определении числовой величины коэффициента приведения необходимо учитывать следующее:

1. Величина коэффициента приведения может быть меньше или равна 1, что вытекает из формул (5, 9а, 9б).

При получении коэффициента приведения, равного 1, нормативная производительность машины достигает оптимальной величины, т.е. $П_{н.а.} = П_{.э.а.}$ и $Н_{п.} = П_{п.}$ Это становится возможным при наилучшем состоянии машины, высоком мастерстве машинистов, полном освоении машины на производстве и высоком уровне организации труда и производства.

2. При получении величины коэффициента приведения меньше минимально допускаемого ($К_{прив.} < 0{,}48$) в расчет принимается $К_{прив.} = 0{,}48$.

3. Величина коэффициента приведения может быть использована в качестве одного из показателей уровня организации труда и производства при выполнении конкретного механизированного процесса, а также показателя производительности машин в производственных условиях.

4. В случае отсутствия в сборниках Единых, Ведомственных или Типовых норм времени машины-аналога или трудностей в нахождении паспортных данных машины-аналога для новой модели машины, величина коэффициента приведения принимается равной 0,48.

Проектирование норм на основе использования формул производительности машин осуществляется по 12 этапам:

1. Ознакомление со справочной, технической литературой и технической документацией.

2. Проектирование нормали процесса.

3. Расчленение процесса на составные элементы и выбор главного измерителя процесса.

4. Определение технической производительности машины.

5. Определение коэффициента использования машины по времени.

6. Определение коэффициента приведения.

7. Расчет норм машинного времени.

8. Проектирование состава исполнителей.

9. Расчет норм затрат труда для рабочих, управляющих машиной, и звена рабочих, работающих при машине вручную.

10. Проектирование проекта параграфа норм.

11. Проверка проекта параграфа норм в производственных условиях путем проведения нормативных наблюдений.

12. Оформление пояснительной записки с параграфом норм. Этапы 1-3, 10-11 выполняются в соответствии с программой технического нормирования так же, как и при проектировании норм расчетно-исследовательским методом.

Этапы 4-6 выполняются в соответствии с положениями, изложенными в разделах 2, 3 и 4 настоящей программы.

Этап 7. Нормы машинного времени ($Н_{вр.м.}$) рассчитывают по следующей формуле:

$$Н_{вр.м.} = \frac{1}{П_{н.}} = \frac{1}{П_{Т.} \cdot П_{И.} \cdot К_{ПРИВ.}} \qquad (10)$$

Этап 8. Количество рабочих, необходимых для управления машиной, указывается в инструкции по эксплуатации данной машины и обуславливается дополнительными требованиями соблюдения правил техники безопасности.

Установление квалификационных разрядов машинистам осуществляется в соответствии с действующим тарифно-квалификационным справочником.

Состав звена рабочих, работающих при машине вручную, должен обеспечивать:

·- достижение машиной нормативной эксплуатационной производительности;

·- рациональное число исполнителей с учетом требований к технологии, качеству продукции и охране труда.

Проектирование звена рабочих, работающих при машине вручную, производят на основе имеющихся материалов по составу звеньев в сборниках производственных норм для аналогичного механизированного процесса с учетом требований инструкции по технической эксплуатации новой модели машины.

При этом состав звена анализируется, проверяется его соответствие требованиям новой технологии и организации труда и, при необходимости, вносятся соответствующие изменения.

Квалификационная корректировка звена производится в соответствии с действующим тарифно-квалификационным справочником.

Этап 9. Расчет норм затрат труда для звена рабочих, управляющих машиной ($Н_{зт.м.}$), и звена рабочих, работающих при машине вручную ($Н_{зт.}$), осуществляется по формулам

$$Н_{зт.м.} = Н_{вр.м.} \times N_{м}, \qquad (11)$$

$$Н_{зт.} = Н_{вр.м.} \times N_{р.}, \qquad (12)$$

где $N_{м}$., $N_{р.}$ - соответственно количество машинистов и рабочих звена, работающих при машине вручную.

Этап 12. Все расчеты и обоснования к проекту параграфа норм приводятся в пояснительной записке с приложением необходимых материалов.

Пояснительная записка состоит из десяти разделов:

1. Вводная часть.
2. Проектирование нормали процесса.
3. Определение технической производительности машины.
4. Определение коэффициента использования машины по времени.
5. Определение коэффициента приведения.
6. Расчет норм машинного времени.
7. Проектирование состава исполнителей.
8. Расчет норм затрат труда рабочих.
9. Проектирование проекта параграфа норм.
10. Заключение (указываются результаты проверки проекта параграфа норм в производственных условиях путем проведения нормативных наблюдений).

Коэффициент приведения, применяемый для проектирования производственных норм на механизированные процессы расчетно-аналитическим методом, может быть использован также для проверки норм, запроектированных ранее расчетно-исследовательским методом.

Проверка норм с помощью коэффициента приведения осуществляется в следующем порядке.

По формуле (3) и в соответствии с положениями разделов 2 и 3 определяют расчетную эксплуатационную производительность машины ($П_э$.).

На основе имеющихся норм машинного времени рассчитывают нормативную эксплуатационную производительность машины ($П_н$.), используя формулу (1)

$$П_н. - \frac{1}{Н_{вр.м}}$$

По формуле (5) находят значение коэффициента приведения.

Полученные значения коэффициента приведения сравнивают с минимально и максимально допустимыми значениями Кприв., указанными в разделе 4; рассчитанный коэффициент приведения должен находиться в пределах допустимых значений, т.е.:

$$1 \geq К_{прив.} < 0{,}48.$$

Если значение Кприв. получилось менее 0,48, режим работы запроектирован неоправданно заниженным. Если же значение Кприв. более 1, режим работы машины запроектирован неоправданно завышенным.

В том и другом случаях нормы следует пересмотреть, обратив внимание на достоверность нормативных данных и значения коэффициента использования машины по времени.

Формулы определения часовой технической производительности основных видов строительных и мелиоративных машин

1. Одноковшовые экскаваторы

$$П_{Т.} = \frac{3600 \cdot Q \cdot К_{Н.}}{t_{Ц.} \cdot К_{Р} \cdot К_{РЗ.} \cdot К_{П.} \cdot К_{ГР.}}, \; м^3/ч \qquad (1)$$

где Q - геометрическая емкость ковша, м^3 (принимается по паспорту машин);

$t_{ц.}$ - продолжительность цикла (с), указанная в паспорте для условий*), предусмотренных паспортом:

·- для прямой лопаты - грунт IV группы, с погрузкой в транспорт при угле поворота, равном 90°;

·- для обратной лопаты - грунт IV группы при работе в отвал с поворотом на 90°;

·- для драглайна - грунт III группы при работе в отвал с поворотом на 135°.

*) Если в паспорте продолжительность цикла приводится для других условий, следует путем пересчета определять продолжительность цикла для указанных условий. Например, в паспорте написано: продолжительность при работе в отвал с поворотом на 90° в грунтах IV группы – 15 с. Пересчитываем на продолжительность цикла при работе с погрузкой в транспортные средства $t_{ц.}$=(15:0,8)=19 с (0,8-коэффициент $K_{рз.}$, учитывающий влияние способа разработки грунта). Для расчета по формуле (1) следует принять $t_{ц.}$=19 с.

При разработке грунта в траншеях и котлованах объемом до 300 м^3 или до 3000 м^3 при совмещении со строительно-монтажными работами, а для экскаваторов-обратная лопата также при разработке в траншеях под многонитиевые трубопроводы с полками в разных горизонтах и с разными уклонами продолжительность цикла необходимо умножить для экскаваторов-драглайнов на 1,2; для экскаваторов-обратная лопата - на 1,1.

$K_{н.}$ - коэффициент наполнения ковша разрыхленным грунтом (определяется по табл. 1);

$K_{р.}$ - коэффициент разрыхления грунта (определяется по табл. 1);

$K_{рз.}$ - коэффициент влияния способа разработки грунта на продолжительность цикла:

·- для прямой лопаты - при работе в транспорт $K_{рз.}$=1; при работе в отвал $K_{рз.}$=0,8;

·- для обратной лопаты и драглайна - при работе в отвал Крз. = 1; в транспорт Крз. = 1,25;

$K_{п.}$ - коэффициент влияния угла поворота экскаватора на продолжительность цикла:

·- для прямой и обратной лопаты - при угле поворота, равном 90°, паспортные условия, $K_{п.}$ = 1; для углов поворота 110°, 135°, 150° и 180° значения коэффициента, соответственно, равны 1,1; 1,2; 1,3 и 1,5;

·- для драглайна - при угле поворота, равном 135°, паспортные условия, Кп. = 1; для углов поворота 90°, 110°, 150° и 180° значения Кп., соответственно, равны 0,8; 0,9; 1,1 и 1,25;

$K_{гр.}$- коэффициент учета влияния рода грунта на продолжительность цикла (определяется по табл. 1).

Таблица 1 - Значения коэффициентов $K_{н.}$, $K_{р.}$, $K_{гр.}$ в зависимости от группы грунта

Обозначение коэффициента	Группы грунта					
	I	II	III	IV	V	VI
$K_{н.}$	1	0,97	0,95	0,9	0,85	0,8
$K_{р.}$	1,1	1,2	1,25	1,35	1,45	1,5
$K_{гр.}$ (для обратной лопаты)	0,5	0,6	0,75	1	1,2	1,5
$K_{гр.}$ (для драглайна)	0,7	0,8	1	1,3	1,6	2

2. Многоковшовые экскаваторы

а) цепные

$$П_{Т.} = \frac{36 \cdot Q \cdot V_{К.} \cdot K_{Н.}}{t \cdot K_{Р.}} K_{ГР.} \cdot K_{РЗ.}, \; м^3/ч \qquad (2)$$

где Q - емкость ковша, л (принимается по паспорту);

t - шаг ковшей, м (принимается по паспорту);

$V_к$. - скорость движения ковшовой цепи, м/с (принимается по паспорту);

$К_{н.}$ - коэффициент наполнения ковша разрыхленным грунтом (определяется по табл. 1);

$К_{р.}$ - коэффициент разрыхления грунта (определяется по табл. 1);

$К_{гр.}$ - коэффициент учета влияния рода грунта - для грунтов I гр. - 1, II гр. - 0,87, III гр. - 0,67, IV гр. - 0,5;

$К_{рз.}$ - коэффициент влияния способа разработки грунта при работе в отвал Крз. = 1, при работе в транспорт $К_{рз.}$=0,8;

б) с бесковшовым (скребковым) рабочим органом

$$П_{Т.} = 3600 \cdot B_C \cdot h_C \cdot V_K \frac{К_{Н.}}{К_{Р}.} К_{ГР.} \cdot К_{РЗ.}, \; м^3/ч \qquad (3)$$

где B_c - ширина скребка, м (принимается по паспорту);

h_c - высота скребка, м (принимается по паспорту);

$V_к$ - скорость движения ковшовой цепи, м/с (принимается по паспорту);

$К_{н.}$ - коэффициент наполнения определяется в зависимости от угла наклона рабочей цепи к горизонту - 25° - 0,74; 38° - 0,58; 55° - 0,32;

$К_{р.}$ - коэффициент разрыхления грунта (определяется по табл. 1);

$К_{гр.}$ и $К_{рз.}$ - аналогично цепному экскаватору;

в) роторные

$$П_{Т.} = 0{,}06 \cdot Q \cdot n_{об} \cdot n_К \frac{К_{Н.}}{К_{Р}.} \cdot К_{П.} \cdot К_{ГР.}, \; м^3/ч \qquad (4)$$

где Q - емкость ковша, л (принимается по паспорту);

$n_{об}$ - число оборотов роторного колеса в мин (принимается по паспорту);

$n_к$ - число ковшей на роторном колесе (принимается по паспорту);

$К_{н.}$ - коэффициент наполнения ковша разрыхленным грунтом (определяется по табл. 1);

$К_{р.}$ - коэффициент разрыхления грунта (определяется по табл. 1);

$К_{п.}$ - коэффициент, учитывающий потери грунта при переходе его с ковшей ротора на транспортирующую ленту, $К_{п.}$=0,96;

$К_{гр.}$ - аналогично цепному экскаватору.

Формулой (4) предусмотрена разработка грунта на максимальную глубину, указанную в паспорте роторного экскаватора. На каждое уменьшение глубины траншеи до 0,4 м предыдущую величину производительности экскаватора умножать на 0,94.

3. Бульдозеры

а) разработка и перемещение грунта

$$П_{Т.} = \frac{1800 \cdot L \cdot h^2 \cdot К_{П.} \cdot К_{УКЛ}}{tg\varphi \cdot t_Ц \cdot К_{Р}.}, \; м^3/ч \qquad (5)$$

где L - длина отвала, м (принимается по паспорту);

h - высота отвала, м (принимается по паспорту);

$К_{п.}$ - коэффициент, учитывающий потери грунта, определяется по формуле

$К_{п.}$=1-0,005 l, где l - расстояние перемещения грунта в м; значение $К_{п.}$ принимается в пределах 0,75 - 0,95 (при перемещении грунта на первые 10 м $К_{п.}$=1);

$K_{укл.}$ - коэффициент, учитывающий влияние уклона местности (средние значения величины $K_{укл.}$: при уклоне до 3 % - 1,0; до 6 % - 1,2; до 10 % - 1,5; до 15 % - 2,0; при подъеме до 2 % - 1,0; до 6 % - 0,85; 10 % - 0,7; до 15 % - 0,6);

$K_{р.}$ - коэффициент разрыхления грунта для I гр - 1,1; II гр - 1,2; III гр - 1,25; IV гр - 1,35;

j - угол естественного откоса (принимается по табл. 2).

Таблица 2 - Значения углов естественного откоса и их тангенсов

Наименование грунтов	Влажность грунта					
	сухой		влажный		мокрый	
	град. j	tg j	град. j	$tg\ j$	град. j	$tg\ j$
1	2	3	4	5	6	7
Галька	35	0,70	45	1,00	25	0,47
Глина	45	1,00	35	0,70	15	0,27
Гравий	40	0,84	40	0,84	35	0,70
Насыпной грунт	35	0,70	45	1,00	27	0,51
Песок:						
- мелкозернистый	25	0,47	30	0,58	20	0,36
- среднезернистый	27	0,51	35	0,70	25	0,47
- крупнозернистый	30	0,58	32	0,63	27	0,51
Растительный грунт	40	0,84	35	0,70	25	0,47
Суглинок:						
- средний	50	1,19	40	0,84	20	0,58
- легкий	40	0,84	30	0,58	30	0,36

$t_{ц}$ - продолжительность рабочего цикла, определяемая по формуле

$$t_{Ц} = \frac{l_{К.}}{V_{К.}} + \frac{l_{П.}}{V_{П.}} + \frac{l_{О}}{V_{О}} + t_{О} + t_{П.} + 2t_{ПОВ.}, \qquad (6)$$

где $l_{к.}$, $l_{п.}$, $l_{о.}$ – соответственно, длина пути копания, перемещения грунта и обратного хода бульдозера, м (в среднем $l_{к.}$ = 5-10 м; при расчете $l_{п.}$ - длина участка пути с подъемом от 10 до 20 % принимается с коэффициентом 1,2, а при подъемах более 20 % - 1,4; $l_{о.} = l_{к.} + l_{п.}$);

$V_{к.}$, $V_{п.}$, $V_{о.}$ – соответственно, скорости трактора при копании, перемещении грунта и обратном ходе (принимается по паспорту машины, равной скорости на I, II, III передачах);

$t_{о.}$ - время на опускание отвала (1,5 - 2,5 с);

$t_{п.}$ - время на переключение передач (5 – 10 с);

$t_{пов.}$ - время на поворот трактора (10 – 15 с).

б) при планировочных работах

$$П_{Т.} = \frac{3600 \cdot L \cdot (l \sin\varphi - b)}{n \cdot [(L : V_{К}) + t_{ПОВ.}]}, \text{ м}^2/\text{ч} \qquad (7)$$

где L - длина планируемого участка, м; L=10-15 м;

l - длина отвала, м (принимается по паспорту);

j - угол установки поворотного отвала в плане; j=60-65°, sin 60°=0,866,

sin 65°=0,906;

b - часть ширины пройденной полосы, перекрываемой при последующем смежном проходе (b = 0,3-0,5 м);

n - число проходов по одному месту (n =1-2 прохода);

$V_к$. и $t_{пов.}$ – см. формулу (6).

4. Скреперы

$$П_{Т.} = \frac{3600 \cdot Q \cdot К_{Н.}}{t_{Ц.} \cdot К_{Р.}}, \; м^3/ч \qquad (8)$$

где Q - геометрическая емкость ковша, м^3 (принимается по паспорту);

Кн. - коэффициент наполнения ковша, для I гр. грунта $К_{н.}$=1,15; II гр. -1,1; III гр.-1; IV гр.-0,9;

$t_{ц.}$ - продолжительность цикла, с;

$К_{р.}$- коэффициент разрыхления грунта, для I гр. $К_{р.}$=1,1; II гр.-1,2; III гр. -1,3; IV гр.-1,35.

Продолжительность цикла определяется по формуле

$$t_{ц.}=(l_{к.}:V_{к.})+(l_{т.}:V_{т.})+(l_{р.}:V_{р.})+(l_{п.}:V_{п.})+t_{п.}+2t_{пов.}, \qquad (9)$$

где $l_{к.}$, $l_{т.}$, $l_{р.}$, $l_{п.}$ - длина пути, соответственно, копания (заполнения), транспортирования грунта, разгрузки и порожнего скрепера;

$V_{к.}$, $V_{т.}$, $V_{р.}$, $V_{п.}$ - скорость движения, соответственно, при заполнении (наборе грунта), груженого скрепера, при разгрузке и порожнего скрепера (принимается по паспорту машины: $V_{к.}$ - I скорость; $V_{т.}$ - II - III скорости; $V_{р.}$ - I - II скорости; $V_{п.}$ - III - IV скорости);

$t_{п.}$ - время на переключение передачи (принимается равным 5-10 с);

$t_{пов.}$ - время на один поворот (принимается равным 15-25 с).

$$l_{К.} = \frac{Q \cdot К_{Н.}(1+n.)}{К_{Р.} \cdot b \cdot h}, \qquad (10)$$

где b - ширина ножа скрепера (принимается по паспорту), м;

n - доля потери грунта на образование призмы волочения (см. табл. 3).

Таблица 3 - Потери грунта на образование призмы волочения

Емкость ковша, м^3	Грунты				
	песок	супесь	суглинок		глина
			сухой	влажный	
15	0,32	0,16	0,114	0,088	-
10	0,28	0,17	0,13	0,097	
6 - 6,5	0,26	0,22	-	-	0,1

h - средняя толщина стружки грунта, м (см. табл. 4).

Таблица 4 - Максимальная толщина стружки

Емкость ковша, м^3	Грунты			
	песок	супесь	суглинок	глина
2,75	0,15	0,12	0,1	0,07
6	0,2	0,15	0,12	0,09
10	0,3	0,2	0,18	0,14
15	0,35	0,25	0,21	0,16

$$l_{P.} = \frac{Q \cdot K_{H.}}{b \cdot h^1}, \qquad (11)$$

где h^1 - толщина слоя выгружаемого грунта, м (принимается по технической характеристике скреперов).

Дальность перемещения грунта определяется по проекту производства работ. В первом приближении при возведении насыпей из резерва и разработке выемок в кавальеры дальность транспортирования грунта может быть принята в зависимости от рабочих отметок земляного полотна по табл. 5.

Таблица 5 - Дальность транспортировки грунта

Рабочие отметки земляного полотна, м	Расстояние между съездами, м	Дальность транспортировки грунта, м
± 1	-	40 - 50
± 2	50 - 60	70 - 80
± 3	50 - 60	100 - 110
± 4	50 - 60	120 - 130
± 5	100	150 - 180
± 6	100	190 - 210
± 7	100	250 - 270
± 8	150	350 - 400

5. Автогрейдер

$$П_{Т.} = \frac{60 \cdot l \cdot h^2}{t_{Ц} \cdot tg\varphi \cdot K_{P.}}, \; м^3/ч \qquad (12)$$

где l - длина отвала, м (принимается по паспорту);

h - высота отвала, м (принимается по паспорту);

j - угол естественного откоса (принимается по табл. 2);

$K_{р.}$ - коэффициент разрыхления грунта, для I гр. - 1,1; II гр. - 1,2; III гр. - 1,25;

$t_{ц.}$ - продолжительность цикла (мин), определяемая по формуле

$$t_{ц.} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6, \qquad (13)$$

t_1 - время на разработку грунта отвалом,

$$t_1 = (l_1 : V_1), \qquad (14)$$

где l_1 - длина пути разработки грунта (в среднем до 10 м);

V_1 - скорость автогрейдера при разработке грунта (на первой передаче - принимается по паспорту машины);

t_2 - время холостого хода,

$$t_2 = (l_2 : V_2), \qquad (15)$$

где l_2 - длина пути холостого хода (в среднем до 10 м);

V_2 - скорость холостого хода автогрейдера (на второй передаче - принимается по паспорту машины);

t_3 и t_4 - время на подъем отвала в транспортное положение и на опускание отвала;

$t_3 = t_4 = 0{,}033$ мин;

t_5 - время на переключение передач; t_5 = 0,0839 мин;

t_6 - время на поворот в конце рабочего хода и в конце обратного хода; t_6 = 0,33 мин.

6. Катки (трамбующие машины)

$$П_{Т.} = \frac{L \cdot (B - в) \cdot h}{[(L:V) + t_{ПОВ}] \cdot n}, \; м^3/ч \qquad (16)$$

где L - длина укатываемого участка, м;

B - ширина укатываемой полосы, м (принимается по паспорту);

$в$ - величина перекрытия при каждом проходе; в = 0,2-0,3 м;

h - толщина уплотнения, м (принимается по паспорту);

V - рабочая скорость катка, м/ч (принимается по паспорту);

$t_{пов.}$ - время на поворот, равное 0,01 - 0,02 ч;

n - число проходов (для прицепных катков - в связных грунтах 4-6; несвязных грунтах 2-6; для кулачковых катков 4-10)

или

$$П_{Т.} = \frac{L \cdot (B - в)}{[(L:V) + t_{ПОВ}] \cdot n}, \; м^3/ч \qquad (17)$$

обозначения те же, что и в формуле (16).

7. Рыхлители

а)

$$П_{Т.} = \frac{60 \cdot B \cdot h_P \cdot L}{(t_{P.} + t_{ПОВ}) \cdot n}, \; м^3/ч \qquad (18)$$

где B - ширина разрыхляемой полосы, м; B = ($B_{пасп.}$ - 0,2);

$B_{пасп.}$ - ширина рыхления, принимаемая по паспорту машины;

0,2 - ширина перекрытия смежных полос, м;

h_p - расчетная глубина рыхления, м; принимается в соответствии с технологией производства работ или h_p = *(0,6-0,8)* × H, где H - максимальное заглубление зубьев рыхлителя по паспорту; меньшее значение принимается при крупном рыхлении;

L - длина разрыхляемого участка с градацией через 100 м;

L = 100 м;

t_p - время рабочего хода, мин; определяется по формуле

$$t_p = L : (0,8 - 0,9) \times V, \qquad (19)$$

где V - рабочая скорость тягача на первой передаче, принимаемая по паспорту машины, м/мин;

$t_{пов}$ - время на один поворот, $t_{пов}$ = 1,4 – 2 мин;

n - число проходов по одному следу (1 - 3).

б)

$$П_{Т.} = \frac{1000 \cdot V_{P.} \cdot B \cdot h_P \cdot [1 - (n_{ПОВ} \cdot t_{ПОВ}) : 60]}{K \cdot n}, \; м^3/ч \qquad (20)$$

Или

$$П_{Т.} = \frac{1000 \cdot V_{Р.} \cdot B \cdot [1-(n_{ПОВ} \cdot t_{ПОВ}) : 60]}{n},\ м^2/ч \qquad (21)$$

где $V_{р.}$ - расчетная скорость движения рыхлителя, км/ч, определяется по формуле $V_{р.} = (0,8\text{-}0,9) \times V$, ($V$ - см. формулу 19);

B, $h_р$, $t_{пов.}$ - см. формулу 18;

K - коэффициент, учитывающий характер проходов; $K = 1$ при параллельных резах; $K = 2$ при перекрестных резах;

n - число проходов по одному следу (n = 1-3);

$n_{пов.}$ - число поворотов за час работы;

в)

$$П_{т.} = B \times V_{р.}, \qquad (22)$$

где B, $V_{р.}$ - обозначения такие же, как в формулах 20 и 21.

Расчет коэффициента приведения по паспортным данным машины (условный пример)

Необходимо запроектировать нормы машинного времени для разработки грунта одноковшовыми экскаваторами-обратная лопата новых моделей при емкости ковша 0,5 м^3; 0,65 м^3; 1 м^3; 1,25 м^3.

Значения коэффициентов приведения в этом случае можно определить на основании нормативных данных ЕНиР «Земляные работы» по формуле (9б) настоящей программы

$$К_{ПРИВ.} = \frac{П_{П.}}{Н_{П.}}$$

Для одноковшового экскаватора паспортным показателем, характеризующим его производительность ($П_{п.}$), является продолжительность цикла - $t_ц$. Продолжительность цикла в паспортах одноковшовых экскаваторов-обратная лопата указана для грунта IV группы с углом поворота платформы экскаватора на 90°. Соответствующие величины $Н_{п.}$ - нормативной продолжительности цикла (или количества циклов в минуту) - определяются по ЕНиР.

Расчет значений коэффициентов приведения по формуле (9 б) производим в табличной форме

Емкость ковша, м^3	Продолжительность цикла		Значение расчетного коэффициента приведения $К_{прив.}$ = (гр. 2:гр. 3)
	паспортная, ($П_{п.}$)	предусмотренная действующими нормами ($Н_п$)	
1	2	3	4
0,5	15	32,1	0,46
0,65	15	31,7	0,47
1,0	20	38,7	0,52
1,25	21	37,5	0,56

Полученные значения коэффициентов приведения сравниваем с допустимыми:

1 > 0,46 < 0,48; 1 > 0,47 < 0,48; 1 > 0,52 > 0,48; 1 > 0,56 > 0,48

В дальнейших расчетах норм машинного времени принимаем для соответствующих марок экскаваторов значения $К_{прив.}$, равные 0,48; 0,48; 0,52 и 0,56.

Пример проектирования норм расчетно-аналитическим методом на механизированный процесс «Разработка грунта II группы в отвал одноковшовым экскаватором-драглайном ЭО-5111 с вместимостью ковша (со сплошной режущей кромкой) 1 м3»

1. Определение технической производительности (формула 1)

$$П_{Т.} = \frac{3600 \cdot Q \cdot К_{Н.}}{t_{Ц.} \cdot К_{Р.} \cdot К_{РЗ.} \cdot К_{П.} \cdot К_{ГР.}} = \frac{3600 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}97}{23 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}8} = 158{,}15 \ м^3/ч$$

где Q - геометрическая емкость ковша; Q = 1,0 м^3 (из технической характеристики экскаватора);

$К_{н.}$ - коэффициент наполнения ковша разрыхленным грунтом; для грунта II р. $К_{н.}$ = 0,97;

$t_{ц.}$ - продолжительность цикла (указанная в паспорте) при разработке грунта III гр. в отвал и угле поворота, равном 135°, $t_{ц.}$ = 23 с;

$К_{р.}$ - коэффициент разрыхления; для грунта II гр. $К_{р.}$ = 1,2;

$К_{рз.}$ - коэффициент влияния способа разработки грунта на продолжительность цикла; для данного случая при разработке грунта в отвал $К_{рз.}$ = 1;

$К_{п.}$ - коэффициент влияния угла поворота экскаватора на продолжительность цикла; при угле поворота 135° $К_{п.}$ = 1;

$К_{гр.}$ - коэффициент влияния рода грунта на продолжительность цикла; для грунта II гр. $К_{гр.}$ = 0,8.

2. Определение коэффициента использования экскаватора по времени - $К_{и.}$

$К_{и.}$ = 0,80 - принимается в соответствии с разделом 3 настоящей программы.

3. Определение коэффициента приведения - $К_{прив.}$

$$К_{ПРИВ.} = \frac{П_{П.}}{Н_{П.}} = \frac{16}{32{,}1} = 0{,}5,$$

где $П_{п.}$ - продолжительность цикла, указанная в техническом паспорте экскаватора-аналога;

$Н_{п.}$ - нормативная продолжительность цикла экскаватора-аналога ($Е$).

0,5 > 0,48, поэтому для дальнейших расчетов принимаем $К_{прив.}$ = 0,5.

4. Расчет нормы машинного времени

$$Н_{ВР.М.} = \frac{1}{П_{Т.} \cdot К_{И.} \cdot К_{ПРИВ.}} = \frac{1}{158{,}15 \cdot 0{,}80 \cdot 0{,}50} = 0{,}0158(маш.-ч).$$

На 100 м^3 грунта в плотном состоянии $Н_{вр.м.}$=1,58 *маш.-ч*.

5. Проектирование состава исполнителей

На основании инструкции по эксплуатации экскаватора и ЕТКС принято звено:
машинист экскаватора 6 разряда - 1;
помощник машиниста 5 разряда - 1.

6. Расчет норм времени для рабочих, управляющих машиной ($Н_{зт.м.}$)

$Н_{эт.м.}$ = 1,58 × 2 = 3,16 чел.-ч - на 100 м^3 грунта в плотном состоянии.

Техническая характеристика экскаватора-драглайна

Марка экскаватора-драглайна ЭО-5111
Вместимость ковша со сплошной режущей кромкой, м^3 1,0
Управление пневматическое
Длина стрелы, м 12,5
Наибольшая глубина копания при концевом проходе, м 9,4
Наибольший радиус выгрузки, м 12,2
Наибольшая высота выгрузки, м 6,1
Мощность: кВт 74
(л.с.) (100)
Масса экскаватора, т 35
Указание по применению норм

Настоящей нормой предусматривается разработка грунта II группы при устройстве выемок, насыпей, резервов и кавальеров при строительстве и ремонте коллекторов, траншей и других, аналогичных по сложности, сооружений.

Состав работы

1. Постановка экскаватора в забое.
2. Разработка грунта навымет.
3. Очистка ковша экскаватора.
4. Передвижка экскаватора в процессе работы.
5. Очистка мест погрузки грунта и подошвы забоя.

Норма времени и расценка на 100 м^3 грунта в плотном теле

	Норма машинного времени	Норма затрат труда машинистов
Машинист экскаватора 6 разр. - 1 Помощник машиниста 5 разр. - 1	1,58	3,16

УДК 631.671:631.43:556.01

МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ

Ж.С. Мустафаев, А.Д. Рябцев, А.Т. Козыкеева, Ж.Н. Байманов
Таразский государственный университет им М.Х. Дулати,
Кызылординский технический университет, Казахстан

Для оценки деятельности мелиорации сельскохозяйственных земель разработаны методы и криетрии оценки эколого-мелиоративной устойчивости агроландшафтов, позволяющих регулирование и управление природными процессами.

Природообустройство – это особый вид деятельности, существенно расширяющий сферу мелиорации сельскохозяйственных земель, включив в нее деятельность по использованию, охране и управлению природными процессами. При этом объектом природообустройства, в отличие от мелиорации сельскохозяйственных земель, должны быть

не отдельные орошаемые территории, а ландшафты, представляющие собой целостные природные системы.

Природные ландшафты являются целостными образованиями со сложной внутренней организацией и пространственной дифференциацией, обладающие определенным сочетанием изменчивости и устойчивости. Агроландшафты, отражающие как типологические, так и индивидуальные особенности естественного ландшафта, представляют собой уязвимый и самый динамичный компонент при оптимизации землепользования и управления ими. Поэтому изучение состояния агроландшафтов, то есть направленность и интенсивность природного процесса, которые происходят в нем в условиях антропогенной деятельности, является отражением роста понимания его роли в поддержании экологического баланса территории и среды жизнеобеспечения человека, которые осуществляются на основе систематического мониторинга среды обитания человека.

Поддержание экологического баланса в агроландшафтах означает, что количество вложенной антропогенной энергии должно компенсировать энергию, получаемую с урожаем сельскохозяйственных культур, и энергию, затрачиваемую на почвообразование. При этом избыточное вложение энергии приводит к деформации природной системы и развитию деградационных процессов, недостаточное – к снижению природно-ресурсного потенциала (И.П. Айдаров, 2004; Ж.С. Мустафаев, 2004; Ю.А. Мажайский, А.В. Резникова, 2004; И.П. Айдаров, В.Н. Краснощеков, 2004; А.И. Голованов, Ю.И. Сухарев, В.В. Шабанов 2006).

Мониторинг среды обитания – одно из актуальных направлений научных исследований в области природопользования, которые развиваются на стыке теоретических достижений разных наук, как физической географии, экологии, мелиорации, почвоведения, гидрогеологии с использованием методологии системного анализа. Развитие этого направления в области природопользования обусловлено не только необходимостью теоретических разработок и обобщений, но и решением таких прикладных задач, как рациональное использование и сохранение природных ресурсов и правильное размещение производительных сил, проблем экологических, социально-экономических и эколого-мелиоративных функций ландшафтов.

Сохранение эколого-мелиоративных функций агроландшафтов в природно-экологическом комплексе во многом зависит от уровня антропогенных нагрузок, являющихся предметом диагностирования изменений окружающей среды. Оно заключается в определении множества факторов, при которых природно-экологические комплексы не выходят из-под контроля, которые требуют, чтобы критерии эффективности природообустройства как деятельности также должны быть существенно расширены по сравнению с критерием оценки мелиоративного состояния орошаемых земель. При этом в основе управления агроландшафтом должно лежать экологически сбалансированное и устойчивое землепользование, для управления развитием которого широкое распространение получил ландшафтно-мелиоративный подход.

Ландшафтно-мелиоративный подход включает оценку ресурсного и эколого-хозяйственного баланса, а также эколого-мелиоративного состояния территории. С позиции экологической сбалансированности ее развития значимы такие интегральные показатели, как химические загрязнения, здоровье населения, продолжительность жизни и экологическое состояние. Поэтому эколого-мелиоративное состояние агроландшафтов играет не менее важную роль в ее экономическом развитии и экологической устойчивости природно-экологического комплекса, чем ее природно-ресурсный потенциал.

Нахождение оптимального сочетания угодий в структуре природно-экологического комплекса – сложная задача, ее решение должно основываться на количественном описании взаимосвязанных природных процессов, антропогенных воздействий и оптимизироваться с

учетом социально-экономических и природоохраняющих (природоохранных) показателей. В первом приближении можно использовать такие обобщенные показатели, как коэффициент экологической устойчивости или стабильности техноприродных или квазиприродных систем В.А. Баранова (2000) и уровень эколого-геохимической устойчивости М.А. Глазовской (1997). При этом коэффициент экологической устойчивости (стабильности) ($K_{эу}$), учитывающий структуру биотических и абиотических элементов ландшафтов, их экологическую значимость определяется по формуле:

$$K_{эу} = (1/F) \sum_{i=1}^{n} f_i \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где F - площадь природных и техноприродных систем (водосбора); f_i - площадь i-того угодья; K_1 - коэффициент стабильности, для широколиственных лесов – 1.0; болот, водотоков и водоемов – 0.79; смешанных лесов – 0.63; лугов – 0.62; садов, лесных культур, лесополос – 0.43; хвойных лесов – 0.38; пашни в среднем -0.14; урбанизированные территории (населенные пункты, промышленные зоны и т.п.) резко уменьшают экологическую стабильность водосбора, поэтому для них коэффициент стабильности принимается отрицательным и ориентировочно равным -1 (И.П. Айдаров, 2004); K_2 - коэффициент, учитывающий геолого-морфологическую устойчивость рельефа, зависит от площади оврагов, крутых склонов, оползней, незакрепленных песков и т.п., они изменяются от 1.0 для стабильного рельефа до 0.70 – для нестабильного.

Устойчивость природных и техноприродных систем оценивается по следующей шкале (Айдаров И.П., 2004): $K_{эу}$ < 0.33 – устойчивость очень низкая; $K_{эу}$ = 0.34-0.50 – низкая; $K_{эу}$ = 0.51- 0.66 – средняя; $K_{эу}$ = 0.67 – 1.00 – высокая.

Для оценки эколого-мелиоративной устойчивости ($K_{эму}$) агроландшафтов нами разработана зависимость на основе методологии М.А. Глазовской (1997):

$$K_{эму} = (\sum_{i=1}^{n} f_i \cdot k_з \cdot k_м \cdot k_д),$$

где f_i - площадь i-ых элементов агроландшафтов (степень засоления, глубина залегания и минерализация грунтовых вод), входящих в ее состав, то есть $f_i = F_i / F_O$, здесь F_i - площадь i-ых элементов агроландшафтов, га; F_O - общая площадь агроландшафтов; k_s - коэффициент, учитывающий экологическую значимость засоленных земель; $k_м$ - коэффициент, учитывающий экологическую значимость глубины залегания грунтовых вод; $k_г$ - коэффициент, учитывающий экологическую значимость минерализации грунтовых вод.

Для определения количественного значения значимости отдельных элементов агроландшафтов, то есть параметров k_s, $k_м$ и $k_г$ использованы материалы, характеризующие зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от степени засоления почвы, уровня залегания грунтовых вод и их минерализации, то есть $k_з = f(S, У)$, $k_м = f(C_г, У)$ и $k_г = f(\Delta, У)$ (табл. 1).

Таблица 1 – Коэффициент относительной экологической значимости отдельных элементов агроландшафтов

Элементы агроландшафтов					
Степень засоления почвы	k_s	Грунтовые воды			
		глубина залегания	$k_г$	минерализация	$k_м$
1	2	3	4	5	6
Незасоленная	1.00	<1.00	0.85	<1.00	1.00
				1.00-3.00	0.75
				3.00-5.00	0.50
				5.00-10.00	0.35
				<10.00	0.25
Слабая	0.85	1.00-2.00	1.00	<1.00	1.00
				1.00-3.00	0.85
				3.00-5.00	0.65
				5.00-10.00	0.55
				<10.00	0.35
Средняя	0.60	2.00-3.00	1.00	<1.00	1.00
				1.00-3.00	0.95
				3.00-5.00	0.75
				5.00-10.00	0.65
				<10.00	0.40
Высокая	0.35	3.00-5.00	1.00	<1.00	1.00
				1.00-3.00	0.97
				3.00-5.00	0.85
				5.00-10.00	0.75
				<10.00	0.70
		<5.00	1.00	<1.00	1.00
				1.00-3.00	1.00
				3.00-5.00	0.95
				5.00-10.00	0.93
				<10.00	0.90

В общем, произведение коэффициента значимости $k_г$ и $k_м$, можно обозначать как коэффициент гидрогеохимической значимости агроландшафтов - $k_{гх}$, то есть $k_{гх} = k_г \cdot k_м$. Однако, его можно использовать, когда площадь глубины залегания грунтовых вод и минерализации будут одинаковы. Так как в природе такое состояние по гидрогеохимическим условиям не встречается, наиболее достоверным будет его представить в следующем виде: $k_{гх} = k_г \cdot f_г + k_м \cdot f_м$, где $f_г$ - относительная площадь агроландшафтов по уровню глубины залегания грунтовых вод; $f_м$ - относительная площадь агроландшафтов по минерализации грунтовых вод.

На основе этих зависимостей определена гидрогеохимическая значимость отдельных элементов агроландшафтов в низовьях реки Сырдарьи (Ж.С. Мустафаев, А.Д. Рябцев, А.Т. Козыкеева, Б.Т. Райымбекова), которые показали, что значение коэффициента гидрогеохимического состояния орошаемых массивов ($k_{гх}$) в условиях незасоленных почв и слабо минерализованных грунтовых водах достаточно высоко, а в частях агроландшафтов, где расположены засоленные почвы с близким залеганием высоко минерализованных грунтовых вод, показатели их экологической устойчивости постепенно снижаются.

Эти закономерности наблюдаются в пространственно-временных масштабах на орошаемых массивах низовьев реки Сырдарьи, так как, если 1960-х годах на незасоленных почвах значения коэффициента гидрогеохимического состояния были 0,639-0,988, то в 2000-х годах их значения снизились до 0,600-0,750. В общем, в зависимости от степени засоления почвы агроландшафтов их значения в 1960-х годах находились в пределах 0,171-0,2766, а в 2000-х годах - снизились до 0,100-0,125.

Это показывает, что экологическая устойчивость агроландшафтов в низовьях реки Сырдарьи во многом зависит от глубины залегания грунтовых вод и их минерализации, а также от степени засоленности почвы.

Оценка эколого-мелиоративной устойчивости агроландшафтов в низовьях реки Сырдарьи показала, что их высокое значение наблюдается в условиях Тогускенского массива орошения – 0,454-0,818, а самое низкое - в условиях Казалинского массива орошения – 0,454.

Таким образом, оценка эколого-мелиоративной устойчивости и стабильности агроландшафтов в условиях антропогенной деятельности отражает динамику и направленность природных процессов, степень его устойчивости и стабильности, что позволяет разрабатывать проекты адаптивно-ландшафтной системы земледелия и мелиорации. При этом основные функции агроландшафта – системность, созидательность и эффективность, обеспечивающие усточивое и стабильное функционирование природной системы, - являются важнейшими элементами определяющими особенности дифференциации земледелия в соответствии с иерархией ландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Айдаров И.П. Перспективы развития комплексных мелиораций в России.- М., 2004. – 52 с.

2. Мустафаев Ж.С. Методологические и экологические принципы мелиорации сельскохозяйственных земель. - Тараз, 2004.- 306 с.

3. Мажайский Ю.А., Резникова А.В. Концептуальные аспекты эколого-мелиоративного функционирования и развития агроландшафтов // Мелиорация и водное хозяйство. - 2004. - № 1. - С. 16 – 18.

4. Айдаров И.П., Краснощеков В.Н. Методология оценки экологической эффективности природообустройства агроландшафтов // Мелиорация и водное хозяйство. - 2005. - № 5. - С. 40 – 47.

5. Голованов А.И., Сухарев Ю.И., Шабанов В.В. Комплексное обустройство территорий – дальнейший этап мелиорации земель // Мелиорация и водное хозяйство. - 2006.- № 2-3. - С. 25 – 31.

6. Глазовский М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. - М., 1997. – 213 с.

7. Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Адильбектеги Г.А. Методологические основы оценки устойчивости и стабильности ландшафтов . – Тараз, 2007. – 218 с.

УДК 631.6

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ВОДОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Ж.С. Мустафаев, А.Д. Рябцев, А.М. Сабденалиев, С.Б. Сейсенов
Таразский государственный университет им М.Х. Дулати, Казахстан

Рассматриваются принципы создания экологически безопасной водосберегающей технологии орошения сельскохозяйственных культур и на основе их предложены показатели и критерии их оценки.

Важным условием перехода аграрного сектора на конкурентоспособную основу является экологическая и экономическая оптимизация всех его звеньев, в том числе орошаемого земледелия, одного из крупных потребителей водных ресурсов.

Нерациональное водопользование и ухудшение экологической ситуации в зонах традиционного орошения вызывает необходимость анализа проблем экологической оценки и применимости оросительных систем.

Разработка новой, более рациональной и эффективной, технологии земледелия должна базироваться на оценке последствий вмешательства в природные процессы, осуществляемого с целью повышения биологической продуктивности орошаемых земель (Ж.С. Мустафаев, А.Д. Рябцев, А.Т. Козыкеева , Т.С. Кененбев , А.М. Сабденалиев, 2009). При этом дефицит водопотребления культуры (ΔE_V), определяемый как разность между суммарным испарением и природной влагообеспеченностью, соответствующей количеству воды, требующегося для орошения одного гектара посевов, с целью получения запрограммированной урожайности в конкретных природных условиях, должен строго регламентироваться в течение всего периода вегетации.

Учитывая, что по закону природы продуктивность возделываемых культур формируется за счет транспирации с листовой поверхности, а урожай - в результате продукционного процесса, представляющего собой совокупность сложных физико-химических реакций, следует стремится к снижению непродуктивной части суммарного водопотребления.

Однако, в процессе неправильного формирования принципа нормирования водопотребности сельскохозяйственных культур и регламентирования соответствующей ему технологии полива и технических средств, при определенных агрофоне и метеорологической обстановке растению на были созданы «комфортные» условия по увлажненности почвы и приземного слоя воздуха.

На основе существующего положения о нормировании водопотребления сельскохозяйственных культур в мелиорации формировались принципы совершенствования технологии полива:

- для обеспечения биологической потребности сельскохозяйственных культур в воде разработаны принципы и возможные технические решения непрерывного водоснабжения растений в соответствии с их водопотребностью, то есть дождевальные машины и агрегаты, основанные на малоинтенсивной длительности водоподачи;
- для обеспечения почвенно-мелиоративных норм водопотребности сельскохозяйственных земель, к которым относятся засоленные почвы, наиболее распространенные способы и режимы орошения основаны на периодическом

аккумулировании воды в почве (полив по полосам и бороздам), способные создать промывной режим, основанный на высокой интенсивности водоподачи за короткое время;

- для обеспечения экологически безопасной нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий, направленной на сохранение эволюционного процесса почвообразования, используются маловодооборотные системы полива, где заложен принцип «орошение – конденсация – увлажнение», которые являются полузамкнутым в отличие от существующих технологий и способов полива;

- для обеспечения транспирационной нормы водопотребности сельскохозяйственных культур, используются локальные и очаговые системы полива, обеспечивающие снабжение водой непосредственно растений.

Таким образом, в современных условиях и при существующих принципах мелиорации, требования сельскохозяйственного производства к технике орошения полностью соответствуют ее целевому назначению, то есть при прочих равных условиях получить максимальный урожай.

Существующие технологии и технологические процессы в производственных сферах в подавляющем большинстве являются открытыми системами, в которых нерационально используются природные ресурсы и формируются значительные отходы. Правомерно, исходя из глубокой в биофизическом отношении аналогии между «биологическим» и «индустриальным» производствами с точки зрения механизма круговорота вещества и энергии, можно вести речь о формировании безотходных и малоотходных технологий в антропогенных производственных системах.

Безотходная технология представляет собой идеальную модель производства, которая в большинстве случаев пока реализуется лишь частично, отсюда и понятие появления термина «малоотходная технология».

Общими принципами создания безотходного производства и технологического процесса являются:

- системность, согласно которой каждый отдельный процесс или производство рассматривается как элемент более сложной производственной системы - всего территориально-производственного комплекса в регионе и на более высоком иерархическом уровне как элемент эколого-экономической системы;

- комплексность использования сырьевых и энергетических ресурсов - максимального использования всех компонентов сырья и потенциала энергоресурсов;

- цикличность материальных потоков - формирование во всей биотехносфере сознательно организованного и регулируемого техногенного круговорота веществ и связанных с ним превращений энергий;

- ограниченность воздействия производства на окружающую природную и социальную среду с учетом планомерного и целенаправленного роста объемов, технического и экологического совершенства, которая в первую очередь связана с сохранением и воспроизводством таких природных и социальных ресурсов, как атмосферный воздух, пресная вода, ландшафты, растительный и животный мир, рекреационные ресурсы, здоровье населения;

- рациональность организации технологического процесса - использование всех компонентов сырья, максимальное снижение энерго - и материалоемкости производства, поиск новых экологически обоснованных сырьевых и энергетических технологий, что должно обеспечить снижение отрицательного воздействия на окружающую среду.

Отмеченное имеет непосредственное отношение и к оросительным системам и их технологическим процессам, которые в идеале должны быть в симбиозе и гармонии с природной средой и процессами, происходящими в ней.

Реализация природоохранных мероприятий в водохозяйственных системах, то есть разработка экологически безотходных и безопасных технологий и технологического процесса, непосредственно связана с оптимизацией технологических параметров оросительных систем, совершенствованием способов полива и их экологической оценки, в том числе и оценки применимости сельскохозяйственной технологии в системе природопользования.

Повышение экологической безопасности в системе природопользования и природообустройства при мелиорации сельскохозяйственных земель с целью формирования устойчивых и стабильных агроландшафтов нуждается в разработке способов или методик оценки безопасности и безотходности технологических процессов на всех иерархических уровнях оросительной системы - «орошаемые поля - техника полива - распределительная сеть - проводящая сеть - коллекторно-сбросная сеть».

При этом к важнейшим аспектам разработки безотходных и малоотходных технологий и технологического процесса на всех иерархических уровнях оросительной системы относится наличие критериев оценки.

Уровень безотходности производственного процесса при мелиорации сельскохозяйственных земель, учитывающий как масштабы потребления водных ресурсов, так и массу возвращаемых в окружающую природную среду отходов в виде возвратных вод, может служить в качестве такого критерия. При этом оценка уровня безотходности должна основываться на показателях, характеризующих степень замкнутости материально-технических потоков на «входе» и «выходе» производственных систем по отношению к окружающей среде. В зависимости от специфической особенности технологических процессов распределения воды в оросительных системах такого рода показатели и методы их формирования могут различаться. Неодинаковым может быть и подход к разработке оценок уровня безотходности в зависимости от материально-вещественных характеристик в системе «орошаемое поле - техника полива - распределительная сеть - проводящая сеть - коллекторно-сбросная сеть».

На основе разработанного Ж.С. Мустафаевым, А.Д. Рябцевым и Т.С. Кененбаевым (2006), методологического подхода к комплексной оценке экологической безопасности оросительных систем, сформированы принципы создания технически совершенных систем техники и технологии полива

Критерием экологической оптимальности любого технологического процесса в соответствии с требованием ограниченного воздействия производства на окружающую природную среду является поэтапная минимизация этого воздействия:

$$O_p^{\phi} - O_p^{э} \to \min ;\ O_p^{э} - \Delta T \to \min ,$$

где O_p^{ϕ} - фактическая оросительная норма сельскохозяйственных орошаемых земель, м^3/га; $O_p^{э}$ - почвенно-экологическая норма водопотребности сельскохозяйственных угодий, м^3/га, которая определяется исходя из принципа энергетической сбалансированности тепла и влаги в природной системе, то есть $O_p^{э} = \left(R / \overline{R} \cdot L\right) - O_c$, здесь R - радиационный баланс, кДж/см^2; L - удельная теплота парообразования; $\overline{R}$ - радиационный «индекс сухости» или гидротермический показатель; O_c - атмосферные осадки, мм; ΔT - транспирационная водопотребность сельскохозяйственных культур.

Степень замкнутости технологических процессов на орошаемых полях ($K_з^o$) определяется, как соотношение почвенно-экологической нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий ($O_p^э$) и транспирационной водопотребности сельскохозяйственных культур (ΔT) к фактической оросительной норме сельскохозяйственных орошаемых земель ($O_p^ф$), то есть $K_з^o = O_p^э / O_p^ф$ и $K_з^m = \Delta T / O_p^э$, а коэффициент отходоемкости:

$$K_o^o = \left[(\sum O_p^ф - O_p^э) \cdot M_{oi} \cdot \rho_{oi} \right] / O_p^э$$

и

$$K_o^m = \left[(\sum O_p^э - \Delta T) \cdot M_{oi} \cdot \rho_{oi} \right] / \Delta T,$$

где M_{oi} - концентрация i-того отхода; ρ_{oi} - показатель относительной опасности i-того отхода.

При этом о безопасности технологических процессов на орошаемых полях по отношению к окружающей среде дает представление коэффициент экологичности:

$$K_{эо} = 1 - K_o^o \text{ и } K_{эт} = 1 - K_o^m$$

Степень замкнутости технологических процессов в различных способах полива ($K_з^m$) на орошаемых землях относительно окружающей среды может быть определена с помощью следующих формул:

$$K_з^m = \frac{m_{нт} + m_ф + m_c + m_u}{100 \cdot h \cdot d(\beta_{нв} - \beta_{пв})},$$

Или

$$K_з^m = \frac{m_{нт}^c + m_ф^c + m_c^c + m_u^c}{\Delta m},$$

где $m_{нт}$ и $m_{нт}^c$ - поливная норма и суточная поливная норма нетто, м^3/га; $m_ф$ и $m_ф^c$ - потери и суточные потери поливной воды на глубинную фильтрацию в процессе полива, м^3/га; m_c и m_c^c - потери и суточные потери поливной воды на сброс в конце борозды, м^3/га; m_u и m_u^c - потери и суточные потери поливной воды на испарение в процессе полива, м^3/га; h - расчетная глубина увлажнения почвы, м; d - объемная массы почвы, г/см^3; $\beta_{нв}$ - наименьшая влагоемкость почвы; $\beta_{пв}$ - предполивная влагоемкость почвы; Δm - суточная транспирационная водопотребность сельскохозяйственных культур.

При этом величина - $100 \cdot h \cdot d(\beta_{нв} - \beta_{пв})$, характеризует влагоемкость почвы и она равна поливной норме нетто ($m_{нт}$).

О безопасности техники или способа полива по отношению к окружающей среде дает представление коэффициент экологичности техники полива:

$$K_э^m = 1 - K_з^m$$

Коэффициент отходоемкости техники полива определяется соотношением массы отходов, приведенной к единому объему:

$$K_o^m = \frac{m_c \cdot \rho_{oi}}{m_{нт}} \text{ и } K_o^m = \frac{m_и^c \cdot \rho_{oi}}{\Delta m}$$

Для оценки степени замкнутости технологических процессов на всех иерархических уровнях оросительной системы служит следующая формула:

$$K_з^{oc} = Q_{бр} / Q_{нт} \text{ и } K_з^{oc} = Q_{бр} / \Delta T,$$

где $Q_{бр}$ - брутто расход воды в оросительных системах, м^3/с; $Q_{нт}$ - нетто расход воды в оросительных системах, м^3/с.

При этом коэффициент замкнутости технологических процессов на всех иерархических уровнях оросительной системы ($K_з^{oc}$) характеризует коэффициент полезного действия оросительной системы ($\eta_{кпд}$).

Уровень безопасности и безотходности технологических процессов в оросительной системе по отношению к окружающей среде характеризует коэффициент экологичности оросительной системы: $K_э^{oc} = 1 - K_o^{кдс}$.

Коэффициент отходоемкости коллекторно-дренажной системы ($K_o^{кдс}$) можно определить по формуле:

$$K_o^{кдс} = \frac{Q_{кдс}^{пс} \cdot SAR_{пс} + Q_{кдс}^{дс} \cdot SAR_{дс}}{Q_{нт} \cdot SAR_{доп}}$$

или

$$K_o^{кдс} = \frac{Q_{кдс}^{пс} \cdot SAR_{пс} + Q_{кдс}^{дс} \cdot SAR_{дс}}{\Delta T \cdot SAR_{доп}},$$

где $SAR_{доп}$ - предельно допустимый уровень пригодности воды для орошения; $SAR_{пс}$ и $SAR_{дс}$ - показатели оценки пригодности соответственно сбросных, дренажных вод из оросительной системы, которые определяются по следующей формуле:

$$SAR^* = SAR[1 + (8.4 - pHc)],$$

где $pHc = (pK_2 - pK_{CaCO_3}) + p(CA + mg) + p(AI_k)$ - находится по таблице, приведенной в руководстве (Н.М. Решеткина, Х.И. Якубов, 1978).

Таким образом, уровень безотходности технологических процессов в оросительной системе ($K_{бо}^{oc}$) можно оценить, используя коэффициент уровня замкнутости ($K_з^o$, $K_з^m$,

$K_з^{ос}$), корригированный на коэффициент экологичности ($K_{эо}$, $K_{эт}$, $K_{эос}$). Это дает возможность определить степень сбалансированности материально-вещественных потоков на «входе» и «выходе» технологических процессов с учетом его безопасности по отношению к окружающей среде.

Режим орошения и техника полива как категории, определяющие интенсивность и длительность воздействия оросительных мелиораций на растение и почвы, тесно и неразрывно связаны друг с другом. Взаимовлияние их многогранно и не исчерпывается основным назначением техники полива – осуществить заданный режим.

В условиях недостаточного естественного увлажнения урожайность растений и интенсивность почвообразовательного процесса во многом зависит от водообеспеченности агроландшафтов.

Технологический водооборотный мелиоративный цикл при возделывании сельскохозяйственных культур на орошаемых землях должен включать три стадии: орошение – конденсация – увлажнение, которые являются полузамкнутыми в отличие от существующих технологий и способа полива.

Таким образом, экологическое мировоззрение открывает широкие возможности для разработки принципиально новых путей развития мелиораций сельскохозяйственных земель, предназначенных для создания благоприятных условий жизнедеятельности человека и среды его обитания и созданию экологически устойчивых и стабильных агроландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Козыкеева А.Т., Кененбев Т.С., Сабденалиев А.М. Основные принципы нормирования водопотребности агроланд-шафтов // Водное хозяйство Казахстана, 2009.- № 2. – С.2-12.

2. Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Адильбектеги Г.А. Методологические основы оценки устойчивости и стабильности ландшафтов. – Тараз, 2007. – 218 с.

3. Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Кененбев Т.С. Методологические основы комплексной оценки экологической безопасности оросительных систем // Водное хозяйство Казахстана, 2006.- № 4 (12). – С.7-9.

УДК 631.675:633.18

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ РИСА НА УЧАСТИЕ МЕЛИОРАТИВНОЙ СТАНЦИИ Р-3-В РЕСПУБЛИКЕ КУБА

А.Н. Набиев
САНИИРИ им. В.Д. Журина

По предложению делегации советских специалистов по организации службы эксплуатации на оросительных системах в Республике Куба в марте1973 года был подписан контракт, по которому были намечены основные работы по следующим направлениям:

- подготовка кубинских специалистов по направлениям исследования рисовых систем;
- изучение коэффициента полезного действия каналов рисовых систем;
- строительство рисовых систем по типу Краснодарских инженерных систем;
- режим орошения риса;
- агротехника возделывания риса;
- водно–солевой режим почвы;
- эксплуатация рисовых систем.

Выполнение программы НИР проходило в два этапа: первый - ознакомление с традиционными системами орошения риса на Кубе; второй - проектирование рисовых систем, строительство и эксплуатация (рис. 1).

С января 1974 года специалисты мелиоративной станции (6 человек) приступили к проектированию инженерной системы на площади в 145 га. Проектируемый участок был выбран в центре промышленного массива и являлся характерным для данной зоны рисосеяния.

Вся территория рисового объединения составляет 467,5 га. 8,1 га были закреплены за пятью участками: Манос, Перельехо, Седро, Лас Нуевас и Махагус. Источник орошения рисовых систем - водохранилище «Саса» на реке Хатибоннисех-дель-сур, емкостью 1020 млн $м^3$. В августе 1974 года были спланированы 2 чека и спроектировано 7 гидротехнических сооружений. Размеры чеков - от 3 до 8 га.

Климат Кубы тропический. Осадки выпадают в мае и ноябре, а в остальное время года их количество резко сокращается. На Кубе выделяются два периода: сухой (с ноября по апрель), в который выпадает около15 % осадков, и влажный (май-октябрь),на долю которого приходится 85 % осадков. Это соотношение в отдельные годы может меняться в пределах от 5 до 10 процентов. Температура воздуха в районе рисовых участков колеблется в пределах 23,6-25,2°С. 24 августа 1974 года в двух чеках был посеян рис. Здесь приводятся результаты исследований, которые в первый сезон проводились в 1 и 2 чеке, а во второй сезон - в 3,4 и 5 чеках. В первом сезоне был посеян сорт риса cicay, втором сезоне – gir 880. Для изучения агротехнических условий исследуемых участков была создана метеостанция, оборудованная измерительными приборами и гидропостами в начале канала.

Среднемесячная температура воздуха за вегетационный период составила 23,30-25,50^{0}С, среднемесячная температура воды в чеках - 23,60-24,5^{0}С, Среднемесячная температура почвы - 22,10^{0}С

Основной вегетационный период благоприятствовал нормальному развитию риса, исключение составляют отдельные дни ноября и декабря 1974 года (ночное время), когда в период цветения риса температура воздуха на высоте 2,5 метра была зафиксирована ниже 15^{0}С.

Известно из литературных источников, что для нормального развития риса необходимая температура воздуха должна быть выше 15 ^{0}C, следовательно, вполне вероятно, что указанные низкие температуры оказали свое отрицательное влияние на цветение риса. Здесь следует отметить, что на высоте 50 см от поверхности почвы минимальная температура не снижалась ниже 15 ^{0}C. Располагая такими данными нельзя утверждать, что минимальная температура на высоте 2,5 м активно повлияла на развитие и цветение риса.

Суммарное количество осадков (с 22 августа до полного сброса воды 18 декабря 1974 года) составило 354,4 мм. Зафиксированные осадки были полностью использованы для выращивания риса. Для изучения испарения воды с поверхности поле на валике между первым и вторым чеками были установлены два лизиметра со следующими параметрами: высота - 50 см, внутренний диаметр – 50 см.

Один из лизиметров был вкопан в землю на глубину 35 см, другой - поставлен на валике. Наблюдения проводились дважды а день (утром и в конце дня).

Результаты среднемесячного суммарного испарения приводятся в табл. 1

Таблица 1

Номера лизиметров	IX	X	XI	XII	среднее
1	5,56	5,67	4,16	4,51	4,28
2	5,92	6,40	4,71	4,72	5,74
среднее	5,74	6.03	4,43	4,65	5,2

Как видно из табл. 1 суммарное испарение за отмеченный период по лизиметру 1 колебалось в пределах от 4,16 до 5.67 мм/сутки, во втором лизиметре от 4,71 до 6,40 мм/сут. Разница объясняется различными условиями, в которых находились оба лизиметра. Опытом установлено, что суточная разница показаний между вторым и первым лизиметрами в среднем за сезон составляет 0,46 мм/сут. По результатам испарения был приведен анализ по формуле Н.Н Иванова.

Формула Иванова

$$E=0,0018(25+t^o)^2(100+a),\ \text{мм/месяц}$$

где

t^o – среднесуточная или среднемесячная температура воздуха, ^{0}C;

a – среднемесячная относительная влажность воздуха, %

E – слой месячной испаряемости.

Результаты расчетов приведены в табл. 2

Таблица 2.

месяцы	Фактическое испарение по лизиметру 2 мм/ сутки	Фактическое испарение по лизиметру 2 мм/сутки	По Иванову Н.Н мм/сут	$\frac{Eon.}{Ep}$	$\frac{Eon.}{Ep}$
IX	5,56	5,92	3,74	1,49	1,59
X	5,67	6,40	2,90	1,96	2,21
XI	4,16	4,71	2,58	1,61	2,93
XII	4.51	4,72	1,57	2,99	3,13
среднее	4,98	5,44	2,68	2,01	2,46

Как видно из табл. 2 разница между фактическими данными и рассчитанными по формуле Иванова получается довольно значительна - 1,58-3,50. Это объясняется тропическим климатом и другими факторами.

Для учета фактических данных использования воды для исследуемого участка в начале канала был построен гидрометрический пост и установлен самописец уровня воды «Валдай». Пост был тарирован $Q=f(h)$.

Обработка записей проводилась по известной методике.

Суммарный сток, проходящий через гидропост, определяли:

$$Q_{общ} = q_1 t_1 + q_2 t_2 + \ldots + q_{n-1} t_{n-1} + q_n t_n = \sum_{1}^{n} q_n t_n, \; м^3.$$

где

$q_{1,2...n}$ – расходы воды, измеренные в определенный интервал времени;

$t_{1,2....n}$ – принимаемый интервал времени работы канала (часы, минуты, секунды).

Для определения водного баланса чеков за основу принимались рекомендации В.Б. Зайцева, и расчет велся по формуле:

$$M_h = (E+T-K_pP) + (W+F_b+F_o) + (S_n+S_h+S_o),$$

где

M_h – оросительная норма нетто;

E – испарение с водной поверхности риса;

T – транспирация;

K_p – коэффициент полезного использования осадков;

P – осадки, мм;

W – насыщение погвогрунтов, м^3/га;

F_b – фильтрация вертикальная;

F_o – фильтрационный отток;

S_n – проточность и сбросы плановые;

S_h – проточность и сброс неплановые;

S_o – сброс на осушение.

Для определения предполивной влажности почвы использовали рекомендации СоюзНИХИ. Фенологические наблюдения велись по намеченным точкам.

Таблица 3- Данные фенологических наблюдений

дата наблюдения	средняя высота риса, см
28-29.08.1974 г.	2
16-17.09.1974 г.	20
30.09. 1974 г.	40
08.10.1974 г.	54,5
18.10.1974 г.	61,01
19.11.1974 г.	72,50
07.121974 г.	72,85

Как видно из приведенных данных, высота растений риса сорта сіса-у составляет в среднем около 73 см.

Далее перед уборкой риса производили подсчет предполагаемого урожая. Для этого по намеченным точкам брали пробы риса. Результаты приводятся в таблице 4.

Как видно из приведенных данных, предполагаемый урожай составлял 61,22 ц/га, а фактический урожай - 50,33б ц/га. Потери при уборке риса составили 24 %.

Водный баланс первого сезона (нетто)

Приходная часть

Приход из канала Р-3 – 16207 м^3/га

Атмосферные осадки – 3954 м^3/га
Итого: 20161 м^3/га

Таблица 4.

Сорт риса	Год исследования	Метелки на 0.25 м^2	Стеблей на 0,25 м^2	Количество колосков в метелке, шт		Вес 1000 зерен, гр	Урожайность ц/га.
				С зернами, шт	Без зерен, шт		
cica-y	1974	124	64	42	19	22.61	47,10
		158	40	70	29	22,75	100,71
		153	61	58	16	23,25	80,53
		130	45	62	25	22,05	71,11
		133	41	36	34	23,12	77,98
		114	37	66	30	22	67,42
		138	35	89	61	21,92	107,69
		74	21	52	37	21,95	33,79
		60	23	71	54	21,87	37,27
		54	8	82	28	22,05	39,06
Итого		1221	389	739	377	246,82	728,38
Среднее		111	35,40	67,18	34,3	22,44	61,22

Расходная часть

Насыщение почвенного грунта – 1894 м^3/га
Суммарное испарение – 8210 м^3/га
Боковая фильтрация –513 м^3/га
Потери в канале –1351 м^3/га
Технические потери –2025 м^3/га
Плановые сбросы –4498 м^3/га
Неплановые сбросы 1670 м^3/га
Итого: 20161 м^3/га

В конце первого сезона сумма максимальной и минимальной температуры воздуха за вегетацию составила:

максимальное тепло – 22,42 ^{o}C
минимальное тепло – 6,51^{o}C

Во второго сезона посев риса производили в 3,4 и 5 чеках. На этих чеках был посеян сорт риса YK-880

Среднемесячная относительная влажность воздуха составляет 73,5 %, а в отдельные дни колеблется в пределах от 55 до 94 %.

Среднемесячная суточная температура воздуха 26,60 ^{o}C, в отдельные дни максимальная температура была в пределах от 28,58 до 32 ^{o}C, а минимальная - от 17,44 до 20,46 ^{o}C.

Температура воды в чеках за вегетационный период составила 25,50 ^{o}C, а в отдельные дни максимальная температура была 27,14 ^{o}C.

Средняя температура почвы за период вегетации была 23,15 ^{o}C, а отдельные месяцы колебалась в среднем от 18,31 до 27,1 градусов. Это позволило рису нормально развиваться.

Осадки за период вегетации 1975 г. в сумме составили 273,3 мм.

Здесь следует отметить, что задержание осадков в период вегетации производилось закрытым сбросным сооружением. Подпитывающий полив осуществлялся с учетом испарения воды в процессе полива.

В период вегетации гидромодуль начального затопления составил 3,30 л/га/с, а в остальные периоды - 1,3-1,79 л/га/с.

Таблица 5 - Водный баланс по фазам развития риса

Фазы развития риса и их календарные сроки	Продолжительность полива	Фактический слой воды в чеках, см	Водоподача нетто		Сбросы воды нетто	
			m м^3/га	*q* л/га/с	*m* м^3/га	*q* л/га/с
Сев и начало прорастания 4.01-14.01. 1975	11	10	3133	330	1042	1,10
Всходы 15.01-28.01.1975	14	5	1774	1,47	521	0,43
Кущение 29.01-02.04.1975	64	14	9895	1,79	3127	0,57
Цветение 03.04-25.04.1975	23	15	2778	13	-	-
Созревание 26.04-02.06.1975	21	15	2400	1,32	1563	0,86
ИТОГО:	133	-	19780	-	6253	-

Анализ водного баланса показывает, что испарение с водной поверхности составляет 34,94 %, транспирация - 43 % и вертикальная фильтрация - 23,6 %. Урожайность второго сезона составила (бункерная)

Чек 3 – 98,6 ц/га;

Чек 4 – 85,8 ц/га;

Чек 5 – 93,5 ц/га

Средняя 92,64 ц/га

Предполагаемый урожай в среднем – 99,14 ц/га. Разница между бункерным и предполагаемым составила 6,5 ц/га.

Таблица 6 - Предполагаемый урожай по наблюдательным точкам

Номера точек	Высота стеблей (0,25 м^2, см)	Количество песчанок Шт.	Количество колосков, шт		Вес 1000 зерн гр.	Урожайность, ц/га	Год исследования
			С зерном	Без зерна			
2	38	124	58	10	27,4	98,55	1975 г. сорт риса YR-880
3	36	115	41	7	23,9	56,11	
6	37	126	74	14	25,8	120,28	
7	34	118	63	9	25,7	95,53	
10	33	126	68	2,5	27,7	118,67	
11	39	152	57	9	24,4	105,70	
среднее	37	127	60,17	12,33	25,80	99,14	

Сумма температур за период вегетации (01.01. 1975– 02.06. 1975):

максимальная – 2245^{o}C

минимальная –1126,^{o}C

В заключение статьи приводится сопоставление урожайности риса в объединении Сур Дель Хиборо с урожайностью первого и второго сезонов опытного участка Р-3-В

На основании проведенных полевых исследований можно сделать следующие выводы:

- суммарная и среднесуточная температура воздуха опытного участка обеспечивает благоприятный режим для выращивания скороспелых и среднеспелых сортов риса;

- фактическая оросительная норма с учетом атмосферных осадков составила для первого сезона 20161 м^3/га, в том числе и осадки – 3954 м^3/га, в период второго сезона – 19780 м^3/га и атмосферные осадки – 2733 м^3/га.

Установлено, что суммарное испарение составляет: испарение – 34,97 %, транспирация – 41,43 %, вертикальная фильтрация - 22.6 % от оросительных норм.

При использовании формулы Н.Н. Иванова следует учитывать коэффициенты, приведенные в табл. 2.

-Урожайность по первому сезону в среднем составляет 50,33 ц/га, а по второму сезону – 92,64 ц/га.

-Сумма температур первого сезона (максимум) составляла 2242 ^{o}C, а второго сезона – 2245 ^{o}C

Таблица 7

Годы	Весенняя кампания						Зимняя кампания					
	Площадь посева		Валовой сбор		урожайность		Площадь посева		Валовой сбор		Урожайность	
	Кабальера	Гектар	Кенталь	Центнер	Кент/Кабал	ц/га	Кабальера	Гектар	Кенталь	Цент-нер	Кент/Кабал	ц/га
1969	20031	2684,1	127258	58538,6	635,3	21,8	1133,9	15194,2	673748	307924	595,9	20,2
1970	602	8066,8	464228	211344,5	771	26,4	1953,8	26180,9	856759	394108	438,5	15,5
1971	801,69	10742,6	626256	2870708	781,2	26,7	1415,97	1939739	368661	169584	260,3	8,9
1972	800,32	10724,2	278923	128305	348,2	11,9	603,83	80913	-	-	-	-
1973	1500	20100	1081438	497461	720,9	24,7	1513	20100	387092	454064	658	22,5
1974	1500	20100	1238893	569890	825	28,3	1600	21780	1017277	467947	671,6	23
1975	2002	21866,8	1261135	582000	641	22,0	1364,83	18316	798445	360847	585	19,7
2010	3891	14172,1	7254473	333516,7	674,7	23,12	1369,33	18376,61	783663,66	359079	534,88	18,3

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алешин Е. Передовые приемы возделывания риса. - М.: Колос, 1972.

2. Быков В.В Гидрометрия. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965 г.

3. Зайцев В.Б. – Рисовая оросительная система. Изд «Колос» м. 1968 и 1975 г.

4. Режим орошения риса за период первого и второго сезона: Научно-технический отчет / Мелиоративная станция Потохомес; отв. исп. А.Н. Набиев. – 1975.

5. Указания по проектированию рисовых оросительных систем / ММиВХ СССР. – Ростов-н/Д, 1970.

УДК 631.675

РЕЗУЛЬТАТЫ ТРЕХЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР В ФЕРМЕРСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ «ХАБИБА-ИЛХОМА» ДЖИЗАКСКОГО РАЙОНА

А.Н. Набиев, Х.А. Маматжанов
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Результаты трехлетних исследований режима орошения сельхозкультур в фермерском хозяйстве «Хабиба-Илхом» Джизакского района

Потребность в воде зависит не только от воды и сорта растений, но и от условий их развития, которые еще не все и не всегда поддаются или подвергаются учету. На величину потребления воды растениями влияет весьма сложный комплекс природных условий и агротехнических приемов. Оказывают влияние климатические (осадки, тепло, свет, влажность, ветер), почвенные и гидрологические условия, сорт культуры, севооборот,

удобрения, обработка почвы и прочее. Эти факторы в каждом конкретном случае проявляются своеобразно, и воздействие их на потребление воды неодинаково.

Поэтому очень важно найти показатели, которыми можно было бы отразить совокупное воздействие факторов жизни растений и на основании учета эффективности совокупного воздействия этих факторов правильно нормировать подачу воды сельхозкультурам.

В литературе вопрос водопотребления сельскохозяйственных растений занимает видное место. Отдельные авторы предлагали различные методы для установления водопотребления и нормирования воды на орошение. Так, академик И.А. Шаров (1936) предлагает установить водопотребление сельскохозяйственных растений по коэффициенту зольности:

$$M = \frac{z}{k} mp ,$$

где:

M – физиологическая норма воды;
z – коэффициент зольности;
k – концентрация почвенного раствора ;
m – процент зональных элементов в урожае
p – полный вес урожая.

И.А Шаров полагает, что расход оросительной воды находится почти в прямой зависимости от хода температуры. Исходя из этого, для учета расхода оросительной воды во времени он предлагает следующую формулу:

$$E = X\sum t, \text{ или } X = \frac{E+T}{\sum t},$$

где
E – размер испарения заданный период времени (E+T);
X – диффузный модуль испарения;
$\sum t$ – сумма температур, ^{o}C.

Из этой формулы следует, что испарение при отсутствии ветра и устойчивой относительной влажности воздуха прямо пропорционально сумме температур за период роста. Автор установил, что

$$X = \frac{E+T}{\sum t}$$

равен 1,14 м^3/га, т.е. на каждый градус тепла можно подавать растению 1,14 м^3/га воды. Этот принцип построения режима орошения указан Шаровым в нескольких работах, где рекомендуется на каждый градус тепла, в зависимости от условий, подавать воду от 1,14 до 2 м^3/га.

В последние годы в литературе появились утверждения о том, что водопотребление необходимо определять по высоте урожая. Такие высказывания имеются в работах академика А.Н. Костякова (1951), В.А. Шаумяна (1952), С.Н. Рыжова (1940), В.Е. Еременко и М.П. Медниса (1949), В.М. Легостаева и В.С. Конькова (1950) и других авторов.

В.М Легостаев и Б.С. Коньков предлагают следующую формулу расчета потребности сельскохозяйственных растений в оросительной воде:

$$M = ПРК_{тр} + K_{исп},$$

где
M – общие затраты воды, м^3/га;

$П$ – урожай сухой массы, т/га;
$Р$ – переводной коэффициент равный для хлопчатника 2,75÷2,17;
$К_{тр}$ – коэффициент транспирации;
$К_{исп.}$ – испарение с поверхности почвы, м^3/га (процент произведения ПР и $К_{тр}$).

В своей работе авторы дают примерные коэффициенты затрат оросительной воды в зависимости от глубины залегания грунтовых вод и коэффициента транспирации.

Завершая краткий обзор, переходим к анализу наших опытных данных по рекомендации И.А Шарова. Для пшеницы и хлопчатника мы пытались определить суммарное водопотребление на основе данных метеостанции «Джизак», которая находится в 25 км от опытного участка.

Для определения величины суммарного испарения существует несколько расчетных формул. Например, для определения испарения с больших территорий часто пользуются косвенными методами, основанными на вычислении его из уравнений водного или теплового баланса. Согласно уравнению водного баланса, величина испарения с некоторой территории за данный промежуток времени :

$$Z=X-Y_Ф+W_п+Y_в$$

где
Z – слой испарения;
X – слой осадков;
$Y_ф$ – слой подземного стока;
$W_п$ – слой притока;
$Y_в$ – слой поверхностного стока

Существуют рекомендации расчетных формул В.К. Давыдова, С.Н. Крицкого, М.Ф. Менкеля и К.И. Россинского, Б.Д. Зайкова, А.Н. Брославского и З.А. Викулиной, Л.А. Молчанова, Н.Н. Иванова и других авторов. Эти расчетные формулы рекомендуются для определенных условий. Из многих перечисленных расчетных формул чаще всего проектировщики пользуются формулой Н.Н. Иванова с поправкой Л.А Молчанова. Нами при определении суммарного испарения использовалась формула Н.Н. Иванова:

$$E_o=[0,0018(25+t)^2(100-a)]\,k,\ \text{мм/месяц}$$

где
t – среднемесячная температура воздуха, ^{o}C;
a – среднемесячная относительная влажность воздуха, %;
E_o – слой месячной испаряемости;
k – поправочный коэффициент к формуле Иванова, когда температура воздуха более 26 ^{o}C, Молчанов рекомендует коэффициент 0,80.

При определении суммарного водопотребления нами учитывались биологические и гидрологические коэффициенты и почвенно-мелиоративные условия. Эти коэффициенты рекомендуются, исходя из видов сельскохозяйственных культур Расчетная формула следующая:

$$E_y=K_1K_2E_o$$

где
K_1 – биологический коэффициент зерновых культур для центральной зоны колеблется от 0,59 до 0,60, для хлопчатника - 0,63–0,65;
K_2 – климатический и почвенно-мелиоративный коэффициент для гидромодульных районов IV-V, рекомендуется в пределах 0,62-0,76;
E_o – суммарное водопотребление сельхозкульттур , м^3/га,
E_y – величина испаряемости.

Поливные нормы определяли по рекомендациям Л.Н Розова и С.Н. Рыжова. Расчетная формула поливных норм

$$M = (W_n - W_m)100\lambda h + k$$

где

W_n – полевая влагоемкость в процентах к весу почвы;
W_m – влажность почвы перед;
λ – объемный вес почвы, г/см^3
h – величина расчетного слоя, м;
k – расход воды на испарение в процессе полива, м^3/га.

Оросительная норма сельхозкультур определялась следующим образом:

$$M = \sum_1^n M + \Delta W + A$$

где

ΔW – используемые внутренние запасы влаги в почве за этот период, м^3/га;
A – коэффициент использования осадков, применяемый для северной и центральной климатической зоны, равный 0,8-0,9, а для южной зоны 0,4-0,6.

Подставляя соответствующие данные в расчетную формулу, находим затраты воды на один градус тепла, т.е гидротермический коэффициент для пшеницы, в табл. 1, а для хлопчатника - в табл. 2.

Как видим из табл. 1 и 2, коэффициент водопотребления и гидротермические коэффициенты для пшеницы, в среднем, - 123; для хлопчатника - до 99,4; и от 1,56 (пшеница) до 1,67 (хлопчатник). Оросительная норма нетто для пшеницы, в среднем, составила – 3241, а для хлопчатника 2342 м^3/га; суммарное тепло для двух сельхоз культур в среднем – от 2817 (пшеница) до 3630 (хлопчатник).

В заключение рекомендуем для условий Джизакской области следующие схемы полива дождеванием для хлопчатника 1×5×1 и для бороздкового полива пшеницы 1×2×1 с поливной нормой от 400 до 800 м^3/га.

Таблица 1 - Фактическое водопотребление пшеницы на 1 ^{o}C на бороздковом поливе по Джизакской области (хозяйство «Хабиба-Илхом»).

Сорт	Оросительная норма Нетто, м^3/га	Общее суммарное тепло, ^{o}C	В.т.ч. эффективное тепло ^{o}C	Суммарное испарение м^3/га	Урожайность ц/га	Коэффициент водопотребления м^3	Ср ! термический коэффициент
Половчанка 2006-2007 гг.	3817	2831	1507	2624	41.35	63.46	1,33
Чиллаки 2007-2008 гг.	5019	2697	1757	3040	26.71	188	1,43
Половчанка 2008-2009 гг	4776	2437	1275	3010	37.30	128	1,80
Нетто	4367	3303	1647	4000	38.41	114	1,68
средняя	3241	2817	1547	3169	36	123	1,56

Таблица 2 - Фактическое водопотребление хлопчатника на 1 ^{o}C тепла за вегетацию 2007-2009 гг. (полив дождеванием)

При этом поливы производить следующим образом:
- От сева до бутонизации – один полив;
- В период массовой бутонизации – два полива;
- Цветение и плодообразование – 2-3 полива
- Плодообразование и созревание - один полив.

В начальную фазу рекомендуем увлажнять почву до 40 см глубиной, а остальные фазы - от 70 до 100 см.

Сорт	Оросительная норма Нетто, $м^3$/га	Общее суммарное тепло, ^oC	В.т.ч. эффективное тепло ^oC	Суммарное испарение $м^3$/га	Урожайность ц/га	Коэффициент водопотребления $м^3$	Средне гидротермический коэффициент
Ат-Тержизк 2007 г.	2975	3778	2253	5440	24,61	121	1,43
С-65-24 2008 г.	3682	4115	2423	5240	47,84	77	1,72
Ан-Баяцит 2009 г.	3345	2998	1787	4330	33,45	100	1,94
средняя	2342	3630	2154	5003	35,13	99,4	1,67

ЛИТЕРАТУРА:

1. Русенов Г. Орошение хлопчатника дождеванием // Хлопководство. – 1961. - № 9.

2. Данов Г.А. и др. К вопросу об определении завязей хлопчатника в связи с орошением дождеванием // Доклады ВАСХНИЛ – 1951.

УДК 631.587+631.559.001.573

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ПОДСОЛНУХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОМПЛЕКСА ФАКТОРОВ ДЛЯ БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЯ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Н.В. Пендак

Институт гидротехники и мелиорации НААНУ

A hike is offered for authentication of models of dependences the „productivity is a complex of factors" which take into account the basic laws of agriculture. On the example of model of sunflower dependence which takes into account co-operation of fertilizers and irrigator water is got.

Предложен подход для идентификации моделей зависимостей «урожайность – комплекс факторов», которые учитывают основные законы земледелия. На примере модели подсолнечника получена зависимость, которая учитывает взаимодействие удобрений и оросительной воды.

В современных условиях развития орошаемого земледелия большое значение приобретает проблема получения высоких, стабильных и достаточно прогнозируемых урожаев сельскохозяйственных культур с наименьшими негативными экологическими последствиями. Решение этой задачи возможно лишь при условии определения количественного влияния основных факторов роста на производительность культуры, установления степени обеспеченности этими факторами, в тех или других естественно-климатических условиях и возможностью их регуляции, что и является основой программирования урожаев. Под программированием понимают разработку и реализацию научно обоснованного комплекса взаимоувязываемых мероприятий при выращивании сельскохозяйственных культур, своевременное и качественное выполнение которых позволит обеспечить получение запланированных урожаев с одновременным повышением плодородия почв [1]. Знание теории процессов формирования урожая дает возможность управлять выращиванием и оптимизировать урожаи сельскохозяйственных культур.

Поскольку процесс формирования урожая имеет чрезвычайно сложный характер из-

за значительного количества взаимоувязываемых факторов, на сегодняшний день еще нет эффективной для условий производства комплексной системы оценки уровня урожайности, которая бы учитывала весь спектр переменных во времени природно-агро-мелиоративных условий. При этом только наличие адекватной модели, которая учитывает взаимодействие факторов, позволяет проводить программирование. Поэтому, в отличие от работ [3, 4], где факторы поданы в виде линейной регрессии, нами предлагается моделирование зависимостей «урожайность – комплекс факторов» в виде произведения нелинейных функций, которое дает возможность установления количественного влияния на урожайность культуры в зависимости от взаимодействия нескольких факторов.

Научные подходы к программированию урожайности. Основными факторами, которые определяют жизнедеятельность растительного организма и его производительность, являются свет, тепло, вода, воздух и минеральные удобрения.

Формирование урожая происходит в соответствии с законами земледелия, которые раскрывают закономерные связи развития растения с условиями внешней среды. В соответствии с первым *законом незаменимости и равнозначности факторов* для нормального роста и развития растений необходимо одновременное и совокупное действие всех без исключения условий или факторов жизни. При этом недостаток одного из них никак не может быть заменен или компенсирован любым другим. Суть второго *закона минимума или лимитирующего фактора* в том, что развитие растений и уровень урожайности любой культуры определяется факторами, которые находятся в минимальном количестве. По мере улучшения обеспеченности растений ограничивающими факторами их производительность будет расти, пока в минимуме не окажется другой фактор. Учет основных законов земледелия является обязательным условием на всех этапах программирования. На первом этапе в процессе программирования урожаев необходимо получить обоснованные и надежные данные опытов [6] по взаимодействию факторов. На втором этапе разрабатываются адекватные математические модели, которые отображают взаимодействие факторов.

Моделирование урожайности в зависимости от комплекса факторов. Программирование урожаев основано на научно обоснованном учете влияния экологических, биологических, организационно-технологических и других факторов на производительность культуры и составляет специальную программу формирования необходимой ее урожайности. То есть, программирование предусматривает управление процессом формирования урожая путем оптимизации значений регулируемых факторов.

С учетом сложного характера процесса формирования урожая [2] для проектирования урожайности сельскохозяйственных культур на орошаемых землях нами представлена сложная комплексная модель в виде произведения возможного ее значения и функций влияния на нее определяющих факторов:

$$y = f_1(K_1)\cdot f_2(K_2)\cdot f_3(K_3)\cdot f_4(K_4)\cdot f_5(K_5)\cdot y^{\max}, \quad ц/га \qquad (1)$$

где y – конечная программируемая урожайность сельскохозяйственной культуры, ц/га; y^{max} – климатически обеспеченная потенциально максимальная урожайность сельскохозяйственной культуры, ц/га; $f_i\ (K_i)$ – функция снижения урожайности от недостатка K_i –го фактора, $(0 \le f_i\ (K_I) \le 1)$; K_1 – коэффициент влагообеспеченности, $(0 \le K_1 \le 1)$; K_2 – коэффициент снижения урожайности при отклонении от максимальных значений за внесенными удобрениями, $(0 \le K_2 \le 1)$; K_3 – коэффициент снижения урожайности при отклонении срока сева (возобновление вегетации), $(0 \le K_3 \le 1)$; K_4 – коэффициент снижения урожайности при разных способах возделывании почвы, $(0 \le K_4 \le 1)$; K_5 – коэффициент снижения урожайности при разной густоте посевов, $(0 \le K_5 \le 1)$.

Таким образом, определение общей модели урожайности возможно только на базе решения отдельных составляющих (функций $f_i(K_i)$) с применением методов

математического моделирования.

Для моделирования зависимости урожайности сельскохозяйственной культуры от водного фактора $f_1(K_1)$ предложено использовать метод сплайн–аппроксимации [5]:

$$f_1(K_1)=\begin{cases} 1, & \text{если } K_1>1 \\ a_0+a_1\left(\dfrac{u+p}{\omega+p}\right)+a_2\left(\dfrac{u+p}{\omega+p}\right)^2, & \text{если } K_1\le\dfrac{u+p}{\omega+p}\le 1 \\ b_0+b_1\left(\dfrac{u+p}{\omega+p}\right)+b_2\left(\dfrac{u+p}{\omega+p}\right)^2, & \text{если } \dfrac{u+p}{\omega+p}<K_1 \end{cases} \quad (2)$$

где K_1 – коэффициент влагообеспеченности; ω – соответственно, фактически поданая и необходимая максимальная оросительные нормы в годы разной обеспеченности, м^3/га; ξ – осадки за период вегетации; a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2 – коэффициенты, которые определяются для каждой культуры отдельно.

Для моделирования коэффициента снижения урожайности при отклонении от максимальных значений за внесенными удобрениями K_2 используем квадратичную функцию:

$$f_2(K_2)=\left(\frac{y^{\max}}{y}\right)_i=a_0+a_1\cdot K_2^{(i)}+a_2\cdot K_2^{(i)2}, \quad (3)$$

где y - урожай при соответствующей дозе удобрений, ц/га; y^{max} - урожайность при максимальном значении доз удобрений, ц/га; $K_2^{(i)}$- коэффициент снижения урожайности при отклонении от максимальных значений после внесения удобрений, в дозах ($0\le K_2^{(i)}\le 4$, то есть четыре варианта доз),.

Идентификацию связи «урожайность – удобрения» следует начинать с двух условий: первое условие - при $y=y^{max}$ мы получаем оптимальный урожай, второе - экстремум функции в максимальной точке $K_2=4$ и непрерывность первой производной в этой точке:

$$\begin{cases} 6a_2+a_1=0 \\ a_0+3a_1+9a_2=1 \end{cases} \quad (4)$$

Из системы уравнений (4) находим:

$$\begin{cases} a_0=1+9a_2 \\ a_1=-6a_2 \end{cases} \quad (5)$$

Подставив значение коэффициентов a_0 и a_1 в выражение (3), получим:

$$\left(\frac{y^{\max}}{y}\right)_i=(1+9a_2)+(-6a_2)\cdot K_2^{(i)}+a_2\cdot K_2^{(i)2} \quad (6)$$

Для определения из уравнения (6) неизвестного коэффициента a_2 используем данные опытов при $K_2<4$. Тогда, по методу средних, значение выражения для определения a_2 имеет вид:

$$\grave{a}_2=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{Y_i}{Y_i^{\max}}-1\right)}{\sum_{i=1}^{n}\left(9-6K_2^{(i)}+K_2^{(i)2}\right)} \quad (7)$$

Полностью аналогично могут быть найдены выражения коэффициентов снижения урожайности при отклонении срока сева (возобновление вегетации) $f_3(K_3)$, при разных способах возделывании почвы $f_4(K_4)$ и при разной густоте посевов $f_5(K_5)$.

Пример моделирования урожайности для подсолнуха. Для программирования урожая был проведен многолетний комплекс полевых исследований с целью определения основных лимитирующих факторов в условиях юга Украины и их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур.

На основе полученных опытных данных [6] получены модели снижения урожайности от водного фактора и удобрений при фиксированных значениях срока посева, возделывания почвы и густоты посевов.

$$\frac{Y}{Y^{\max}} = \begin{cases} 1 & \text{ïðè} \quad \dfrac{U+\xi}{\omega+\xi} \geq 1; \\ -7.679 + 17.358\left(\dfrac{U+\xi}{\omega+\xi}\right) - 8.679\left(\dfrac{U+\xi}{\omega+\xi}\right)^2 & \text{ïðè} \quad \dfrac{U+\xi}{\omega+\xi} < 1. \end{cases},$$

Так, модель зависимости «урожайность-влагообеспеченность» (K_1) для подсолнуха (рис. 1) имеет вид:

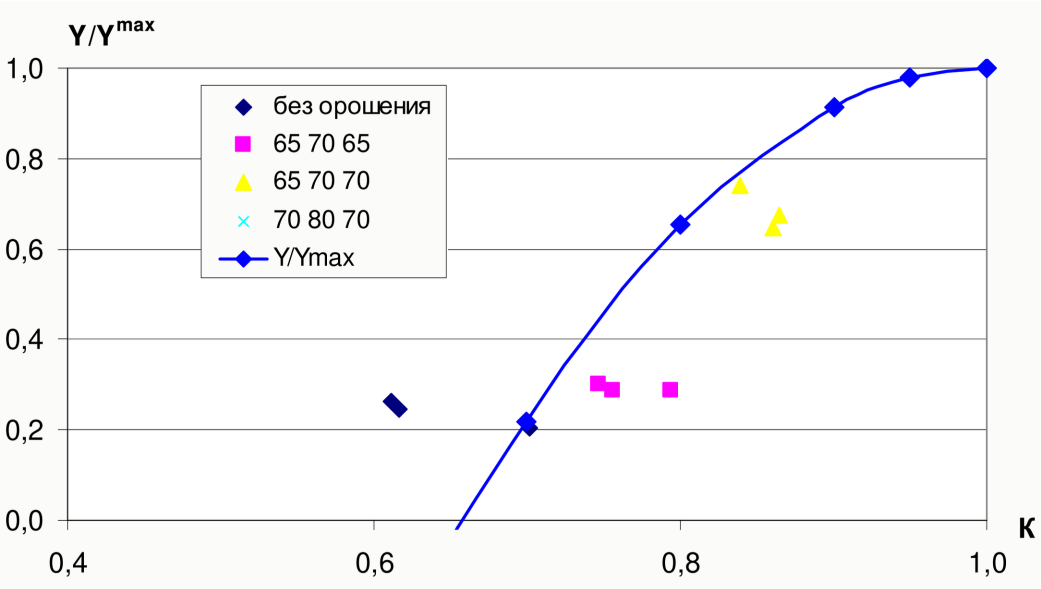


Рис. 1 - Модель зависимости «урожайность-влагообеспеченность» для подсолнуха.

Последовательность расчетов для построения модели проводится в табличной форме:

Дозы удобрений		Урожайность Y, ц/га	Y/Y^{max}	K_2	$Y/Y^{max}-1$	$9-6*K_2-K_2^2$
вариант	норма					
Первый год опытов						
0	Без удобрений	31,6	0,712	0	-0,288	9
1	$N_{30}P_{45}$	37,2	0838	1	-0,162	4
2	$N_{60}P_{90}$	41,8	0,941	2	-0,059	1
3	$N_{90}P_{135}$	44,4	1,000	3	0,000	0
Сумма					-0,509	14
Второй год опытов						
0	Без удобрений	30,3	0,708	0	-0,292	9
1	$N_{30}P_{45}$	35,4	0,827	1	-0,173	4
2	$N_{60}P_{90}$	40,3	0,942	2	-0,058	1
3	$N_{90}P_{135}$	42,8	1,000	3	0,000	0
Сумма					-0,523	14

Дозы удобрений		Урожайность Y, ц/га	Y/Y^{max}	K_2	Y/Y^{max}-1	9-6*K_2- K_2^2
вариант	норма					
Третий год опытов						
0	Без удобрений	30,2	0,699	0	-0,301	9
1	$N_{30}P_{45}$	35,9	0,831	1	-0,169	4
2	$N_{60}P_{90}$	40,3	0,933	2	-0,067	1
3	$N_{90}P_{135}$	43,2	1,000	3	0,000	0
Сумма					-0,537	14

Получим следующие значения коэффициентов:

$$a_2 = \frac{-0{,}509-0{,}523-0{,}537}{14+14+14} = -0{,}019; \quad a_1 = -6\cdot(-0{,}019) = 0{,}114; \quad a_0 = 1+9\cdot(-0{,}019) = 0{,}828$$

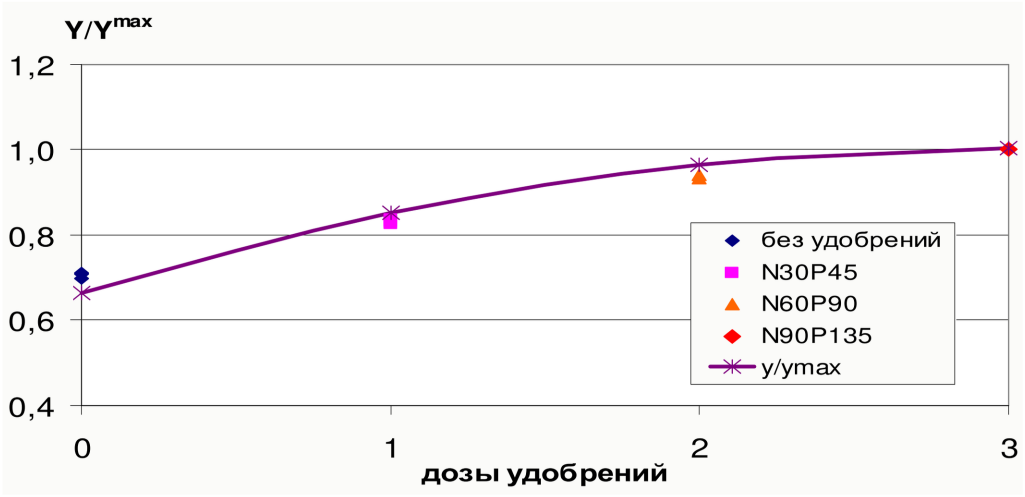


Рисунок 2 - Модель зависимости «удобрения-урожайность» для подсолнуха гибрида Хортица.

Таким образом, результирующая модель будет иметь вид:

$$y = f_1(K_1)\cdot f_2(K_2)\cdot y^{max}_{(K_3, K_4, K_5)}, \qquad ц/га \qquad (1)$$

где $f_1(K_1)$ – функция снижения урожайности при отклонении от оптимальной влагообеспеченности; $f_2(K_2)$ - функция снижения урожайности при отклонении от максимальных значений после внесения удобрений; $y^{max}_{(K_3, K_4, K_5)}$ - значение урожайности, полученное экспериментально в опытах при определенных фиксированных значениях срока посева K_3, возделывания почвы K_4 и густоты посевов K_5.

Выводы. Предложенный подход для идентификации модели зависимостей «урожайность – комплекс факторов» позволяет получать адекватные модели, которые учитывают взаимодействие факторов, в частности удобрений и воды. Построенная модель на примере подсолнуха позволяет программировать урожаи, используя данные опытов для получения урожаев, выбранных доз удобрений и оросительных норм.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Харченко О.В. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур: Учебное пособие / Под ред. академика УААН В.О. Ушкаренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Сумы: Университетская книга, 2003. – 296 с.

2. Обоснование эффективной проектной урожайности при строительстве и реконструкции осушительных систем. Пособие к ДБН В.2.4.-1-99 «Мелиоративные

системы и сооружения (раздел 3. Осушительные системы)».

3. Каюмов М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. - М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.

4. Муха В.Д. Основы программирования урожайности сельскохозяйственных культур. - М.:МСХА, 1994. – 252 с.

5. Ковальчук П.И., Пендак Н.В. Математическое моделирование урожайности овощных культур для оптимизации водопользования при орошении в условиях погодного риска // Мелиорация и водное хозяйство. - 2004. - Вып. 91. - С. 83–91.

6. Мрынский И.М. Разработка элементов технологии выращивания гибридных семян подсолнуха при орошении в условиях юга Украины: Дис. канд. с.-х. наук. - Херсон, 2003.

УДК 631.67

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ИНТЕГРИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ МЕЛИОРИРОВАННЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ

Н.В. Пендак, Т.В. Матяш, И.А. Зябрев
Институт гидротехники и мелиорации НААНУ,
Херсонский государственный аграрный университет

The method of management water, landed and financial resources is developed, application of which possibly for allocation of insufficient water resources, and also to the process of allocation of present water and financial resources for providing of maximally possible income from the products of plant-grower. An ecological model which allows to, estimate an ecological situation in relation to underflooding of earths of the probed territory is presented, to recommend the proper types of irrigation and watering technology, set a limit on irrigator's norms with the purpose of non-admission of harmful action of waters.

Разработан метод управления водными, земельными и материальными ресурсами, применение которого возможно для распределения недостаточных водных ресурсов, а также к процессу распределения имеющихся водных и материальных ресурсов для обеспечения максимально возможной прибыли от продукции растениеводства. Представлена экологическая модель, которая позволяет оценить экологическую ситуацию относительно подтопления земель исследуемой территории, рекомендовать соответствующие виды орошения и технологии полива, устанавливать ограничение на оросительные нормы с целью недопущения вредного действия вод.

Системный анализ в исследованиях интегрированного управления. Как и для произвольной сложной природно-технической системы, так и для гидромелиоративной системы всегда имеется перечень вопросов, которые относятся к структуре и функционированию исследуемой системы, на какие мы бы хотели получить ответ. Данные вопросы ставят цели исследования мелиоративной системы и определяют выбор методов анализа.

Рассмотрение отдельного водовыдела оросительной системы как водохозяйственного объекта не дает возможности комплексно оценить ее эффективность из позиции эффективного использования водно-земельных ресурсов. Поэтому понятие «системы» мы распространяем не только на водохозяйственную часть, но и на систему, как мелиорируемую территорию, эффективность использования которой мы исследуем. То есть цель исследования – интегрированное управление водно-земельными ресурсами - устанавливает пределы системы (водохозяйственный естественно-технический объект и мелиорируемая территория, то есть орошаемые земли сельскохозяйственного

использования). Следовательно, мелиоративная система с одной стороны рассматривается как целостный комплекс, а с другой – имеет четко выраженные подсистемы (модули): технологическую, социально-экономическую, экологическую (рис. 1).

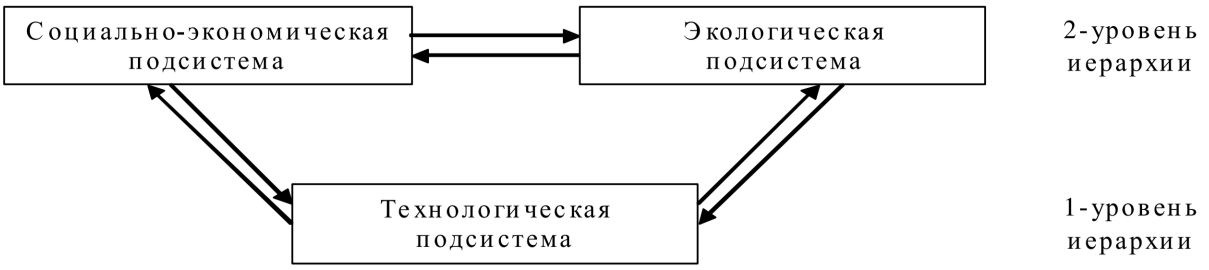


Рис. 1 - Укрупненная блок-схема модулей оросительной системы

Технологическая подсистема. В данной подсистеме сосредоточенные процессы подачи воды из межхозяйственного во внутрихозяйственный канал на основе технологического комплекса водохозяйственных сооружений (насосных станций, межхозяйственных каналов, систем измерения количества поданной воды, и тому подобное). Подведенная системой внутрихозяйственных каналов вода заказывается водопотребителями и используется для орошения сельскохозяйственных культур. Технологически в данной цепи водоподачи можно выделить отдельные важнейшие звенья: технологии водопользования; технологии водораспределения по магистральному и межхозяйственным каналам; технологии внутрихозяйственного нормируемого водопользования. В данной статье мы только упомянем о разработке современных методов нормируемого водопользования, в частности, на первом уровне иерархии это в задачах выдачи разрешений на специальное водопользование и в задаче годового планирования - оросительных норм, задачи нормированного водопользования, оперативного планирования поливов.

Социально-экономическая подсистема. Рассмотрим моделирование сценариев развития мелиорируемой территории с точки зрения эффективности сельскохозяйственного производства на основе функции чистой прибыли от продукции растениеводства. Процесс управления предусматривает оптимальное распределение имеющихся земельных, водных и материальных ресурсов (удобрений) для обеспечения максимально возможной прибыли хозяйства (рис. 2).

Для оптимизации чистой прибыли при орошении на водовыделе необходимо использовать соответствующим образом формализованные модели, которые построены с использованием комплексных моделей урожайности. Решение этой задачи возможно лишь при условии определения количественного влияния основных факторов роста на производительность культуры, установления степени обеспеченности этими факторами в тех или других естественно-климатических условиях и возможностью их регуляции, что и является основой программирования урожаев.

Чистая прибыль от продукции растениеводства [1] определяется как суммарная валовая продукция на орошаемых землях, от которой вычитаются суммарные расходы:

$$F_1(U,K_2) = \sum_{i=1}^{n} S_i C_i f_i\left(U^i, K_2^i\right) y^{П(max)} - \sum_{i=1}^{n} B_i S_i - \sum_{i-1}^{n} S_i g_i(y^{П}) E_i(y^{П(max)}), \qquad (1)$$

где S_i - площадь i-той культуры, га; C_i - закупочная цена 1 ц выращиваемой продукции, грн/ц[1]; $f(U^i,K_2^i)$- функция программированного урожая в зависимости от водного фактора U и удобрений K_2; U^i - оросительная норма, м^3/га; K_2^i - дозы удобрений; $Y^{П(MAX)}$ - проектная урожайность, ц/га; B_i- постоянные затраты на выращивание

[1] Гривна (грн) – денежная единица Украины.

определенной сельскохозяйственной культуры на единицу площади, грн/га; $E_i(y^{П(max)})$ - переменные затраты в расчете на 1 га при максимально возможном расчетном проектном урожае; $g_i(y^{П})$ - функция снижения эксплуатационных (переменных) затрат в долях единицы при снижении максимального проектного урожая до значения $y^{П}$; $\sum_{i=1}^{n} S_i\, C_i\, f_i\left(U^i, K_2^i\right) y^{П(max)}$ - валовая продукция на всей площади; $\sum_{i=1}^{n} B_i\, S_i$ - постоянные затраты на всей площади, грн.; $\sum_{i=1}^{n} S_i\, g_i(y^n)\, E_i(y^{П(max)})$ - переменные затраты на всей площади, грн.

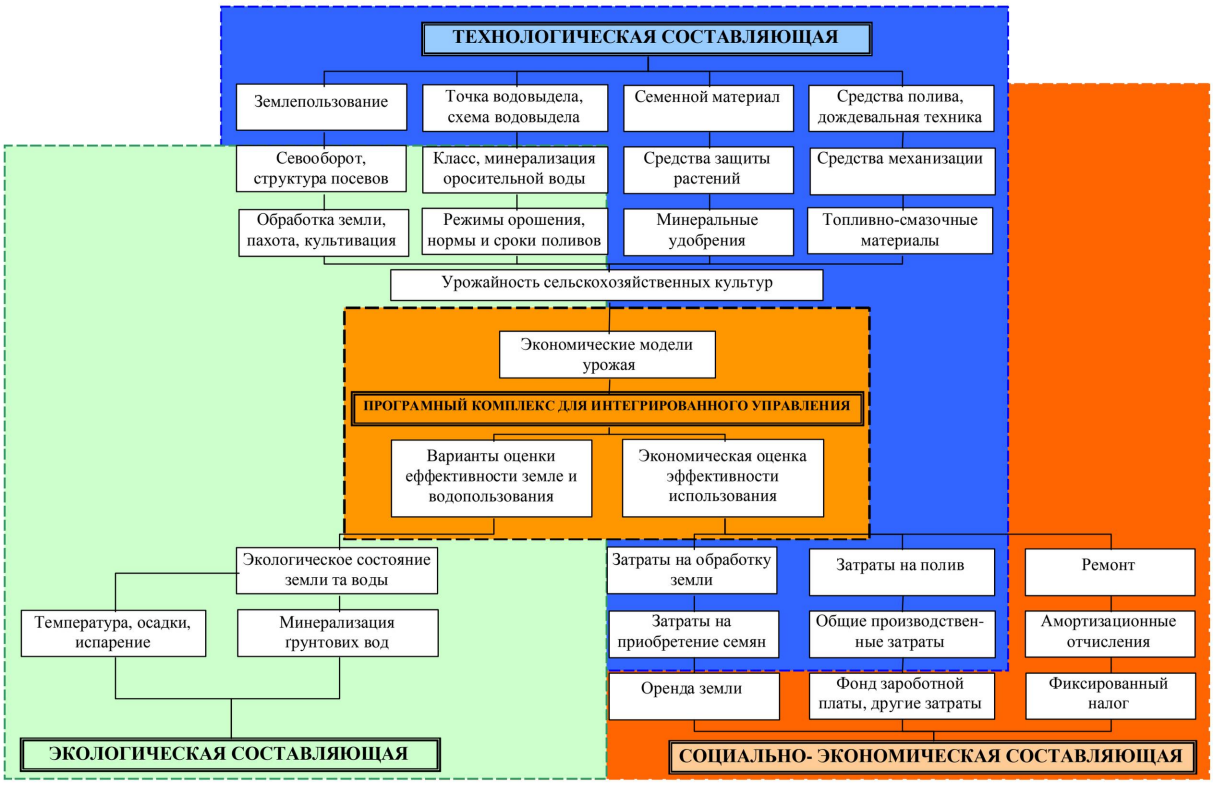


Рис. 2 - Хозяйственная деятельность предприятия

Для комплексного управления ресурсами на внутрихозяйственной оросительной сети предложена модель двукритериальной оптимизации [2], которая включает критерии чистой прибыли и ресурсный критерий (рис. 3).

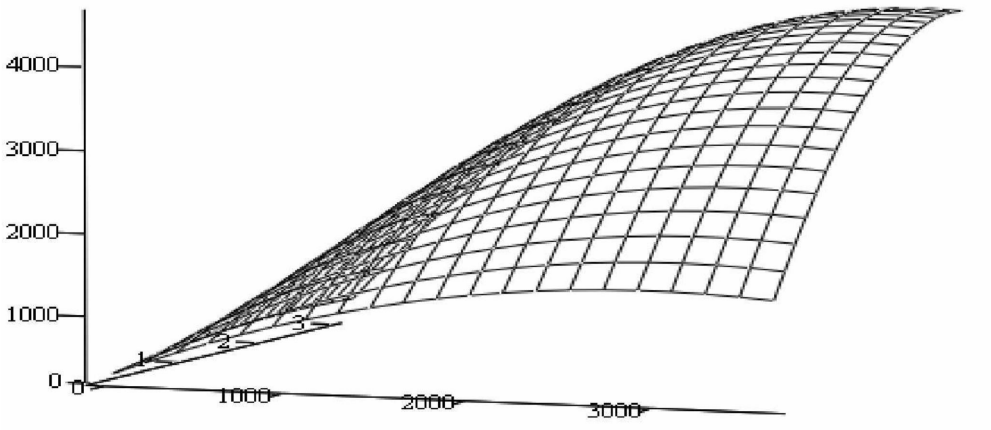


Рис. 3 - Зависимость функции чистой прибыли от суммарного влияния оросительной нормы и количества внесенных удобрений при выращивании кукурузы на зерно

Оптимизация распределения ресурсов воды и удобрений между культурами предусматривает оптимизацию прибыли при наиболее эффективном использовании ресурсов [3], то есть обеспечивает оптимальное соотношение величины удобрений и воды на основе решения двукритериальной задачи

$$(F_1(U_1, K_2), F_2(U_1, K_2)) \to \max \qquad (2)$$

Процесс формирования урожая имеет чрезвычайно сложный характер из-за значительного количества взаимоувязываемых факторов. Для построения функции чистой прибыли необходимо получить адекватную зависимость функции «урожайность – комплекс факторов». Получение программируемых урожаев основывается в первую очередь на законах земледелия (равнозначность и незаменимость факторов жизнедеятельности растений, ограничительного фактора, возвращения питательных веществ, и совокупного действия факторов). При этом только наличие адекватной модели, которая учитывает данное взаимодействие факторов, позволяет проводить программирование. Поэтому, в отличие от работ, где факторы поданы в виде линейной регрессии для процесса формирования урожая, нами предложена общая модель зависимости «урожайность – комплекс факторов». Она представлена сложной комплексной моделью в виде произведения потенциально возможного ее значения и функций влияния на нее определяющих факторов, которыми для южных областей Украины выступают вода и удобрения:

$$y = f_1(K_1) \cdot f_2(K_2) \cdot y^{\max}, \qquad ц / га \qquad (3)$$

где y – конечная программируемая урожайность сельскохозяйственной культуры, ц/га; y^{max} – климатически обеспеченная потенциально максимальная урожайность сельскохозяйственной культуры, ц/га; $f_i\ (K_i)$ – снижение урожайности от недостатка K_i–го фактора; K_1 – коэффициент влагообеспеченности, $(0 \le K_1 \le 1)$; K_2 – коэффициент снижения урожайности при отклонении от максимальных значений после внесения удобрений, $(0 \le K_2 \le \ell)$; ℓ – число доз удобрений.

В результате решения частичной данной задачи на примере кукурузы на зерно получается оптимальное соотношение доз удобрений и воды с целью оптимизации чистой прибыли (рис. 4).

Модель позволяет, учитывая ограниченные водные ресурсы и удобрения, оптимизировать чистую прибыль от орошения в условиях ограниченных ресурсов при программировании урожая. При этом осуществляется наиболее эффективное использование ресурсов, то есть для каждого уровня удобрений определяется соответствующая величина водных ресурсов и наоборот.

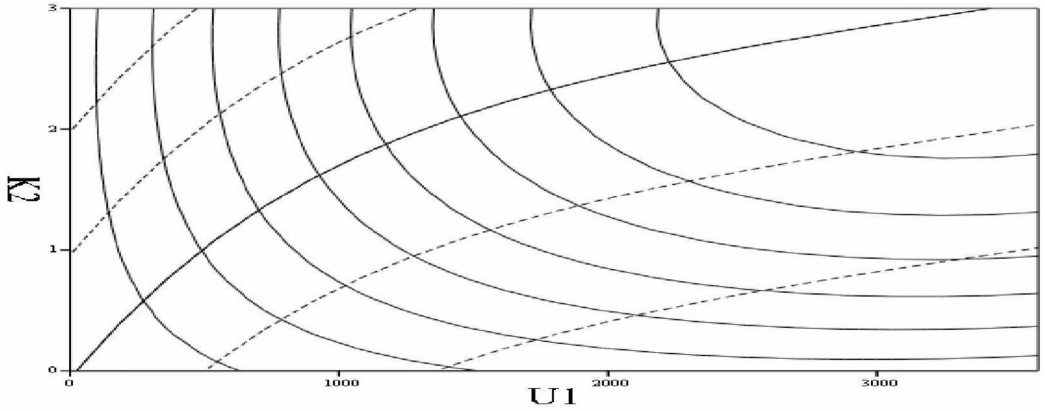


Рис. 4 - Определение оптимального соотношения воды *(U1)* и удобрений *(K2)* на основе решения двукритериальной задачи с помощью области Парето при выращивании кукурузы на зерно.

Экологическая подсистема. Экологическая подсистема является также подсистемой высшего уровня иерархии относительно технологической подсистемы, взаимодействует как с технологической, так и с социально-экономической подсистемой.

В пределах этой подсистемы решается ряд актуальных задач, связанных с процессами многолетней динамики уровня грунтовых вод, изменения уровней грунтовых вод под воздействием орошения, оценка действия горизонтального и вертикального дренажа, других мероприятий, связанных с уменьшением и недопущением подтопления сельскохозяйственных угодий и сельских населенных пунктов.

Для предотвращения подтопления сельскохозяйственных угодий возникает необходимость развития системы эколого-мелиоративного мониторинга земель с оценкой многолетней динамики и прогнозирования подтопления сельскохозяйственных угодий, а также разработки оптимальных решений из обоснования и управления орошением. Поэтому предлагается провести анализ многолетней динамики процессов подтопления земель на основе системного моделирования рисков методом построения гистограмм распределения площадей в соответствии с уровнем грунтовых вод, с учетом зон риска [4].

Для оценки динамики экологического состояния подтопленных земель ограничимся показателями, которые отображают зоны экологического риска подтопления сельскохозяйственных угодий, в частности, показателем уровня грунтовых вод.

Экологический риск – это вероятность возникновения неблагоприятных для мелиоративного состояния земель экологических последствий, связанных с преднамеренными или случайными, постепенными или катастрофическими антропогенными изменениями естественных факторов и объектов.

С точки зрения использования мелиорируемых земель для определения экологического риска разработаны шкалы риска этих показателей, которые являются основой для экологического или экономического анализа в ситуации принятия решений относительно выбора режимов орошения и оросительных норм. Подтопление земель в зоне орошения можно исследовать с помощью гистограмм уровня грунтовых вод, динамикой его изменчивости во времени. Системное моделирование развития динамики подтопления сельскохозяйственных угодий исследовалось нами на региональном уровне по данным Каховской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции по хозяйству «Дриада» Генического района Херсонской области.

Как видно из рис. 5, земли хозяйства находятся на территории, где уровни залегания грунтовых вод глубже 8 м, что способствует ведению орошаемого земледелия с использованием биологически оптимальных оросительных норм для выращивания сельскохозяйственных культур, а именно для растениеводства.

Выводы.

1. Метод управления водными, земельными и материальными ресурсами позволяет распределить недостаточные водные ресурсы, а также распределить имеющиеся водные и материальные ресурсы для обеспечения максимально возможной прибыли от продукции растениеводства.

2. Экологическая модель позволяет оценить экологическую ситуацию относительно подтопления земель исследуемой территории, рекомендовать соответствующие виды орошения и технологии полива, устанавливать ограничение на оросительные нормы с целью недопущения вредного действия вод.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ковальчук П.И., Пендак Н.В., Ковальчук В.П., Волошин Н.Н. Системная оптимизация водопользования при орошении. - Ровно: НУВХП, 2008. – 204 с.

2. Ковальчук П.И., Матяш Т.В., Пендак Н.В. Метод и модель двукритермиальной оптимизации ресурсов при программировании урожайности сельскохозяйственных культур // Вестник НУВХП. – Ровно, 2007. - Вып. 4(40). - С. 277-284.

3. Ковальчук П.И., Лазер П.Н., Пендак Н.В., Матяш Т.В., Зябрев И.А. Интегрированное управление водными, земельными и материальными ресурсами в орошаемом земледелии // Таврический научный вестник. Сборник научных работ ХГАУ. - Херсон: Айлант, 2007. - Вып.52. – С. 86-92.

4. Ковальчук П.И., Шевчук С.А. Метод разработки геоинформационной системы с использованием гидродинамического моделирования для ведения мониторинга подтопления территорий / Таврический научный вестник. – Херсон: Айлант, 2007. – Вып. 55. - С. 122–128.

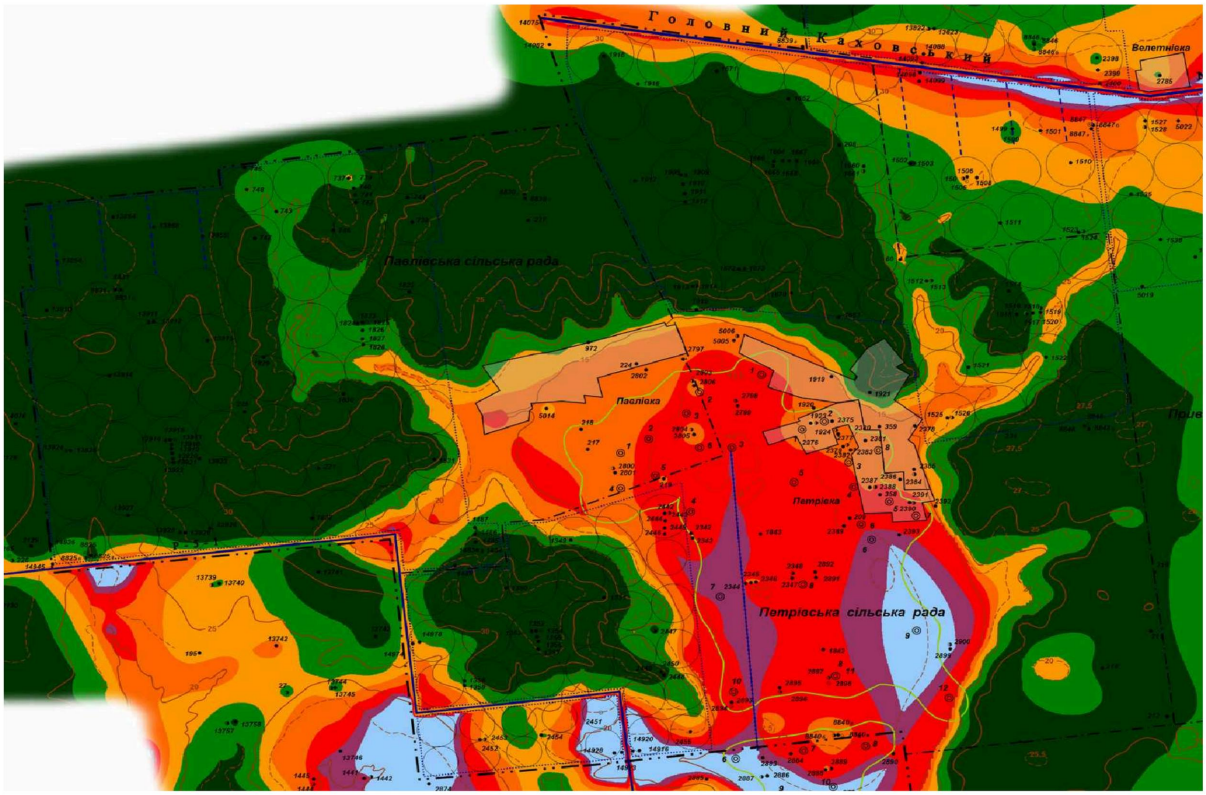


Рис. 5 - Уровни залегания грунтовых вод по хозяйству „Дриада” Генического района Херсонской области.

УДК 631.445.52(084.3-223)

МЕТОД ОЦЕНКИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ. РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ХОЗЯЙСТВУ СЫРДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ, УЗБЕКИСТАН

А.Е. Платонов, Р.К. Кузиев, Н.Ю. Абдурахмонов
Международный Институт Управления Водными Ресурсами (МИУВР)
Научно-Исследовательский Институт Почвоведения и Агрохимии (НИИПА)

Введение

Мониторинг засоления почв крайне важен для разработки стратегии управления земельными и водными ресурсами. Около 47,5 % орошаемых земель Центральной Азии подвержены засолению, от 95,9 % в Туркменистане до 11,5 % в Киргизии. Чтобы остановить процесс деградации земель необходимы срочные меры, в первую очередь по оценке и мониторингу изменения засоления земель, как в пространстве, так и во времени. Традиционная система мониторинга засоления земель в Центральной Азии начата с

середины 60-х годов при развертывании программы расширения орошаемых земель. Для оценки засоления почв проводится химический анализ образцов почв, взятых с точек, репрезентативных для 100-150 га орошаемой площади. На основе этих данных областными гидрогеолого-мелиоративными экспедициями (ГГМЭ) ежегодно вручную создаются карты засоления почв для хозяйств и районов. Распад Советского Союза и сокращение финансирования в конце 1980-х годов привели к ухудшению мониторинга засоления почв в государствах Центральной Азии. Использование данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) и географических информационных систем (ГИС) совместно с наземными данными анализа образцов почв, позволяет улучшить точность и качество карт засоления почв, сократить затраты и сроки картирования..

Методика оценки засоления почв с использованием ДЗЗ и ГИС

Во всем мире накоплен большой опыт исследований и мульти-спектральные спутниковые снимки признаны полезными для обнаружения, картирования и мониторинга засоления почв (Singh и др., 1992). Основным направлением исследований являлся анализ спектального отражения с поверхности голой почвы. Evans и др. (1995) создали карты риска засоления почв в Западной Австралии путем пространственного анализа в ГИС спутниковых снимков, цифровой модели высот и наземных данных замеров электрической проводимости почв. *Dwivedi* и др. (1998) использовали классификацию по максимальному подобию, анализ основных компонент, различия и соотношения каналов спутниковых снимков Landsat *MSS* для оценки изменения засоления почв в Индии. Karavanova и др. (2001) создали карту засоления почв Джизакской степи в Узбекистане, путем анализа панхроматических аэрофотоснимков и мультиспектральных спутниковых снимков с российского спутника в зеленом (510-600 nm), красном (600-700 nm) и ближнем ннфракрасном (700-900 nm) диапазоне. *Metternicht* (2003) применил нестрогую (fuzzy) классификацию для улучшения точности распознавания засоления почв по спутниковым снимкам, содово-сульфатные почвы распознавались лучше, чем сульфатно-хлоридные. *Khan* и др. (2005) использовал спутниковые снимки *IRS-1B* и *ГИС* для создания карт засоления почв в Пакистане.

Согласно исследованиям Mougenot и др. (1993), при концентрации солей в почве менее 10-15 % невозможно распознать засоление почв по спутниковым снимкам. Так как засоление земель обычно проявляется угнетением растительности, индекс состояния растительности может быть использован для оценки засоления. *Wiegand* и др. (1994) обнаружили хорошую зависимость между индексом состояния растительности (*NDVI*) и электрической проводимостью почвы, позволяющую распознать засоление почв, но не тип засоления.

Для оценки засоления почв в нашем исследовании использовались растровые слои максимума индекса состояния растительности (*NDVI*) за ряд лет (1998-2001) по спутниковым снимкам (*Landsat-5 TM и Landsat-7 ETM+).* Метод включает несколько шагов:

- предварительная обработка (импорт, привязка к местности, нормализация) сезонных снимков (*Landsat*) за ряд лет;
- расчет индекса состояния растительности (*NDVI*) по каждому снимку, максимума *NDVI* за год и максимума *NDVI* за ряд лет;
- сбор наземных данных по засолению почв, анализ зависимости между значениями максимума *NDVI* за ряд лет и замерами засоления почв;
- создание карты градации засоления почв на основе значений максимума *NDVI* за ряд лет.

Обработка спутниковых снимков

Чтобы провести анализ состояния растительности основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в Центральной Азии, использованы два сезонных спутниковых снимка на периоды максимума растительного покрова – апрель (озимой пшеницы) и август (хлопка) за 4 года (1998-2001). Параметры снимков приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Параметы спутниковых снимков

Тип, код и дата	День в году	Высота Солнца	Азимут Солнца
L5_154032_1998_0410	100	50.000	137.000
L5_154032_1998_0816	228	55.000	131.000
L5_154032_1999_0429	119	56.000	133.000
L7_154032_1999_0827	239	54.100	140.800
L7_154032_2000_0407	98	51.100	143.000
L7_154032_2000_0829	242	53.047	141.115
L7_154032_2001_0426	116	57.044	138.140
L7_154032_2001_0731	212	59.578	129.419

Все снимки были импортированы в формат программного обеспечения *ERDAS* Imagine с использованием международной системы координат *WGS-84.* Привязка к местности выполнена с использованием уже привязанных *GeoCover* растровых снимков.

Для нормализации спутниковых снимков на разные даты, значения пикселей были пересчитаны в абсолютные единицы радиансов, а затем в коэффициеты эффективного отражения, представляющие соотношение между отраженной энергией от поверхности Земли и приходящей энергией от Солнца.

Чтобы нормализовать снимки на различные атмосферные условия в пределах каждого снимка были выбраны пиксели объектов (вода, голая почва), значения коэффициентов отражения которых не должны меняться на разные даты. Спутниковый снимок *Landsat-7* на 29.08.2000 был выбран в качестве эталонного, так как коэффициеты отражения для голой почвы были наибольшие для этого снимка. Был проведен корреляционный анализ между значениями коэффициентов отражения для инвариантных объектов эталонного снимка и остальных снимков и на его основе пересчитаны коэффициенты отражения двух спектральных каналов (3 и 4) остальных снимков.

Растровый слой индекса состояния растительности (NDVI) по каждому снимку был создан с помощью формулы:

$$NDVI = (Band4 - Band3) / (Band4 + Band3),$$

где: *Band3*, *Band4* - коэффициентов отражения в красном и инфракрасном диапазоне, сответственно.

На основе сезонных *NDVI* для каждого года были расчитаны растровые слои максимума *NDVI*, а на их основе – максимум *NDVI* за ряд лет. Значения пикселей растрового слоя максимума *NDVI* за ряд лет были сгруппированы в 5 классов в соответствии с градацией, приведенной в табл. 2.

Таблица 2 - Градация засоления почв на основе максимума NDVI за ряд лет

NDVI	Градация засоления почв
0,6–0,75	Нет засоления
0,45–0,6	Слабое засоление
0,3–0,45	Среднее засоление
0,15–0,3	Сильное засоление
0–0,15	Очень сильное засоление

Наземные данные замеров засоления почв

Замеры электрической проводимости с помощью прибора *EM-38* на орошаемых полях хозяйства им. Гафура Гуляма (2000 га) в Сырдарьинской области в течении 2005 г. в 110 точках, координаты которых были также замерены прибором GPS Garmin-12.

Прибор *EM-38* позволяет замерить объемную электрическую проводимость (EC) почвы (dS/m) в двух режимах: горизонтальном (на глубину 0-75 см) и вертикальном (0-150 см). Так как результаты замеров сравнивались с состоянием растительности (глубина корневой системы основных культур менее 50 см), результаты замеров в горизонтальном режиме были использованы для анализа. Точки замеров были выбраны на местах с различной градацией засоления, полученной на основе максимума *NDVI* за ряд лет.

При использовании всех точек замеров, между значениями максимума *NDVI* за ряд лет и замерами *EC* прибором *EM-38* корреляция не очень высока, коэффициент корреляции $R^2 = 0{,}4706$ (рис. 1).

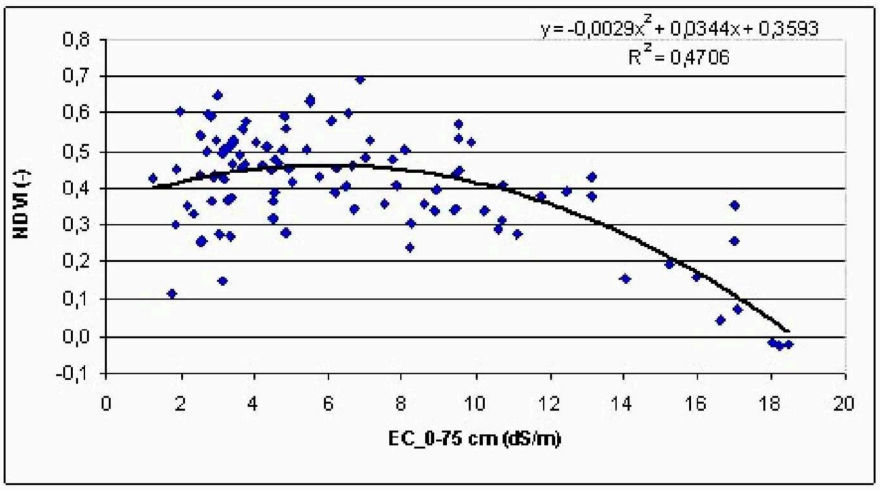


Рис. 1 - Зависимость между значениями максимума *NDVI* и *EC* на глубине 0-75 cm (все точки замера)

Нетрудно заметить разброс значений *NDVI* в интервале значений *EC (0–4) dS/m,* соотвествующий отсутствию засоления и слабому засолению почв. Кроме засоления почв, много прочих факторов влияет на состояние растительности, поэтому точки с замерами *EC* менее 4 dS/m были удалены, что привело к улучшению зависимости, коэффициент корреляции $R^2 = 0{,}6337$ (рис. 2).

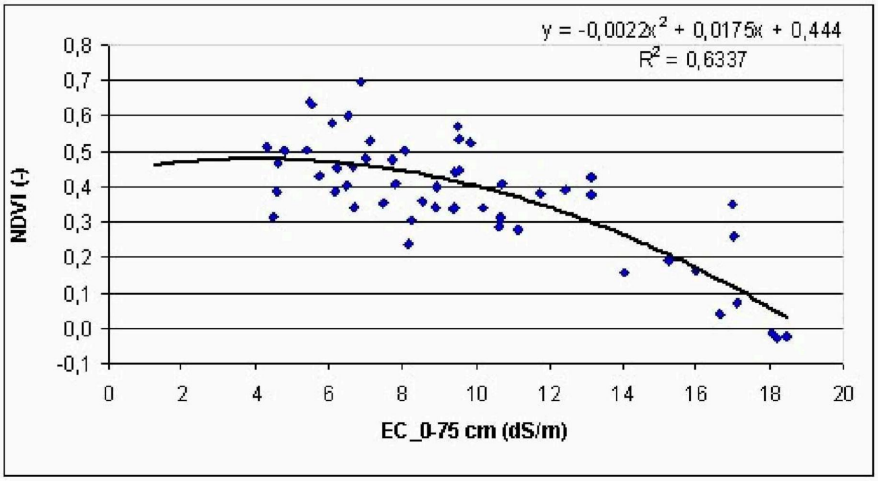


Рис. 2 - Зависимость между значениями максимума *NDVI* и

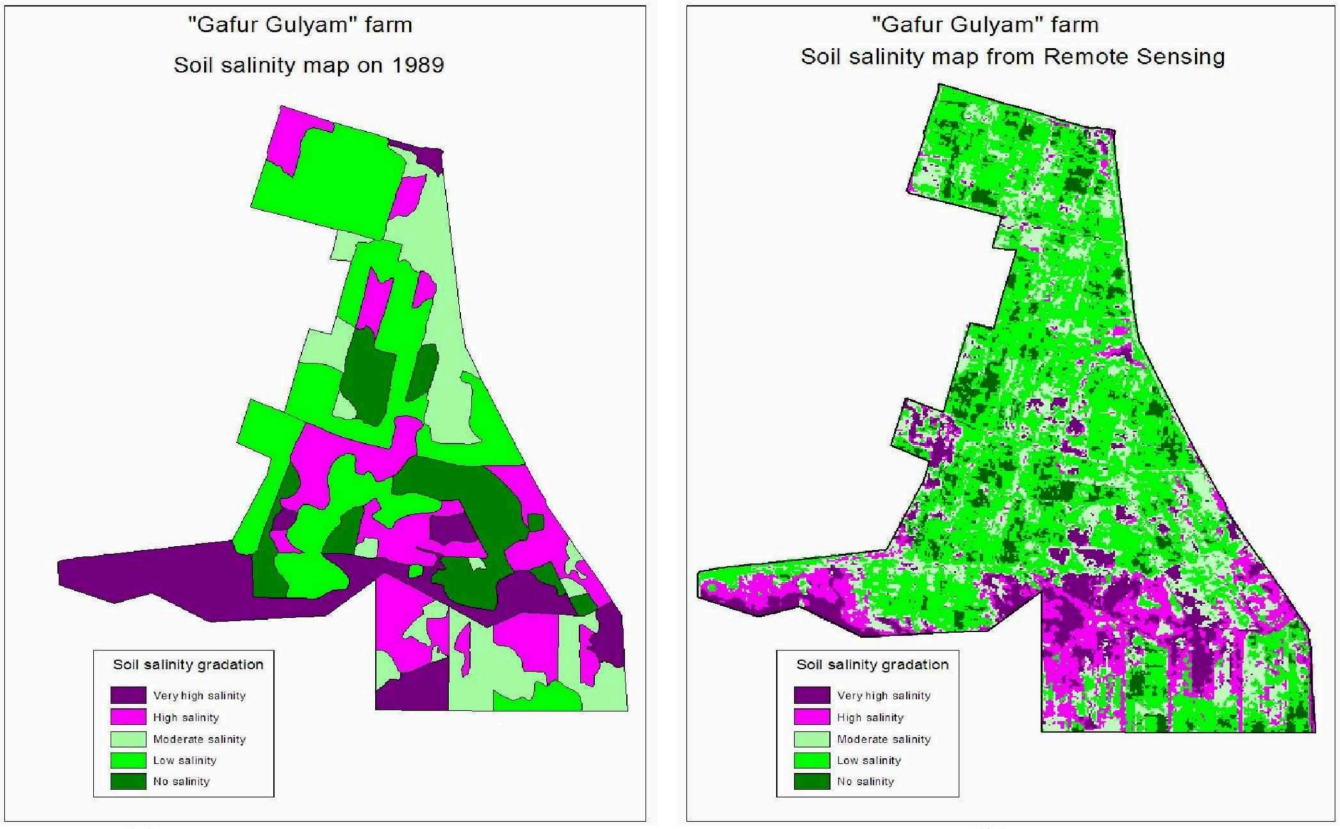
EC (> 4 dS/m) на глубине 0-75 cm

Результат

Хозяйство им. Гафура Гуляма является опытным хозяйством САНИИРИ с советских времен, в этом институте с помощью традиционной методики отбора образцов почв с последующим химическим анализом создана карта засоления почв хозяйства на 1989 г. (рис. 3a).

Для сравнения на рис. 3b приведена карта засоления почв этого хозяйства, полученная на основе анализа максимума состояния растительности за 1998-2001 гг.

Очевидно, что между 1989 и 1998-2001 гг. могли произойти изменения в засолении почв, но учитывая хроническую нехватку средств для мелиоративных мероприятий и оросительной воды для промывки засоленных почв, ситуация с засолением могла только ухудшиться. Засоление почв на орошаемых землях обычно проявляется в виде пятен внутри полей (Караванова и др., 2001), которые проявились по спутниковым снимкам. С этой точки зрения, полигоны сильного засоления на площади отдельных полей в средней и северной части хозяйства вряд ли отражают реальность. Южная часть хозяйства наиболее подвержена засолению, земли вдоль коллектора заброшены.



(a) (b)

Рис. 3 - Карты засоления почв хозяйства им. Гафура Гуляма, *созданные: (a) традиционным методом на 1989 г.; (b) с использованием спутниковых снимков (1998-2001) гг.*

Основные причины несоответствия между картами засоления, созданные двумя методами, заключаются в том, что при традиционном методе:

- почвенные образцы взяты из точек, не типичных для площади орошаемого поля;
- низкая плотность точек отбора образцов почв.

Анализ регулярного стресса растительности по спутниковым снимкам для территорий, где засоление почв является основным фактором, влияющим на состояние

растительности, позволяет выбрать типичные точки отбора образцов почв и, таким образом, сократить количество точек отбора с улучшением качества, как в пространственном разрешении, так и достоверности создаваемых карт засоления почв.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Dwivedi R.S. and Sreenivas K. (1998). Image transforms as a tool for the study of soil salinity and alkalinity dynamics. Int. J. Remote Sensing, vol. 19, no. 4, 605-619.

2. Evans F.H., Caccetta P.A., Ferdowsian R., Kiiveri H.T. and Campbell N.A. (1995). Predicting Salinity in the Upper Kent River Catchment. Report from the LWRRDC project "Integrating Remotely Sensed Data With Other Spatial Data Sets to Predict Areas at Risk from Salinity", June.

3. Karavanova E.I., Shrestha and Orlov D.S. (2001). Application of remote sensing techniques for the study of soil salinity in semi-arid Uzbekistan. The International Society for Optical Engineering (SPIE) Proceedings, 261–273.

4. Khan N.M., Rastoskuev V.V., Sato Y., and Shiozawa S. (2005). Assessment of hydrosaline land degradation by using a simple approach of remote sensing indicators. Agricultural Water Management, 77, 96–109.

5. Metternicht G.I. (2003). Categorical fuzziness: a comparison between crisp and fuzzy class boundary modelling for mapping salt-affected soils using Landsat TM data and a classification based on anion ratios. Ecological Modeling, 168, 371–389.

6. Mougenot B., Pouget M., and Epema G. (1993). Remote sensing of salt affected soils. Remote Sensing Reviews, No. 7, 241–259.

7. Singh N., Singh S., and Sharma K.D. (1992). Identification and Mapping Saline-Alkali Wastelands in Jodhpur District, Western Rajasthan, Using Remote Sensing Techniques. Annals of Arid Zone, 31(4), 247-254.

8. Wiegand C, Anderson G., Lingle S., and Escobar D. (1994). Soil salinity effects on crop growth and yield. Illustration of an analysis and mapping methodology for sugarcane. Journal of Plant Physiology, 148, 418– 424.

УДК 626.823.6

ТРУБЧАТЫЙ ВОДОМЕР САНИИРИ

У.Р. Расулов
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Надежный и достоверный учет воды является основой улучшения управления и распределения оросительной воды. Поэтому вопросы совершенствования методов и средств учета оросительной воды являются одной из актуальных задач водохозяйственной отрасли.

Как известно, для учета оросительной воды открытых каналов гидромелиоративных систем строят гидропосты, представляющие собой водомерные сооружения различных типов, оснащенные теми или иными средствами измерения первичных параметров и оформленные соответствующим образом.

Типы водомерных сооружений, следовательно, и типы гидропостов, зависят от ряда факторов: диапазона изменения уровней, скоростей и расходов воды; рельефа местности; физического состава воды; гидравлического режима течения воды и т.п. Каждый тип водомерного сооружения имеет свои специфические особенности и условия применения, следовательно, и свои преимущества и недостатки. Поэтому ни один из них нельзя рекомендовать для всех вышеперечисленных условий. Другими словами, ни один из них

не является универсальным. Естественно, это создает трудности при выборе типа и мест их установки, изготовлении, строительстве, эксплуатации и т.п.

Поэтому стоит задача унификации гидропостов, то есть, чтобы один тип гидропоста можно было бы рекомендовать и применять практически для всех вышеперечисленных условий.

В статье приводятся основные результаты разработки конструкции водомерного сооружения для гидропоста, а также предложения по рациональной компоновке размещения самого гидропоста, которые в совокупности позволят гидропост с рассматриваемым водомерным сооружением рекомендовать к применению практически для всех вышеперечисленных случаев.

Как известно, все известные типы водомерных сооружений (кроме водомерного насадка САНИИРИ) для гидропостов применимы, практически, только при их свободном режиме работы, который возможен только при больших и средних уклонах. При появлении заметного подпора (обычно, величиной более 20-30 процентов) со стороны нижнего бьефа, то есть при малых, в большинстве случаев, и средних уклонах, возникает необходимость введения поправки в основную расходную формулу или таблицу, что достаточно сложно. Точность измерения при этом заметно ухудшается за счет неточности измерений, следовательно, определения степени затопленности, которая непосредственно влияет на точность измерения.

Для примера ниже рассмотрим водомерный лоток САНИИРИ (ВЛС) – одного из самых широко применяемых на практике для измерений расходов воды на малых водоотводах в последние годы.

При затопленном режиме истечения воды из ВЛС, то есть, когда значение отношения *h/H* равно или больше 0,2, расход воды необходимо будет определять по дополнительной формуле - с введением в основную формулу расхода поправочного коэффициента расхода σ*:*

$$Q_{зат} = \sigma\, Q_{св} \qquad (1)$$

Численное значение расхода воды при свободном режиме истечения Qсв, берется из основной таблицы расходов воды для данного типоразмера водомерного лотка ВЛС.

Поправочный коэффициент расхода, определяется из зависимости:

$$\sigma = 1{,}085[1 - 1/11{,}7(1-k)+1], \qquad (2)$$

где $k = h/H$.

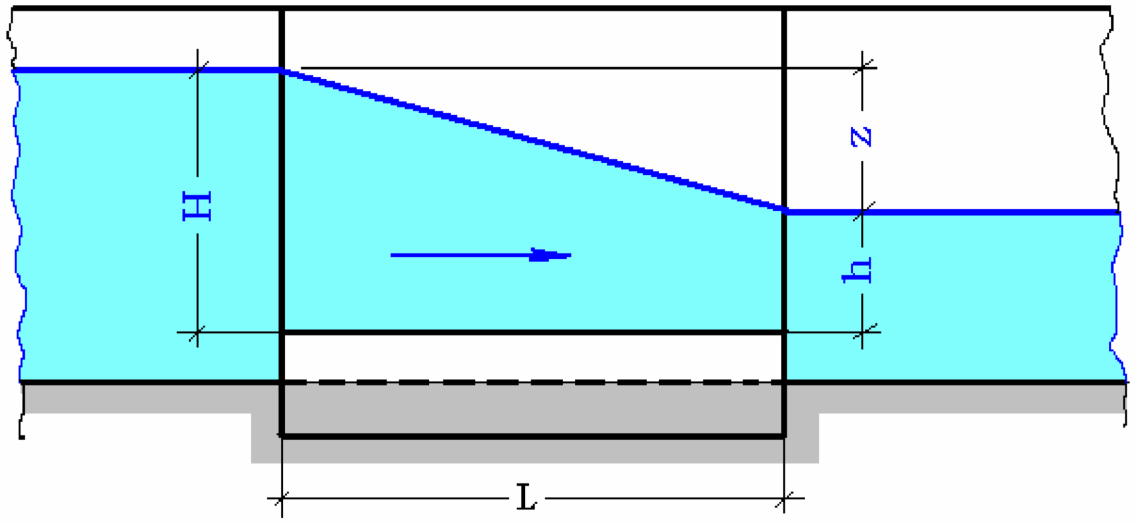


Рис. 1 - Схематический чертеж водомерного лотка САНИИРИ

Численные значения коэффициента *k* берутся в зависимости от степени затопления – значения *h/H*, пользуясь табл. 1.

Таблица 1 - Табличные значения коэффициентов затопления k для ВЛС (Рис. 1)

h/H	k	h/H	k	h/H	k	h/H	k
0.10	0.99	0.58	0.90	0.77	0.79	0.88	0.63
0.15	0.99	0.60	0.89	0.78	0.78	0.89	0.61
0.20	0.98	0.62	0.88	0.79	0.77	0.90	0.58
0.26	0.97	0.65	0.87	0.80	0.76	0.91	0.56
0.32	0.96	0.67	0.86	0.81	0.75	0.92	0.52
0.38	0.95	0.70	0.84	0.82	0.73	0.93	0.49
0.42	0.94	0.72	0.83	0.83	0.71	0.94	0.45
0.47	0.93	0.74	0.82	0.85	0.69	0.95	0.40
0.50	0.92	0.75	0.81	0.86	0.67	-	-
0.55	0.91	0.76	0.80	0.87	0.65	-	-

Естественно, это ограничивает возможности применения ВЛС, создает сложности при эксплуатации и т.п.

Известен сходящийся водомерный насадок САНИИРИ (ВНС), предназначенный для измерений расходов воды, до *Q*=0,6–1,0 м3/сек при малых уклонах и затопленных режимах истечения воды из его отверстия (рис. 2).

Как видно из рисунка, он представляет собой короткую трубу с плавно изменяющимся (сходящимся) поперечным сечением, и рассчитан на работу с полным сечением. Измерение расходов воды насадками проводится по перепаду уровней воды верхнего и нижнего бьефов *Z=H–h,* при обязательном полном сечении (т.е., напорном режиме течения воды в трубе).

Однако его конструкция относительно сложна. Ввиду наличия раструба, он требует большого напора воды верхнего бьефа, что, в большинстве практических случаев, трудно обеспечить на отводах с малыми расходами воды и т.п.

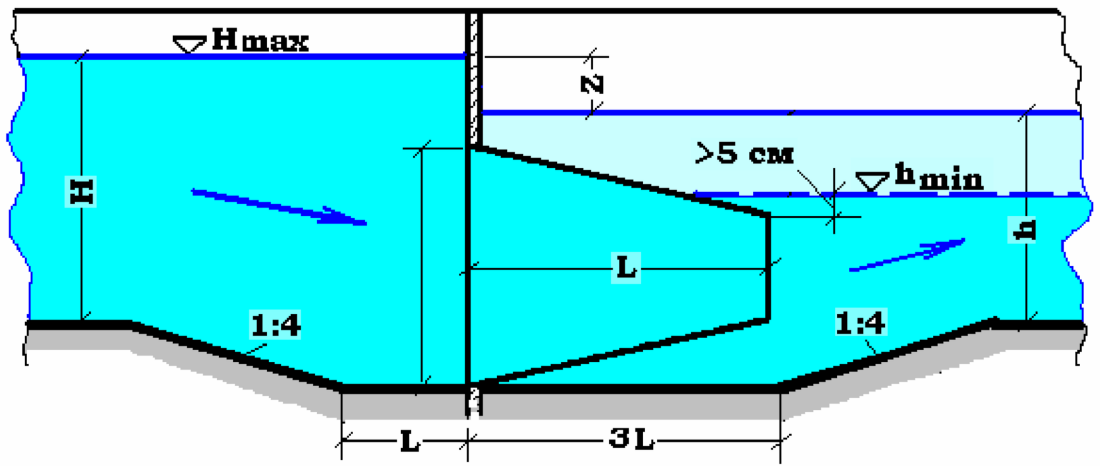


Рис. 2 - Схема установки водомерного насадка САНИИРИ

Поэтому нами была поставлена задача создания простого по конструкции и эксплуатации водомерного сооружения, которое максимально расширяло бы область применения его в составе гидропоста для малых водоотводов, и позволяло его рекомендовать и применять, практически для всех случаев, встречающихся на практике по рельефам (уклонам) местности, физическому составу воды и т.п.

На рис. 3 представлена конструкция водомерного сооружения - трубчатого водомера САНИИРИ (ТВС) для гидропостов, предназначенного для установки на малых водоотводах.

Оно представляет собой трубчатый водовыпуск с короткой горизонтальной трубой с неизменным поперечным сечением небольшого диаметра и рассчитано на работу с полным сечением трубы. Входная кромка трубы выполнена острой (под углом 90°). Такая конструкция водомерного сооружения относительно проста, технологична в изготовлении и компактна. В отличие от известных, она может работать как при свободном, так и при затопленном режимах истечения воды из него ввиду известности и постоянности коэффициента расхода, входящего в формулу определения расхода воды.

При свободном режиме истечения воды расход воды определяется по следующей формуле:

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gH} \qquad (1)$$

А при затопленном режиме истечения воды:

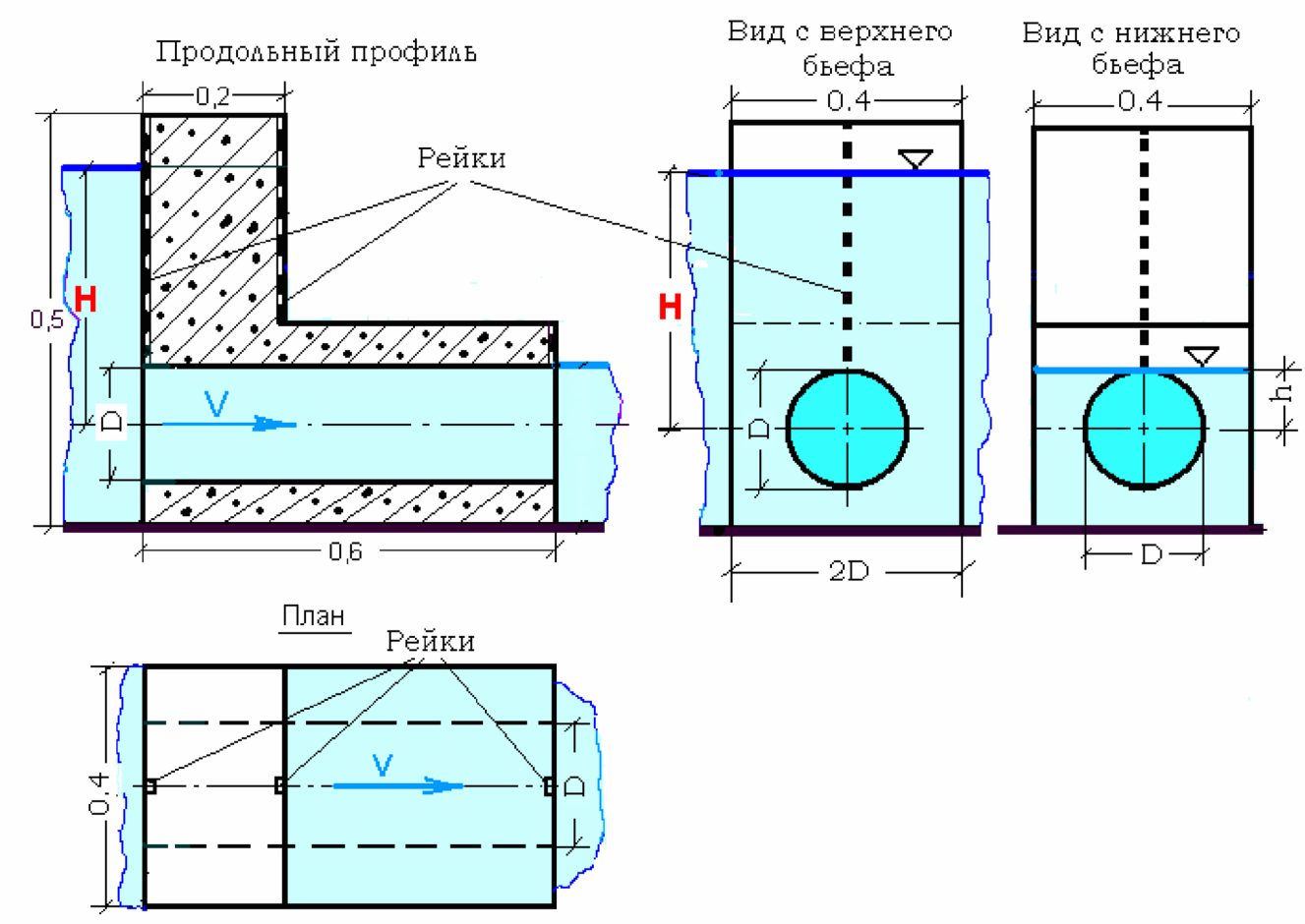


Рис. 3 - Конструкция трубчатого водомера САНИИРИ (Одноочковое исполнение)

$$Q=\mu\omega\sqrt{2gZ}, \qquad (2)$$

где $\mu = 0,82$ – стандартный коэффициент расхода, отнесенный к выходному сеченбию,

ω - площадь поперечного сечения трубы (потока),

$g = 9,81\ м/с^2$ – значение ускорения земного притяжения,

H – уровень воды верхнего бьефа,

$Z=H–h$ - разница уровней воды верхнего и нижнего бьефов, соответственно.

После подставления в зависимости 1 и 2 численных значений вышеприведенных известных величин, они примут следующие виды, соответственно:

при свободном режиме истечения воды:

$$Q=0,138\sqrt{H;} \quad (3)$$

при затопленном режиме истечения воды:

$$Q=0,138\sqrt{Z} \quad (4)$$

При свободном режиме истечения воды, расход воды берется из готовой таблицы (табл. 2, составлена по зависимости 1), по отсчету рейки только верхнего бьефа, а при затопленном режиме истечения воды, расход воды берется из той же таблицы, но по значению перепада уровней воды *Z*, которое, равно разнице отсчетов реек верхнего H и нижнего h бьефов: $Z=H-h$.

Таблица 2 - Значения расходов воды в зависимости от напора и перепада уровней воды (для трубы диаметром *D*=200 мм)

H;Z (см)	*Q (л/сек)*	*H; Z (см)*	*Q (л/сек)*
2	16	26	58
3	20	27	59
4	23	28	60
5	25	29	61
6	28	30	62
7	30	31	63
8	32	32	64
9	34	33	65
10	36	34	66
11	38	35	67
12	39	36	68
13	41	37	69
14	43	38	70
15	44	39	71
16	46	40	72
17	47		
18	48		
19	50		
20	51		
21	52		
22	53		
23	55		
24	56		
25	57		

Таким образом, можно сказать, что ТВС может работать как при свободном, так и при затопленном режимах истечения воды из него, то есть, оно может работать, практически, во всех случаях, независимо от уклона местности, физического состава воды и т.п.

ТВС может работать с одинаковым успехом как в головном, так и в транзитном участках каналов (арыков). Как известно, в большинстве практических случаев возникает необходимость строительства гидропостов в предельно стесненных условиях.

Например, как обычно, рядом с подводящим каналом параллельно проходит дорога для сельскохозяйственной техники и транспорта, а за дорогой уже поле. Для гидропоста остается очень мало места. Для таких случаев особенно рациональна компоновка размещения ТВС в головном участке водоотвода.

При недостаточности диапазона измерения расходов воды можно его расширить путем исполнения ТВС многоочковым. При этом диапазон измерения расходов воды увеличится в разы. Вторая и последующие по счету трубы устанавливаются рядом и параллельно первой трубе на одинаковом уровне по вертикали, на расстоянии между ними не менее 0,5 диаметра трубы.

Предварительные испытания работы ТВС одноочкового варианта в натурных условиях показали его работоспособность. Нами намечено проведение экспериментальных испытаний двухочкового варианта ТВС с диаметром трубы 220 мм, построенного в 2010 г. на Республиканском полигоне по гидрометрии в Верхне-Чирчикском районе Ташкентской области.

На представленном рис. 3 для конкретности основные размеры приведены для диаметра трубы, равным D=200 мм, в метрах.

На рис. 4 приведен фотоснимок макета трубчатого водомера САНИИРИ.

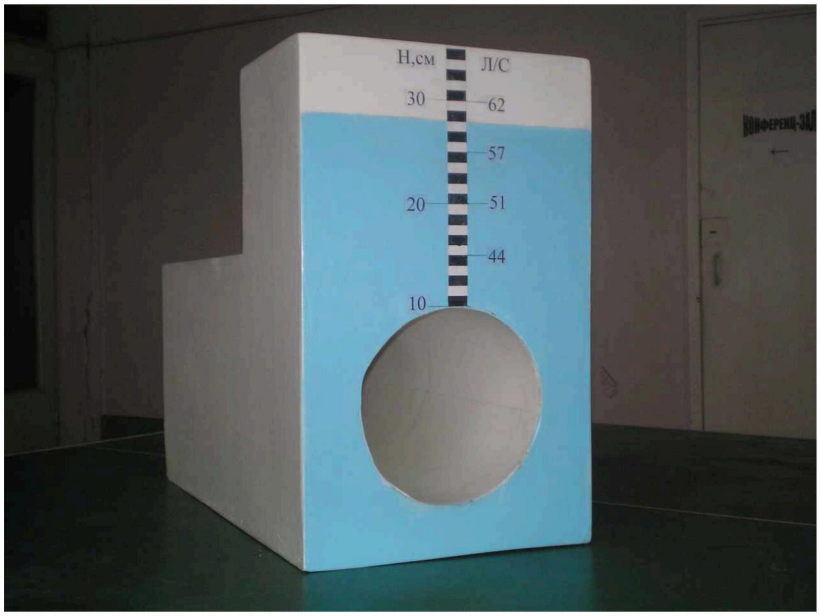


Рис. 4 - Фотоснимок макета трубчатого водомера САНИИРИ
(Вид с верхнего бьефа, одноочковое исполнение, D=200 мм)

УДК 626.862.7

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБКАШИВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО – ДРЕНАЖНЫХ КАНАЛОВ ОТ ГРУБОСТЕБЕЛЬЧАТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Ш.Х. Рахимов, О.А. Муратов
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Мелиоративное состояние орошаемых земель в Узбекистане напрямую зависит от состояния коллекторно-дренажных сетей. Поддержание их в работоспособном состоянии есть главная задача основных мероприятий, направленных на улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель.

Обследование технического состояния коллекторно-дренажных сетей показало, что в большинстве своём они заросли грубостебельчатой растительностью (камышом, тростником, осокой, рогозом и т.п.). При небольшой глубине (или частом изменении уровня воды) и достаточном прогреве толщи воды грубостебельчатая растительность начинает произрастать на дне каналов.

Одним из наиболее важных эксплуатационных мероприятий, направленных на поддержание открытых оросительных и коллекторно-дренажных каналов, является очистка их от растительности, т.к. наличие растительности в каналах уменьшает их пропускную способность, ведет к заилению, задерживает течение воды и увеличивает потери от испарения.

Исследования на коллекторно-дренажных и оросительных каналах Узбекистана показали, что:

- магистральные, распределительные каналы зарастают до 65-70 % протяжённости;
- хозяйственная коллекторно-дренажная и оросительная сеть каналов зарастает до 90-95 % протяжённости.

Зарастание коллекторно-дренажной сети первоначально интенсивно развивается на откосе и его подошве. При благоприятных условиях и достаточном прогреве толщи воды растительность появляется и на дне канала. Она уменьшает живое сечение, увеличивает коэффициент шероховатости, уменьшает пропускную способность, усиливает заиление, приводит к зарастанию внутренних откосов выше уровня воды в каналах, а также берм, внешних откосов и прилегающей полосы отчуждения. Зарастание живого сечения приводит к снижению скорости движения воды, что влияет на их транспортирующую способность и, соответственно, повышает уровень грунтовых вод. Всё это затрудняет доступ к каналу, а следовательно, и его эксплуатацию.

Наряду с применением примитивных технологий и орудий, требующих больших физических усилий, встал вопрос о поиске более производительных и эффективных технологий и средств для удаления растительности и наносов. Эти поиски ведутся уже более ста лет. За этот период, как за рубежом, так и в нашей стране конструкторами разработаны различные технологии, типы машин и механизмов для защиты каналов от зарастания грубостебельчатыми растениями и ремонту. Однако проблемы механизации и нормативного обеспечения окашивания грубостебельчатой растительности и ремонта коллекторно-дренажных и оросительных каналов полностью не разрешены и до настоящего времени.

Изучением вопросов технологии механической очистки мелиоративных каналов от грубостебельчатой растительности и наносов в России и Узбекистане начали заниматься еще в первой половине 19-го столетия.

Существующая технология очистки каналов от растительности одноковшовыми универсальными экскаваторами общестроительного назначения, в виду отсутствия специализированных технических средств, приводит к изменению параметров каналов. Со дна и откосов каналов, в основном, вместе с корневой системой растений вырываются глыбы грунта толщиной до 0,5 м.

Для обеспечения качественной очистки коллекторно-дренажных каналов от грубостебельчатой растительности, без изменений их формы и размеров, требуется разработка специализированного рабочего оборудования, что и явилось основной задачей данной научно-исследовательской работы.

В результате разработана новая технология окашивания каналов от грубостебельчатой и травяной растительности на базе универсальных одноковшовых гидравлических экскаваторов с набором усовершенствованных сменных рабочих органов (ковшов-косилок). Ввиду своей новизны и оригинальности, сбыт разработки возможен как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Муратов А.Р., Огневчук В.Н., Муратов О.А. Производственные испытания опытного образца сменного рабочего органа (ковша-косилки) для окашивания коллекторно-дренажных каналов от грубостебельчатой растительности // Материалы Респуб. научно-практ. конф. «Роль молодежи в развитии научных исследований для водного хозяйства и мелиорации земель». – Ташкент, 2008. – С. 179-183.

2. Таубаев Т.Т. Зарастание ирригационных каналов в Хорезмском оазисе Средней Азии // Каналы СССР. - Киев,1968.

3. Коган Щ.И. Зарастание Каракумского канала // Тр. Всесоюзн. гидробиол. об-ва. - 1963. – Т.14.

4. Котова И.Н. Растительность прудов Воронежской области и перспективы борьбы с их зарастанием: Автореф. дисс… канд. биол. наук. - Воронеж, 1952.

УДК 626.83+626.814

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВОДОПОДАЧИ КРУПНЫХ КАСКАДОВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ С БАССЕЙНАМИ ПЕРЕРЕГУЛИРОВАНИЯ

Ш.Х. Рахимов, Ш.Т. Тураев
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Водохозяйственные системы Минсельводхоза Республики Узбекистан имеют в своём составе крупные каскады насосных станций с бассейнами перерегулирования (наливными водохранилищами сезонного регулирования), которые используются для повышения водообеспеченности потребителей в годы различной водности. К таким объектам в республике относятся Каршинский магистральный канал с каскадом насосных станций и Талимарджанским водохранилищем, Аму-Бухарский машинный канал с Куюмазарским и Тудакульским водохранилищами и машинный канал «Аму-Занг» с Учкизылским водохранилищем.

Водность (мало-, средне- и многоводье) года по разному влияют на режимы эксплуатации каналов и насосных станций, а также на режимы наполнения и сработки бассейнов перерегулирования. При этом возникает необходимость уточнения этих режимов с учетом водности года для повышения водообеспеченности потребителей. Поэтому возникает необходимость совершенствования водоподачи крупных каскадов насосных станций с бассейнами перерегулирования для обеспечения заданного графика водоподачи, уменьшения непроизводительных потерь воды в канале, потерь электроэнергии в насосных станциях на водоподъём и потерь воды на испарение и фильтрацию при наполнении и сработке бассейна перерегулирования. Проведение таких исследований является актуальным и имеет большое народнохозяйственное значение для республики.

Для реализации совершенствования водоподачи крупных каскадов насосных станций с бассейнами перерегулирования необходимо решить ряд проблем. Таковыми проблемами являются:

1. Необходимость выбора, усовершенствования или разработки новых математических моделей и алгоритмов моделирования режимов водоподачи насосных станций, участков магистрального канала и бассейна перерегулирования.

2. Необходимость разработки на основе математических моделей и алгоритмов комплекса компьютерных программ для расчета режимов водоподачи.

3. Необходимость расчета режимов водоподачи насосных станций, участков магистрального канала и бассейна перерегулирования, обеспечивающих минимум потерь водных ресурсов и затрат электроэнергии на водоподъём.

4. Необходимость выбора режима водоподачи первой насосной станции каскада в зависимости от уровня воды в нижнем бьефе (водоисточнике).

5. Необходимость выбора режима водоподачи других насосных станций в зависимости от допустимых зон изменения уровней воды в каждом участке магистрального канала.

6. Необходимость разработки соответствующих диспетчерских графиков эксплуатации для реализации процесса наполнения и сработки бассейна перерегулирования с минимумом потерь водных ресурсов на испарение и фильтрацию.

Проведённый нами обзор литературы показывает, что некоторые из приведённых проблем в той или иной степени решены. Например, ряд математических моделей и алгоритмов моделирования водоподачи насосных станций и участков магистрального канала приведены в [1, 2, 3]. Комплекс программ расчета режимов водоподачи насосных станций, участков магистрального канала и бассейна перерегулирования, а также результаты их расчета приведены в [4, 5].

Анализ имеющихся материалов показывает, что они не в полной мере решают отмеченные выше проблемы совершенствования водоподачи крупных каскадов насосных станций с бассейнами перерегулирования. Поэтому при решении этих проблем необходимо учесть различия в каскадах насосных станций (количество станций, их мощности, количество насосных агрегатов и т.д.), насосах (осевые или центробежные), электродвигателях (синхронные или асинхронные), установке насосного агрегата (вертикальные или горизонтальные). Необходимо также учесть различия в магистральных каналах, где установлены каскады насосных станций (расход в канале, протяженность участков канала и т.д.). Имеются различия в бассейнах перерегулирования (тип (русловой или наливной), объём воды в водохранилище и т.д.).

Учет отмеченных различий в каскадах насосных станций, магистральных каналах и бассейнах перерегулирования при решении проблем совершенствования водоподачи обеспечит эксплуатацию отмеченных объектов с минимумом потерь водных ресурсов и электроэнергии на водоподъём.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абуталиев Ф.Б., Рахимов Ш.Х., Бегимов И. Оптимальное управление системами машинного водоподъёма. – Ташкент: Фан, 1992. – 152 с.

2. Рахимов Ш.Х. Управление системами машинного водоподъём. – Ташкент: Фан, 1986. – 137 с.

3. Исаков М. Теоретико–множественная модель насосной станции, оснащенная осевыми поворотно-лопастными насосными агрегатами // Проблемы и задачи целевого и эффективного использования водных ресурсов фермерскими хозяйствами: Материалы Респ. науч.–практ. конф. – Ташкент, 2009.- С. 203–206.

4. Рахимов Ш.Х., Бегимов И., Ходжаниязов А.Д. Численная реализация метода проекции градиента для решения задач управления оросительными каналами // Формирование, охрана и управление водными ресурсами в речных бассейнах Средней Азии: Сб. науч. тр. / САНИИРИ. – Ташкент, 1989.– С. 132– 140.

5. Исаков М. Определение режимов работы крупных каскадов насосных станций с водохранилищами сезонного регулирования // Развитие водного хозяйства и мелиорации Республики Узбекистан в период перехода к рыночной экономике: Сб. науч. докл. Респ. науч. – прак. конф. – Ташкент, 2006. - С. 73 –74.

УДК 627.157

ОҚИМДАГИ ЧУКИНДИ ЗАРРАЧАЛАРИНИНГ ТУПРОҚ УНУМДОРЛИГИНИ ОШИРИШДА МИНЕРАЛ УҒИТ СИФАТИДА ФОЙДАЛАНИШ ИМКОНИЯТЛАРИ

Л. Самиев, М. Усанов
ТИМИ

Миришкор каналида олиб борилган тадқиқот ишларида каналнинг лойқа босиш жараёни урганилди. Каналнинг лойқа босган жойлардан олинган чукинди намуналари кимёвий ва фракцион таркибини таҳлил қилиш натижасида канал узанидаги лойқа заррачаларининг таркибидаги минерал уғит сифатида фойдаланиш мумкин булган кимёвий моддаларнинг мавжудлиги аникланди (1 жадвал).

Ўтказилган тадқиқотлар натижасида маълум бўлдики, чўкинди зарралар ўлчами кичиклашиши билан SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O каби кимёвий моддалар миқдори камайиб боради. Шуни таъкидлаш лозимки, гидротехник ва гидромелиоратив иншоотларни лойиҳалаш ва қуришда қаттиқ зарралар режимини ростлашда зарур бўлган чўкинди заррачаларнинг фракцион хилма – хиллиги ҳар доим ҳам ҳисобга олинмайди.

Маълумки, тупроқ экологик ҳолати ва ҳосилдорлиги суғориш суви сифатига боғлиқдир. Амударё каби сув манбаларида сув билан биргаликда таркиби минерал ўғитларга бой бўлган жуда катта миқдордаги чўкиндилар оқиб келади. Аммо сув манбаларни бошқариш ва улардан фойдаланиш мақсадида қурилаётган гидротехник ва мелиоратив иншоотларда уларнинг роли ҳамма вақт ҳам тўғри ҳисобга олинмайди. Бундан ташқари, оқимдаги чўкиндиларни бошқаришга мўлжалланган замонавий иншоотларнинг асосий вазифаси оқимни улардан тозалашдан иборат бўлиб қолмоқда. Натижада чўкиндилардан сунъий равишда ажратилган, экин далаларига зарур бўлган оқим таркибидаги минерал ўғитлар тиндиргичларда қолиб кетмоқда. Сузиб юрувчи қаттиқ заррачаларнинг оқим узунлиги бўйлаб тақсимланишини ҳисоблаш масаласи ҳозирги пайтгача муаммолигича қолмоқда. Бу масаланинг ечилиши қаттиқ зарралар диаметри катта миқёсда ўзгарадиган тез ювилувчи ўзанлар учун айниқса қийинлашади. Бу ерда иккита масалани бир вақтнинг ўзида ечиш талаб қилинади. Бир томондан зарарли катта диаметрли қаттиқ зарраларни тиндиргичларда сақлаб қолиб, суғориш каналларни лойқа босишдан сақлаш масаласи бўлса, иккинчи томондан, тупроқ унумдорлигини оширадиган катта миқдорда минераллардан иборат кичик диаметрли (диаметри $d<0,1$ мм) сузиб юрувчи қаттиқ заррачаларнинг суғориладиган далаларга етиб боришини таъминлаш масаласидир. Чукиндиларни узунлик буйича таксимланишини хисоблашнинг мавжуд услубларини тахлил килиш шуни курсатадики, бу услублар асосан узгармас кесимга эга булган ростловчи иншоотлар учун ишлаб чикилган булиб бунда окимнинг уртача тезлиги курилаётган узан кисми узунлиги буйича узгармас килиб кабул килинган.

Илмий изланишлар Амударёдаги муаллақлашган чўкинди заррачаларининг қарийб 70 фоизини диаметри 0,05 мм дан кичик бўлган чўкиндилар, Миришкор канали оқимидаги муаллақлашган чўкиндилар таркибий қисмининг 60 фоиздан ортиғини диаметри 0,05 мм дан кичик бўлган заррачалар, Амударё чўкиндилар заррачалари таркибининг кўп қисмини тупроқ унумдорлиги ошиши учун зарур бўлган кимёвий бирикмалар ташкил этиши аниқланди. Бу жараёндаги таҳлиллар оқимдаги чўкиндиларни бошқаришда уларнинг таркибий қисмига алоҳида эътибор бериш талаб килинишини кўрсатди. Демак оқимдаги муаллақлашган чўкинди заррачаларини тиндиргичларда фракцияларга ажратиб бошқариш зарур. Бу биринчидан, таркиби минералларга бой бўлган майда заррачаларни экин далаларига узатиш, иккинчидан, тиндиргичларда фақат катта диаметрли зарралар қолиши туфайли уларни тозалаш ишларига сарфланадиган энергияни тежаш имконини беради.

Таъкидлаш керакки, майда заррачаларнинг чўкиши тиндиргичларни “землесос”лар ёрдамида тозалашни анча қийинлаштиради. Чунки майда заррачалар ”цементлаш” хусусиятига эга бўлиб, маълум вақт давомида чўкиб қолган чўкиндилар “землесос” билан олиб ташлаш ишини мураккаблаштирадиган масса пайдо қилади. Ҳозирги пайтда экологик муаммо бўлиб қолаётган, тозалаш натижасида тиндиргичлардан олинган чўкиндиларни жойлаштириш масаласи ҳал этилади: тиндиргичларда чўкиндилар қанча кам қолса, уларни жойлаштириш учун шунча кам жой талаб қилинади.

Миришкор каналида ўтказилган тадқиқотлар натижасида маълум бўлдики, чўкинди зарралар ўлчами кичиклашиши билан SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O каби кимёвий моддалар миқдори камайиб боради.

Жадвал 1 - Миришкор каналидаги чўкинди заррачалар кимёвий таркиби

Кимёвий таркиб	Чўкинди заррачалари диаметри,мм		
	0,1÷0,05	0,05÷0,01	0,01
SiO_2	61,6	55,5	46,7
Al_2O_3	10,8	9,2	11,5
Fe_2O	3,6	3,9	6,1
CaO	9,3	10,6	12,7
MgO	2,1	2,7	3,9
K_2O	3,1	1,7	1,8
Na_2O	2,5	2,3	1,8
P_2O_5	0,12	0,15	0,21
CO_3	6,6	11,3	14,0

Шуни таъкидлаш лозимки, гидротехник ва гидромелиоратив иншоотларни лойиҳалаш ва қуришда қаттиқ зарралар режимини ростлашда зарур бўлган чўкинди заррачаларнинг фракцион хилма – хиллиги ҳар доим ҳам ҳисобга олинмайди.

АДАБИЁТЛАР:

1. Арифжанов А.М, Хазратов А.Н. Кинематика оросительных каналов //- Узбекистон кишлок хужалиги. – 2007. - № 5. - 24 б.

1 Арифжанов А.М.Хазратов А.Н. Транспортирующая способность оросительных каналов в земляном русле // Материалы Центральноазиатской международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию МКВК (24-27 апреля 2007 г.,Алматы), , www.icwc-aral.uz /15 years/.

3. Арифжанов А.М, Хазратов А.Н. Каналларнинг лойка узатиш кобилиятини бахолаш // «Ер ва сув ресурсларидан фойдаланишда бозор муносабатларини шакллантиришнинг иктисодий муаммолари» Республика илмий-амалий анжумани, 23-24 ноябрь 2007 й. - Тошкент, 2007. - I-том. - 309-311 б.

4. Фатхуллаев А.М., Рахимов К., Хазратов А.Н. Гидроэкология и речные наносы //«Ер ва сув ресурсларидан фойдаланишда бозор муносабатларини шакллантиришнинг иктисодий муаммолари» Республика илмий-амалий анжумани, 23-24 ноябрь 2007 й. - Тошкент, 2007. - I-том. - 437-439 б.

Жадвал 1 - Миршикор каналидаги сувнинг кимёвий таркиби

Намуна	ECw, dS/m	Қаттиқ қолдиқк, г/л	Ионлар таркиби																Алекина О.А. классификацияси бўйича		SAR	Хавфлилик даражаси бўйича		
			г/л						$\sum$ ионов, %	% расхождения	в миллиграммэевивалент								% расхождения			шўрланиш	осолонцевание	токсикация
			$HCO_3^{'}$	$Cl^{'}$	$SO_4^{''}$	$Ca^{''}$	$Mg^{''}$	$Na^{'}$			$HCO_3^{'}$	$Cl^{'}$	$SO_4^{''}$	$\sum$ анионов	$Ca^{''}$	$Mg^{''}$	$Na^{'}$	$\sum$ катионов		Аниониар бўйича	Катионлар бўйича	EC	SAR	Cl
1	0,97	1,070	0,279	0,200	0,309	0,200	0,060	0,039	1,087	-1,6	4,576	5,640	6,42	16,643	9,980	4,932	1,696	16,608	0,2	Г-Х-С	Н-М-К	0,62	1	0	2

Миришкор каналидаги лойқаликнинг фракцион таркиби

Курсаткич	Хавфлилик даражаси / индекс		
	Хавфли эмас	ўртача	юқори
	0	1	2
EC,dS/m	<0,75	0,75-3.0	>3,0
по SAR	<3	3-9	>9
Cl, г/л	<0,14	0,14-0,36	>0,36

Намуна	Донадорлиги(мм), %					
	>0,063	0,063	0,2	0,63	1,0	2,0
1	1,0	6,0	41,0	12,6	25,8	13,6

УДК 502.654

ВЛИЯНИЕ ЛЕДНИКОВ НА КАЧЕСТВО РЕЧНОЙ ВОДЫ

А.А. Тихановская, И.Г. Томашевская
ИГГ АНРУз

Impact oh glaciers on the quality of the river water.

Runoff of the river depends on the amount of precipitation in the river basin. The share of the glacier runoff in summer of the low-flow period is more than 25 % from the total runoff river, decreasing till 10-12 % in high-water year.

Presence of glaciers and snow patches in riverheads reduces total and carbonate hardness of water has been revealed.

Дарё сувининг сарфи, унинг хавзасига ёғадиган ёғингарчилик миқдорига чамбарчас боғлик. Кам сувли йилларда музликлардан дарё сувининг сарфига берадиган улуши 25 % ташкил килади, кўп сувли йилларда 10-12 %.

Дарё ҳавзасидаги музлик ва қорлар, дарё сувининг қаттиқлигини камайтиради ва НСО3, Са ионларини камайтириди.

Сток реки (Qi) достаточно тесно зависит от осадков, выпадающих на водосборный бассейн (Xi). Доля ледникового питания в летние месяцы маловодного года может составлять более 25 % от общего стока реки, понижаясь в многоводный год до 10-12 %. Наличие ледников (снежников) в верховьях реки снижает общую жесткость воды и содержание в ней ионов HCO_3, Са.

Ледниковые запасы, сосредоточенные в горных районах Средней Азии, являются важнейшим источником и многолетним резервом чистой пресной воды. Таяние ледников увеличивает расходы воды в реках во второй половине лета, когда потребность в воде для орошения наибольшая, а поступление воды за счет таяния сезонного снега и дождей практически прекращается. Особое значение ледники приобретают в маловодные годы, когда дефицит речного стока восполняется таянием ледников. Именно поэтому изучение параметров ледникового стока и его изменения является актуальной задачей современной гляциоэкологии.

Сток реки, верховья которой располагаются в нивальной области, зависит от суммы осадков в водосборном бассейне и объема талых вод, поставляемого ледниками.

Мы попытались рассчитать связь стока реки в период с мая по сентябрь *(Qi)* с суммой осадков *(Xi)* без учета подземного питания. Были выбраны бассейны, сток с которых практически не разбирается на орошение. По температурам воздуха репрезентативной станции был выделен период, когда питание реки происходило за счет грунтовых вод. Этот период охватывает 5 месяцев- с ноября предыдущего года по март текущего года. Для каждого года были рассчитаны средние величины подземного питания. Отнимая их от величины стока на замыкающем створе, мы получили поверхностный сток реки, формирующийся за счет таяния льда и выпадения атмосферных осадков (период: с октября предыдущего года по апрель текущего года). Величины стока и осадков рассчитывались с единицы площади. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Параметры зависимости $Qi=a*Xi+b$

Бассейн	Ср.высота бас.н.у.м., км	R	a	b
Ойгаинг	3.01	0.89	0.67	-0.08
Майдантал	3.13	0.74	0.78	0.49
Чаткал	2.78	0.67	1.07	-0.05
Угам	2.03	0.88	0.54	0.20

Примечание: «а» и «*b*» - эмпирические коэффициенты, характеризующие скорость изменения стока *(Qi)* с изменение суммы осадков в бассейне *(Xi)* за период октябрь-март.

Для всех указанных бассейнов данная связь получилась достаточной тесной с высокими коэффициентами корреляции *(R)*. На величины коэффициентов «а» и «*b*», возможно, влияют морфометрические параметры речных бассейнов, в частности, их средняя высота относительно уровня моря.

На величину *Qi* кроме годовых осадков влияет также таяние ледников. Однако в настоящее время наблюдается общее сокращение горного оледенения. При этом выделяются основные признаки сокращения оледенения:

1. Исчезновение ледников площадью до 1 км^2,
2. Сокращение площадей абляции,
3. Распад крупных ледников на отдельные притоки,
4. Увеличение площади морен и естественной загрязненности ледников,
5. Понижение абсолютной высоты поверхности (уменьшение мощности ледников),
6. Наличие массивов мертвого льда.

Этот процесс характерен и для оледенения бассейна реки Ойгаинг- верховьев р. Чирчик, где за период с 1957 по 2001 год суммарная площадь ледников сократилась на 29 %, а высота их концов увеличилась ориентировочно на величину от 40 до 100 м. (Щетинников, 1997; Тойчиев и др., 2008).

Доля ледникового питания в летние месяцы маловодного года может составлять более 25 % от общего стока реки, понижаясь в многоводный год до 10-12 % (Тойчиев и др., 2008). Соответственно, в маловодные годы в стоке реки повышается доля ультрапресных ледниковых вод, что приводит к понижению общей жесткости воды. Примером может служить изменение жесткости воды в р. Караказык (ледниковое питание).

Таблица 2 - Жесткость воды в р.Караказык (Алайский хребет) в маловодный и средний по водности годы.

Год	∑Xi/∑Xср	Общая жесткость	Карбонатная жесткость	∑ионов
1983	0.97	35.25	122.0	165.6
1986	0.77	22.84	115.9	141.2

Примечание: использованы величины осадков, измеренных на ГМС Л .Абрамова – репрезентативной для данного ледника.

Для изучения химического состава воды в верховьях р. Чирчик в июле 2009 г. были отобраны пробы воды в р. Текешсай до впадения ее в р. Ойгаинг, а также родника, расположенного в 250 м от русла р. Текешсай, и саев - правых притоков р. Ойгаинг. Анализ проб производился в химической лаборатории ГПЦЛ Госкомгео РУз (табл. 2, 3).

Вода с л. Текешсай-1 (Каталог ледников, 1968) ультрапресная (минерализация 54 мг/л) и относится по формуле Курлова (Алекин, 1970) к карбонатному типу.

Источником ионов *Ca, HCO_3* является химическое выветривание известняков, являющихся вмещающимися породами. Это подтверждается повышенными величинами жесткости и содержания ионов *HCO_3, Ca*, наблюдающихся в воде источника (проба 4). Аналогичная картина наблюдается при рассмотрении состава воды Урунгачсая, в верховьях которого отсутствуют ледники и снежники и, следовательно, не происходит разбавления грунтовых вод ультрапресными талыми водами. При наличии в верховьях водотоков ледника и перелетовавших снежников жесткость воды в них существенно снижается.

Таблица 3 - Результаты химического анализа вод р. Текешсай, источника и правых притоков р.Ойгаинг (июль, 2009 г.)

№	Место отбора проб	Высота над уровнем моря, м	Координаты места отбора проб	Жесткость, мг/л	
				общая	Карбон.
1	*р. Текешсай	2100	φ=42º 08,λ=70º48	1,6	1,3
2	*Сарыджаяк,	2065	φ=42º06´,λ=70º46´	1,4	1,1
3	*Безымянный сай	1440	φ=41º58´,λ=70º46	1,35	1,10
4	Источник	2100	φ=42º 08,λ=70º48	2,4	2,1
5	**Урунгачсай	1200	φ=41º54´,λ=70º21	2,20	1,80

*Примечание: * - в верховьях имеются ледники и снежники*
*** - водоток, в верховьях которого отсутствуют ледники и снежники.*

Для р. Текешсай была произведена оценка влияния ледников на общую жесткость речной воды (*Ca+Mg*). По среднему годовому объему стока р. Текеш за период с 1970 по 2008 г.г., который составляет 19,4 км^3, был рассчитан годовой вынос указанных ионов (*P*) в двух вариантах:

1. Использовалась концентрация ионов, непосредственно измеренная в р. Текешсай. Величина Р составила 31 тыс.т./г.

2. Использовалась концентрация ионов в Урунгачсае, которая ориентировочно соответствует содержанию ионов в реке без ледниковой составляющей. Годовой вынос (*P*) при этом составил бы 42,7 тыс. т./г., т.е. на 38 % больше.

Полученный результат демонстрирует изменение жесткости речной воды и химического выноса в случае катастрофического сокращения или полного исчезновения ледников.

Из всего сказанного можно сделать следующие выводы:

1. На фоне современного изменения климата происходит общее сокращение оледенения.

2. Наличие ледников (снежников) в верховьях водотока существенно снижает общую жесткость воды в водотоке - содержание ионов HCO_3, *Ca, Mg*.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 444 с.

2. Каталог ледников СССР, том 14, вып.1, ч.1. - Л.: Гидрометеоиздат, 1968-1980 гг. – 48 с.

3. Ледник Абрамова – климат, сток, баланс массы: Режимно-справочное пособие. - Ташкент, 1996. – 279 с.

4. Тойчиев Х.А., Ни А.А. и др. Горное оледенение, климат, сток. – Ташкент: Университет, 2008. – 84 с.

5. Щетинников А.С. Морфология оледенения речных бассейнов Памиро-Алая по состоянию на 1980 год (справочник). - Ташкент, 1997. – 149 с.

УДК 627.157

СУҒОРИШ КАНАЛЛАРИНИНГ ГИДРАВЛИК ПАРАМЕТРЛАРИНИ АНИКЛАШНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

А. Фатхуллоев, А. Хазратов
ТИМИ

Республикамизнинг асосий сув манбалари Амударё ва Сирдарё ҳисобланади. Бу дарёлар шаклланиш жараёнида ўзи билан бир қанча чўкиндиларни олиб юради. Бу дарёлардан суғориш каналларига тўғридан-тўғри сув олиш бир қанча муаммолар туғдиради. Шунинг учун суғориш каналларига сув олишда оқимдаги чўкиндилар миқдори оқимнинг лойиқа ўзатиш қобилятини баҳолай олиш зарур бўлади. Бу жараёнларни ўрганиш ва илмий асослаш мақсадида «Аму-Қашқадарё» ирригация тизимлари ҳавза бошқармаси тасарруфидаги Миришкор каналида табии дала шароитида изланишлар олиб борилди. Миришкор каналига сув олиш иншоотидан олдин оқимдаги чўкиндилар маълум қисми сув омборида тиндирилиб маълум даражада камайтирилади, лекин шунга қарамасдан каналда лойиқа босиш жараёни давом этмоқда. Илмий изланишлар каналнинг ПК 630+00 дан ПК 933+00 қисмида олиб борилган бўлиб, бу қисмнинг лойиҳавий гидравлик элементлари қўйидагича.

ПК 630+00 да каналнинг лойиҳавий гидравлик элементлари:

Каналдаги сув сарфи: Q=125 м^3/с.

Канал тубининг эни b_1=22 м; канал қиялиги m=3,0;

ғадир - будурлик коэффициенти n = 0,022; каналнинг нишаблиги i = 0,00005.

ПК 933+00 да каналнинг лойиҳавий гидравлик элементлари:

Каналдаги сув сарфи: Q = 100 м^3/с.

Канал тубининг эни b_1 = 20 м; канал қиялиги m =3,0;

ғадир - будурлик коэффициенти n = 0,022; каналнинг нишаблиги i = 0,00006.

Маълумки, каналнинг лойқа узатиш қобилияти каналдаги оқим тезлиги билан боғлиқдир. Йил давомида каналдаги сув сарфининг ўзгарувчанлиги, каналнинг бошқа гидравлик элементларининг ўзгаришига олиб келганлиги аниқланди. Асосан бу оқим тезлигининг ўзгаришига ва натижада каналнинг лойқа ўзатиш қобилиятининг пасайишига сабаб бўлади.

Табиий дала шароитида олиб борилган изланишлар шуни кўрсатадики, каналнинг лойиҳавий гидравлик элементларининг ўзгариши натижасида оқимнинг лойқа ўзатиш қобиляти пасайган. Бу эса ўз навбатида канал узанини лойқа заррачалари билан тулиб қолишига олиб келади. Бу жараен ҳозирги кунда долзарб муаммолардан ҳисобланади, чунки канал кундаланг кесими ўзгариши натижасида биринчи навбатда каналнинг сув ўтказиш қобиляти пасаяди, ваҳоланки каналлардан фойдаланишдан асосий мақсад максимал даражада сув ўзатишни таъминлаш ҳисобланади. Каналларни лойиҳалашда, уларни реконструкция қилишда оқимнинг лойиқа ўзатиш қобиляти, каналдаги хисобий сув сарфига эътибор бериш лозим. Миришкор канали ҚМ ва Қ да келтирилган формулалар ёрдамида лойиҳаланганлигига қарамай канал ўзанида лойиқа босиш жараёни кўзатилмоқда.

Қурилиш меъёрлари ва қоидалари бўйича (*ҚМ* ва *Қ* 2.06.03-97) рухсат этилган лойқа босмайдиган тезликларни аниқлаш қуйидагича тавсия этилган:

а) оқимдаги чўкиндилар таъсирини ҳисобга олган ҳолда:

$$V_л = A \times Q^{0,2}; \qquad (1)$$

A – эмперик коэффициент бўлиб, чўкиндиларнинг гидравлик йириклигига боғлиқ равишда аниқланади.

б) оқимдаги чўкиндилар таъсирини ҳисобга олинмаган ҳолда:

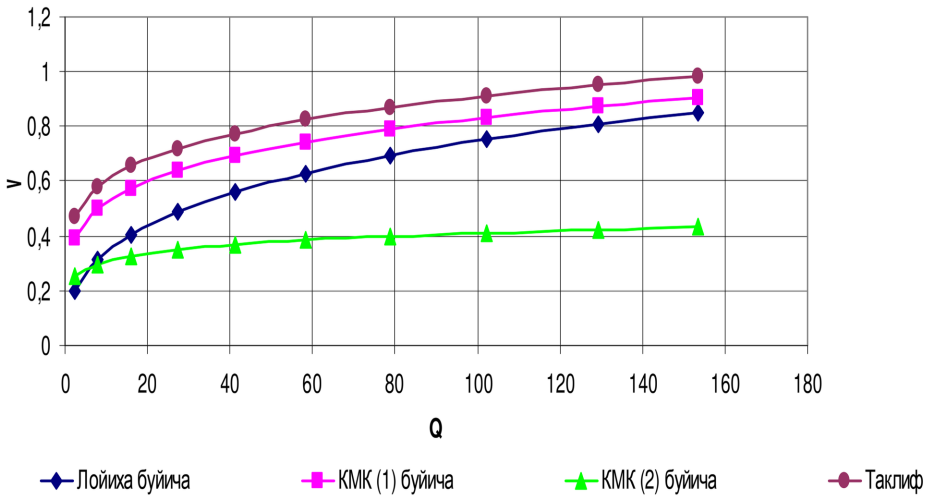
$$V_л = 0{,}3\ R^{1/4};\qquad (2)$$

бу ерда: R – гидравлик радиус;

Каналнинг ПК 630+00 кисми учун лойихадаги каналнинг гидравлик элементлари хисоби 1-жадвалда келтирилган ва жадвалдаги маълумотлар асосида $Q=f(\vartheta)$ графиги қурилди.

Жадвал 1 - ПК 630+00 каналнинг гидравлик элементлари

№ т/р	*h*,м	*ω*, м^2	*x*, м	*R*, м	*C*	Лойиха буйича, ϑ, м/с	*Q*, м^3/с	*ҚМҚ* (1) формула бўйича ϑ, м/с	*ҚМҚ* (2) формула бўйича ϑ, м/с
1	0,5	11,75	24	0,48	40,35	0,19	2,34	0,39	0,25
2	1	25	26	0,96	45,15	0,31	7,82	0,49	0,29
3	1,5	39,75	28	1,41	48,18	0,40	16,13	0,57	0,32
4	2	56	30	1,86	50,43	0,48	27,28	0,63	0,35
5	2,5	73,75	32	2,30	52,24	0,56	41,35	0,69	0,36
6	3	93	34	2,73	53,75	0,62	58,46	0,74	0,38

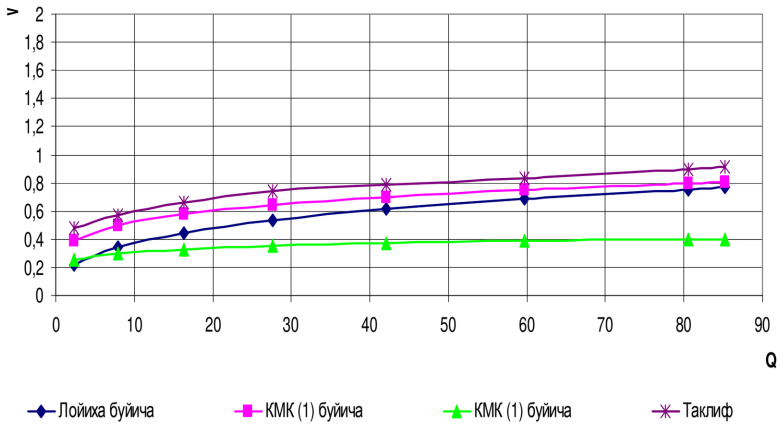


Расм 1 - Канал гидравлик элементларининг сув сарфига боглик равишда узгариши графиги

Каналнинг ПК 933+00 кисми учун лойихадаги каналнинг гидравлик элементлари хисоби 2-жадвалда келтирилган ва жадвалдаги маълумотлар асосида $Q=f(\vartheta)$ графиги қурилди.

Жадвал 2 - ПК 933+00 каналнинг гидравлик элементлари

№ т/р	h,м	ω, м^2	x, м	R, м	C	Лойиха буйича, ϑ, м/с	Q, м^3/с	ҚМҚ (1) формула бўйича ϑ, м/с	ҚМҚ (2) формула бўйича ϑ, м/с
1	0,5	10,75	22	0,48	40,34	0,21	2,34	0,39	0,25
2	1	23	24	0,95	45,13	0,34	7,87	0,49	0,29
3	1,5	36,75	26	1,41	48,15	0,44	16,29	0,57	0,32
4	2	52	28	1,85	50,39	0,53	27,66	0,64	0,35
5	2,5	68,75	30	2,29	52,19	0,61	42,07	0,69	0,36
6	3	87	32	2,71	53,69	0,68	59,66	0,74	0,38



Расм 2 - Канал гидравлик элементларининг сув сарфига боглик равишда узгариши графиги

Жадвалда келтирилган маълумотлар таҳлилидан маълумки, (1) формула бўйича ҳисобланганда каналда лойқаланиш жараёни содир бўлмайди деб хулоса қилиш мумкин, (2) формула бўйича ҳисобланганда эса каналда лойқа босиш жараёни юзага келади.

Ушбу юқорида келтирилган графикдан яққол кўриниб турибдики, каналда лойқа босмайдиган рухсат этилган тезлик миқдори билан лойиҳавий тезлик миқдори кичик миқдордаги канал сув сарфларида деярли бир хил миқдорларни ташкил қилади. Бошқача қилиб айтганда каналда сув сарфи кам бўлганда каналда ҳақиқий сув тезлиги жуда кам бўлганлиги сабабли лойқа босиш жараёни юзага келади.

Каналнинг ушбу кисмида хозирги кунда хакикий нормал сув сарфи Q_n= 21-82 м^3/с бўлиб, лойихавий нормал сув сарфи Q_n = 100-125 м^3/с дан деярли 2 баробар кичик, бу эса ўз навбатида каналдаги сув сарфи камайиши билан бирга рухсат этилган оқим тезлигидан камайиб каналда лойқа босиш жараёни бошланади. Натижада каналдан фойдаланиш ва уни таъмирлаш, тозалаш ишларида қатор ноқулайликлар туғдиради. Каналнинг бундай кесим юзаси каналнинг сув ўтказиш қобилиятининг пасайишига ва канал ўзанида лойка босиши ҳисобига ҳар хил ўсимликларнинг авж олиб ўсишига имкон яратади. Шу каби муаммоларнинг олдини олиш учун каналнинг гидравлик элементларини кайта хисоблаш ва каналдаги сув тезлиги ϑ нинг кийматини оширишга муваффак бўламиз.

АДАБИЁТЛАР:

1. Фатхуллаев А.М., Рахимов К., Хазратов А.Н. Гидроэкология и речные наносы «Ер ва сув ресурсларидан фойдаланишда бозор муносабатларини шакллантиришнинг иқтисодий муаммолари» Республика илмий-амалий анжумани, 23-24 ноябрь, I-том, Тошкент, 2007, 437-439 б.

2. Латипов К.Ш, Арифжанов А.М.. Вопросы движения взвесенесущего потока в руслах // Ташкент, Меҳнат, 1994 г., 110 с.

3. Дебольский В.К. и др. Динамика русловых потоков и литодинамика в прибрежной зоне моря // М., Наука, 1994, 301 с.

4. Арифжанов А, Фатхуллаев А, Гидравлический расчет оросительных каналов в земляном русле // В сб. Проблемы водного сельского хозяйства, Ташкент, 2004 г., с 60-62.

УДК 621.313.13:626.83

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ КРУПНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

У.Х. Хонкулов
ТУИТ

В Республике Узбекистан функционируют каскады крупные насосных станций (НС) для орошения сельхозкультур на более 4 млн га земель. В крупных НС эксплуатируются от 4 до 12 параллельно работающих насосных агрегатов с осевыми и центробежными насосами, приводом которых являются синхронные и асинхронные электродвигатели. При этом они потребляют около 20 % всей электроэнергии, вырабатываемой всеми электростанциями республики.

Дефицит энергетических ресурсов и изменение цен на электроэнергию выдвигает на первый план проблему уменьшения потребления электроэнергии на НС Минсельводхоза РУз с целью ее экономии. Анализ режимов крупных НС и условий их эксплуатации показывает, что на них имеются непроизводительные потери электроэнергии, обусловленные несовершенством управления режимами работы электродвигателей и насосов.

При параллельной работе синхронных электродвигателей крупных насосных агрегатов наблюдается неравномерная их нагрузка вдоль НС. Электродвигатели крайних агрегатов на одних НС нагружены на 8-10 % меньше, а в других НС больше на 8 % по сравнению с остальными агрегатами [1]. Это объясняется тем, что в аванкамере НС вода поступает неравномерно, меняется эпюра скоростей потока, постоянно наблюдается неравномерное заиление и ухудшение технического состояния аванкамер НС.

При различной нагрузке параллельно работающие электрические машины оказывают влияние друг на друга. Это особенно характерно для синхронных электродвигателей НС, соизмеримых с мощностью питающей электрической сети. Поэтому решение задачи определения режимов параллельной работы синхронных электродвигателей крупных НС с использованием математического моделирования и современных компьютерных технологий, обеспечивающих уменьшение непроизводительных потерь электроэнергии электродвигателями при изменении нагрузки на их валу, является актуальной, и с учетом больших мощностей синхронных электродвигателей крупных НС имеет также большое народнохозяйственное значение для республики.

Для решения проблем параллельной работы синхронных электродвигателей крупных НС нами проведены следующие исследования:

1. Обоснована необходимость проведения исследований параллельной работы синхронных электродвигателей крупных НС [1].

2. Разработаны математические модели и структурные схемы взаимовлияния синхронных электродвигателей крупных НС при их параллельной работе в установившихся и неустановившихся режимах [2, 3].

3. Разработана регулирование параллельно работающих синхронных электродвигателей крупных НС в установившихся и неустановившихся режимах [4].

4. Разработаны рекомендации по выбору режимов параллельной работы синхронных электродвигателей крупных НС.

Реализация полученных результатов в крупных НС республики (каскаде НС Каршинского магистрального канала, каскаде Джизакских НС и др.) обеспечит большую экономию электроэнергии на водоподъём для орошения сельхозкультур на полях республики.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хонкулов У. Моделирование режимов параллельной работы синхронных электродвигателей крупных насосных станций // Математическое моделирование и вычислительный эксперимент: Тез. докл. Респ. науч. конф. 25–27 марта 2002. – Ташкент, 2002. – С. 288–289.
2. Хонкулов У.Х. Математические модели установившихся режимов параллельной работы синхронных электродвигателей крупных насосных станций // Электротехника и электромеханика. – Харьков, 2006. –№ 4. – С. 33–36.
3. Хонкулов У. Математические модели установившихся и неустановившихся режимов параллельной работы синхронных электродвигателей крупных насосных станций // Высокие технологии и развитие высшего технического образования в XXI веке: Труды 2-й междунар. науч.–техн. конф., 27- 28 апреля 2004 г. – Ташкент, 2004. – С. 286.
4. Хонкулов У. Регулирование возбуждения параллельно работающих синхронных электродвигателей насосных агрегатов // Проблемы энерго–и ресурсосбережения. – Ташкент, 2005. –№ 1. – С. 20–24.

УДК 626.84

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ПУТЕМ РАЗЛИЧНЫХ ОДОСБЕРЕГАЮЩИХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

З.И. Цой
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Has been Conducted study on the detering water components of soil on the cotton when furrowition watering.

Проводились изучения водоудерживающих компонентов почвы на хлопчатнике при бороздковом поливе.

Эгат бўйлаб суғоришда ғўзада тупроқнинг сув соқлаб турувчи таркибий қисмларини ўрганиш бўйича ишлар олиб бордик.

В настоящее время одним из слабых звеньев в производственном процессе орошаемого земледелия является полив, особенно при выращивании хлопчатника. Применяемая техника полива хлопчатника имеет ряд существенных недостатков, одним из которых является то, что часть воды уходит на сброс, пополняя грунтовые воды. Некачественные поливы вызывают неравномерное увлажнение почв на поливных участках.

Возрастающий дефицит оросительной воды в республике вынуждает проводить работы по поиску водосберегающей технологии.

При поливах хлопчатника необходимо следить за тем, чтобы вода равномерно распределялась по всему орошаемому полю. Это – первое, основное требование правильного полива. Второе, не менее важное требование заключается в том, чтобы оросительная вода не нарушала структуру пашни, созданную предшествующими агротехническими мероприятиями

Нами проводилось изучение возможности широкого применения органических веществ в качестве водоудерживающих компонентов почвы при бороздковом поливе на хлопчатнике.

В качестве объекта исследований были использованы земли фермерского хозяйства «Джахангир» Чиназского района Ташкентской области на посевах хлопчатника сорта С-6524.

Водно-физические и агрохимические свойства почвогрунтов определялись по общепринятым методикам в полевых и лабораторных условиях и с помощью химического анализа отобранных образцов почвы.

Наблюдения за влажностью почвы проводились термостатно - весовым способом.

Фенологические наблюдения проводились по методике УзНИИХИ, а режим орошения по методике института «Узсувлойха».

В течение вегетационного периода 2009 г. в хозяйстве было проведено 3 вегетационных бороздковых полива и 3 полива на участках с внесением водоудерживающих компонентов: бентонит (в дозе 5 кг/м^2) и шарбат (в дозе 10 кг/м^2). Разработана схема проведения эксперимента при бороздковом поливе хлопчатника. Осуществлен контроль за сроками и качеством проведения всех агротехнических мероприятий, проведен цикл наблюдений за режимом орошения на опытных участках, проведены наблюдения за ростом, развитием и плодообразованием хлопчатника, дана агротехническая и экономическая оценка использования различных водосберегающих агротехнических приемов.

По литературным источникам (Д. Тунгушева) в Ташкентской области внесение бентонитовых глин и глауконитовых песчаников месторождения Болгалы значительно повышает водоудерживающую способность почв.

Исследователи (Р. Назаров, Д. Тунгушева, Е. Белоусов) считают, что при применении бентонитовых глин нормой 750-3000 кг/га дополнительный урожай в полевом опыте за 2000 год составил 3,2-3,4 ц/га.

В работах УзНИИХ (Г.А. Безбородов, Ю.Г. Безбородов и др.) в Сырдарьинской области в фермерском хозяйстве готовили с осени компост (аммиачная селитра+навоз+солома) и ранней весной вносили в почву. При внесении навозной жижи получили увеличение урожая хлопка-сырца на 4 ц/га по сравнению с обычным фоном внесения удобрений.

Вместе с тем следует отметить, что для поддержания бездефицитного баланса гумуса УзНИИХ рекомендует на третий год выращивания хлопчатника, после распашки люцерны под зябь, вносить 40 т/га навоза. Однако в настоящее время такой возможности нет, и поэтому на землях, освободившихся после уборки урожая озимых зерноколосовых культур, рекомендуется выращивать однолетние бобовые и зерноколосовые культуры, такие как маш, соя, озимый горох.

Разработан режим орошения (поливная и оросительная нормы) при использовании различных водосберегающих агротехнических приемов. Поливная норма до цветения 446 м^3/га, в фазу цветения-плодообразования – 875 м^3/га, в фазу созревания - 621,0 м^3/га. Необходимо отметить, что при бороздковом поливе указанные поливные нормы вносятся в несколько приемов: 1 полив - в фазу до цветения, без учета влагозарядки и 2 полива - в фазу цветения-плодообразования. Итого 3 полива. На варианте шарбат при внесении в борозды 10 кг/га оросительная норма составила 1763 м^3/га, при первом поливе поливная норма равна 594 м^3/га, в фазу начало цветения-плодообразование - 615 м^3/га, в конце плодообразования при третьем поливе - 553 м^3/га. На участке с бентонитом при закладке опыта 5 кг/м^2 оросительная норма составила 1706 м^3/га, а поливная норма при первом поливе составила – 437 м^3/га, при втором массовом цветении – 806 м^3/га, при третьем поливе – 463 м^3/га.

Следует отметить, что из-за нехватки воды и поломки насоса, все участки поливались недостаточно. Поэтому поливные нормы при первом поливе были занижены, и в сумме это отразилось на показаниях оросительных норм. Фактический урожай на бороздковом поливе (контроль) составил 24,7 ц/га, а с водоудерживающими

компонентами на варианте бентонит составил -26,5 ц/га и шарбат - 8,3 ц/га. Увеличение урожая хлопка - 2-4 ц/га по сравнению с бороздковым поливом.

Результаты поливов хлопчатника при применении различных агротехнических приемов

Варианты	Дата и № полива	Влажность почвы в % в.с.п.		Поливная норма, $м^3$/га	Расход воды ($м^3$/га) на:			
		до полива	после полива		увлаж-нение	филь-трацию	сброс	испа-рение
Бороздко-вый полив	16.06 1	9,5	13,6	446	294,4	35,7	53,5	62,44
	07.07 2	10,0	18,1	875	568,7	71,8	107,6	126,9
	11.08 3	11,65	20,5	621	405	52,8	77,0	86,3
Бентонит 5 $кг/м^2$	16.06 1	8,6	12,4	437	286	35,4	52,9	62,5
	07.07 2	10,7	18,0	806	525	67,7	96,7	116,9
	11.08 3	7,5	16,5	463	303	37,0	57,9	64,8
Шарбат 10 $кг/м^2$	16.06 1	12,3	17,8	594	389	49,3	73,1	82,56
	07.07 2	10,6	16,0	615	400	51,6	76,3	87,3
	11.08 3	13,3	17,4	553,5	363,5	44,3	66,42	79,7

Давая общую агроэкономическую оценку водоудерживающим компонентам шарбат и бентонит, в сравнении с поливом по бороздам, отметим следующее:

1. Экономия воды на варианте бентонит составляет 236 $м^3$/га и на участке с вариантом шарбат – 179 $м^3$/га.
2. Фактический урожай хлопка-сырца на шарбате - 28,3 ц/га, что выше на 4 ц/га, на бентоните - 26,5 ц/га урожая (увеличение – 2 ц/га).
3. Внесение шарбата в дозе 10 $кг/м^2$ улучшает плодородие почвы.
4. При внесении бентонита наблюдается уменьшение водной эрозии.
5. Применение различных водосберегающих агротехнических приемов приводит к повышению эффективности использования оросительной воды.
6. Водоудерживающие компоненты бентонит и шарбат увеличивают качество урожая хлопка-сырца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безбородов А.Г. Влияние мульчирования почвы в междурядьях хлопчатника на элементы агроценоза хлопкового поля //Agro Ilm.- 2009- № 2(10). – С.4-6.
2. Безбородов А.Г. Возделывание хлопчатника с переменными междурядьями и мульчированием почвы // Agro Ilm.- 2009- № 1(9). – С.4-6
3. Тунгушева Д. Применение агроруд в Ташкентской области // Agro Ilm.- 2008 - № 4(8). – С.13-14.
4. Назаров Р., Тунгушева Д., Белоусов Е. О последствии длительного внесения бентонитовых глин и глауконитов на плодородие почвы и урожайность растений // Agro Ilm.- 2008.- № 3(7). – С.4-6.
5. Безбородов А.Г. Водосберегающая технология полива сельскохозяйственных культур в фермерских хозяйствах. М: Агро-Инвест-Принт- 2007 - С.126
6. Безбородов А.Г. Водосберегающая технология полива пропашных культур по мульчированным бороздам. - М: Русь 2005. С.418

УДК 502.654

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ МИГРАЦИИ ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ В РЕКАХ УЗБЕКИСТАНА (НА ПРИМЕРЕ СУРХАНДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ).

Э.И. Чембарисов, А.Б. Насрулин, Т.Ю. Лесник
ИВП АН РУз

Article is devoted studying of a modern condition on migration of polluting substances of the rivers of Uzbekistan. The carried out monitoring of water objects of this system has allowed to state an estimation of anthropogenous influence on reservoirs for the purpose of their preservation and savings as national property of Republic Uzbekistan

Статья посвящена изучению современного состояния миграции загрязняющих веществ в реках Узбекистана. Проведенный мониторинг водных объектов этой системы позволил дать оценку антропогенного воздействия на водоемы с целью их сохранения и сбережения как народного достояния Республики Узбекистан

Ушбу тизимининг сув объектларни мониторингни утказилиши Узбекистон Республиканинг халк бойлиги сифатида уларни мухофаза килиш ва саклаб колиш максадида сув хавзаларига антропоген таъсирини бахолашга имкин берди.

Центральная Азия в физико-географическом отношении представляет собой единую территорию, и это единство обеспечивается в первую очередь двумя главными речными системами Амударьи и Сырдарьи. Водные ресурсы этих крупнейших рек, их распределение в пространстве и во времени является важнейшим определяющим фактором, влияющим на экосистему и экологию региона. С распадом СССР границы бывших союзных республик превратились в государственные границы. При этом зоны формирования и рассеивания стока главных водных артерий региона оказались по разные стороны границ. С экологической точки зрения это означает, что изменились как источники и потоки загрязненных водных ресурсов, так и места их аккумуляции в зонах основного водопотребления, оказавшихся на территории различных государств.

С другой стороны, в пределах Республики Узбекистан имеются также и самостоятельные крупные речные бассейны, такие как бассейны Чирчика, Кашкадарьи, Зарафшана и Сурхандарьи. Таким образом, изучение закономерностей миграции легкорастворимых солей и загрязняющих веществ в поверхностных водах имеет большое как научное, так и практическое значение.

Исследования последних лет показали, что гидрохимический режим поверхностных вод изменяется под влиянием физико-географических факторов (в первую очередь климатических) и антропогенных факторов (сельское хозяйство, эксплуатация ирригационных сооружений и промышленности) [1-4]. Это позволяет сделать вывод о необходимости фундаментальных исследований по выявлению закономерностей изменения гидрохимического режима поверхностных вод Узбекистана с учетом современных условий и накопленного в лаборатории гидрохимии банка данных.

Лаборатория гидрохимии ИВП АН РУз в рамках фундаментальной темы: «Выявление закономерностей миграции легкорастворимых солей и загрязняющих веществ в поверхностных водах крупных речных бассейнов Узбекистана» провела анализ изменения химического состава и характера степени загрязнения поверхностных вод в пределах различных частей (зон, области) крупных речных бассейнов. На первом этапе было изучено состояние бассейна р. Сурхандарьи.

Согласно принятому методическому подходу системное картографирование состояния засоления и загрязнения водно-земельных ресурсов речных геосистем имеет следующие этапы:

1-й этап: составляются карты «пластики рельефа» на основе топографических карт с привлечением аэрокосмических материалов. Верхняя часть речных бассейнов (горная территория) по структуре отличается от равнинной части. Обычно в пределах крупного речного бассейна по структуре выделяются три зоны (области): а) горная часть бассейна, характеризуется выносом твердого и химического стоков; б) промежуточная транзитная зона; в) конусы выноса дельты рек, они характеризуются как зоны аккумуляции твердого и химического стоков.

2-й этап: составляются карты систем земной поверхности, на которых выделяются различные подсистемы. Отличие карты систем земной поверхности от геоморфологических состоит в том, что подсистемы обычно имеют своеобразную «древовидную» форму и естественную границу. Например, границами подсистем в дельтовых территориях служат крупные межрусловые понижения и контактные зоны между ними. Изучение водно-солевого режима контактных зон имеет большое практическое значение, так как здесь обычно проходят коллекторно-дренажные сети с определенной степенью и типом минерализации.

3-й этап: изучаются связи упорядоченного изменения состояния засоления (или загрязнения) водно-земельных ресурсов с выявленными структурами земной поверхности в виде различных геохимических и гидрохимических карт.

В итоге проведенных исследований показано, что исследование взаимосвязи степени и типа минерализации поверхностных вод, степени и типа засоления почв с выделенными структурами различных частей речных бассейнов позволяет изучить их закономерные изменения в пространстве и времени.

Сущность метода «пластики рельефа» заключается в выделении на топографических картах двух основных элементов рельефа местности - относительных понижений и повышений (базовых контуров), или же в логическом и графическом преобразовании информации о рельефе земной поверхности по сформированному цензу на топокарте с целью выделения положительных и отрицательных форм рельефа с использованием при этом космоснимков (космоснимки взяты из системы Google).

В результате преобразовании структуры изображения топокарты составляется карта пластики рельефа (рис. 1). Последняя является самостоятельной картой, по которой решается ряд задач, поэтому она может служить основой для картографирования явлений, тесно коррелирующих с рельефом.

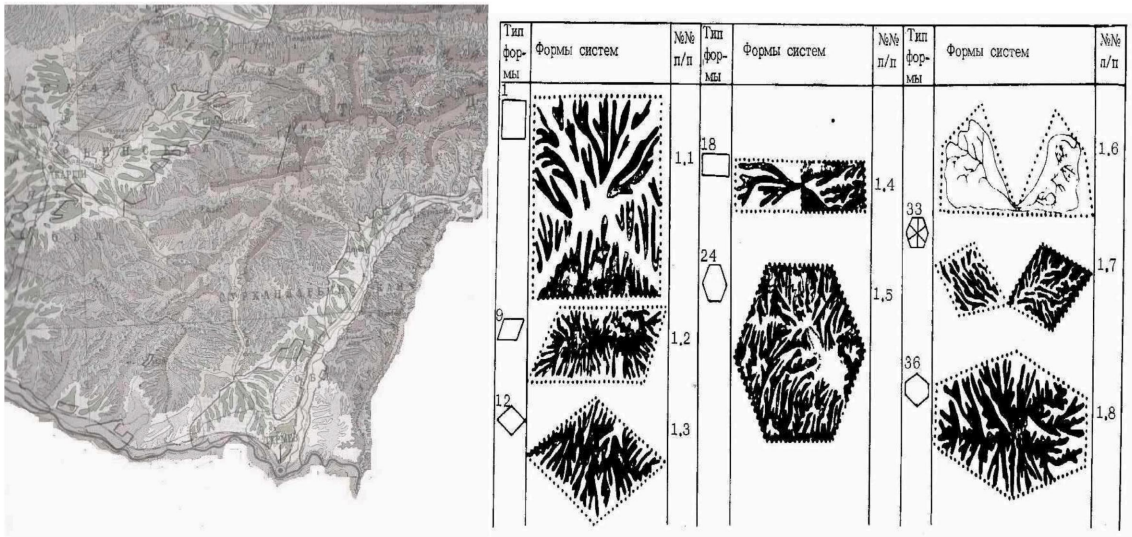


Рис. 1 - Выявление с помощью метода «пластики рельефа» особенностей распределения направлений водных потоков бассейна р. Сурхандарьи.

Условные обозначения: 1.1- квадрат, 1.2- косой параллелограмм, 1.3- ромб, 1.4- прямоугольник, 1.5- правильный шестиугольник, 1.6 и 1.7- части шестиугольника, 1.8- неправильный шестиугольник.

Во внутренней организации (структуре) геосистемы бассейна р. Сурхандарья существует определенная иерархическая соподчиненность составных частей: система делится на подсистемы различного порядка (или уровня), которые, в свою очередь, делятся на элементы.

При анализе карты пластики рельефа Сурхандарьинской области были выявлены все эти макроэлементы рельефа; была проведена классификация форм субсистем рельефа, учитывая, что согласно общеизвестной методике И.Н. Степанова [5] существует всего 8 типов геосистем, то субсистем - уже 48.

Выделение поверхностных потоков основывается на методических рекомендациях И.Н Степанова [6].

На каждой топооснове по Сурхандарьинскому бассейну устанавливали общий уклон территории, главные водные артерии, места концентрирования стоков. Была использована гипсометрическая схема, которая значительно помогла в решении задачи. Затем проводили водоразделы и тальвеги, выделяя тем самым бассейны разного порядка, их склоны. Водораздельная линия и тальвеги проводятся строго по горизонталям, т.е. через точки наибольшей кривизны выпуклого и вогнутого участка кривой.

Одновременно произвели морфометрический анализ с обозначением крутых склонов, резкой смены уклона. Эта граница проводится по горизонтали на повышении, по разные стороны которой заложение сильно различается, и ставят на ней штрихи в сторону понижения ската. Выделение участков с различными уклонами позволяет выявить особенности каждого склона, обозначить террасы, отбить подошвы холмов.

Как видно из рис. 1, на карте выделяются различные формы макроэлементов рельефа, как для гор, так и для равнин. С помощью вышеуказанной классификации на исследуемой территории выделяем геометрические формы рельефа с учетом направлений потоков поверхностной воды. Ясно просматривается симметрия «листка» равнинных территорий, есть также симметрия «конусов» горных территорий.

На карте пластики рельефа Сурхандарьинской области, четко выделяются флювиальные формы– русловые потоки, очень незначительно - эоловые формы (пески серповидные, ячеистые, пирамидальные и т.п.); широко представлены в южной части области различные формы орошаемых полей, даже сохранились небольшие участки древнего орошения, небольшие ячеи от ручного труда, с квадратной, гексагональной, ромбовидной симметрией и симметрией косого параллелограмма, отражающих освоение массива бассейна рек Шерабада и Сурхандарьи.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что в качестве устойчивых и целостных пространственных систем можно принять бассейны рек (водотоков), включая горную водосборную и подгорную аккумулятивно-дельтовую части. В таких системах существуют функциональные (геоморфологическая, геохимическая, гидрологическая, гидрогеологическая и энергетическая) связи между горными и подгорными их частями.

Речные бассейны формируют геосистемы, целостность которых определяется устойчиво выраженными горизонтальными связями, осуществляемыми движущимися потоками воды. В горной части бассейна в результате стекания многочисленных водотоков в единый происходит концентрирование потока и его энергии. В дельтовой части, наоборот, последовательное рассредоточение потока и его энергии до полного затухания.



Рис. 2 - Корректировка влияния макрорельефных структур на примере Южно-Сурханского водохранилища.

Космические снимки используют для общего ознакомления с территорией, выявления и обнаружения кольцевых структур, древних эрозионных форм большой протяженности, разломов разного порядка, сухих русл рек. Космический снимок отражает интегральную картину растительного, почвенного покрова, рельефа, гидрологической и гидрогеологической обстановки. В первую очередь по космическим же снимкам производится районирование территории с помощью карты пластики для выделения структурных единиц. Кроме того, поскольку космоснимки все же содержат информацию больше топографического характера, то они используются также для корректирования топографической ситуации.

Построенное в 1962-1967 гг. Южно-Сурханское водохранилище с общим объемом почти 800 млн $м^3$ имеет решающее влияние на режим бассейна р. Сурхандарья. Здесь явно выявляется ассиметричная форма макрорельефа.

Главная информация, зафиксированная на карте пластики - это выпуклые и вогнутые формы рельефа. Таким его формам на местности соответствуют автономные и подчиненные (в гидрологическом, гидрогеологическом, литологическом, геохимическом и почвенном отношении) поверхности.

Последний этап исследования - выявление взаимосвязи с гидрохимическими показателями миграции легкорастворимых солей и загрязняющих веществ.

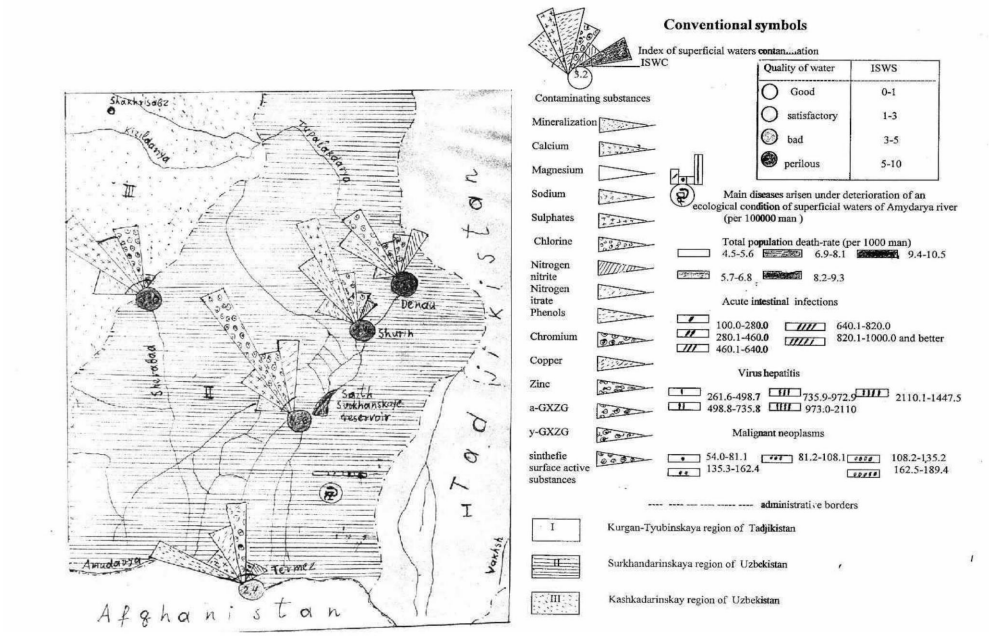


Рис. 3 - Анализ гидрохимических данных по речным створам для оценки засоления территории речного бассейна р. Сурхандарьи.

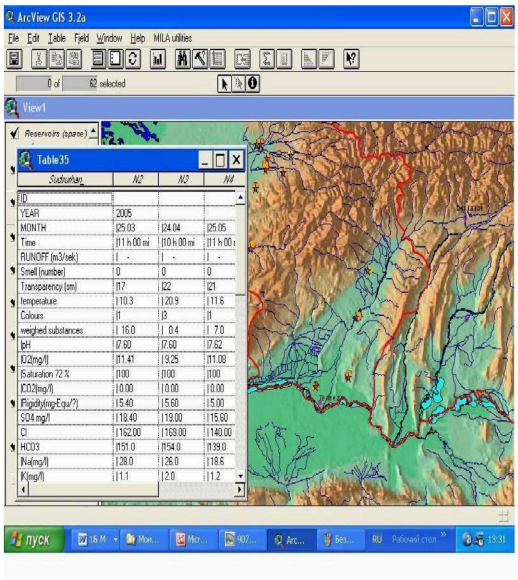


Рис. 4 - Цифровая гидрохимическая карта Сурхандарьинской области.

Для исследований была использована цифровая гидроэкологическая карта Узбекистана совместно с банком гидрохимических данных за 1980-2008 гг. по речным водам Узбекистана, составленная на основе ГИС-технологий (рис. 4).

Согласно имеющимся данным, полученным в лаборатории гидрохимии ИВП АН РУз, химический состав коллекторно-дренажных вод в верховьях бассейна реки Сурхандарьи в большинстве случаев сульфатно-хлоридно-натриево-кальциево-магниевый, подобный состав воды с увеличением доли этих ионов наблюдается и в среднем и нижнем течении реки. В низовьях р. Шерабад состав воды становится сульфатно-хлоридно-натриево-магниевым. Минерализация дренажно-сбросных вод в целом по области невысокая и мало меняется внутри года. В большинстве районов северной зоны ее значение не превышает 1,5 г/л, в южной зоне уровень минерализации коллекторных вод значительно выше, среднегодовая величина их минерализации составляет 2,8 г/л.

В дальнейшем планируется на базе имеющихся данных произвести прогноз минерализации и химического состава речной воды Сурхандарьиской области.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Насрулин А., Чембарисов Э., Лесник Т. Опыт использования методики гидроэкологического мониторинга качества вод рек Узбекистана с использованием ГИС-технологий // Экологический вестник. – 2007. - № 8. – С. 21-23.

2. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю., Шодиев С.Р. Метод оценки закономерностей динамики легкорастворимых солей орошаемых массивов по гидрохимическим данным речных створов // Экологический вестник. – 2007. - № 3. – С. 35-36.

3. Насрулин А.Б., Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю. Опыт использования географических информационных систем при изучении качества поверхностных вод бассейна Аральского моря // «Роль молодежи в развитии научных исследований для водного хозяйства и мелиорации земель»: Материалы Респ. научно-практ. конф., посвященной «Году молодежи» (23 декабря 2008 года, Ташкент). – Ташкент, 2008. – С. 84-89.

4. Насрулин А.Б, Чембарисов Э.И, Лесник Т.Ю. Опыт исследования миграции легкорастворимых солей и загрязняющих веществ в поверхностных водах крупных речных бассейнов Узбекистана // Материалы Респ. научно-практ. конф. «Проблемы и

задачи целевого и эффективного использования водных ресурсов фермерскими хозяйствами», (23 декабря 2009 г.). - Ташкент, 2009. – С. 23-28.

5. Степанов И.Н. и др. Явления периодической повторяемости сходных геоморфологических ситуаций // Доклады АН СССР. – 1982. - Т. 262, № 5.

6. Временная методика по составлению карт пластики рельефа крупного и среднего масштабов / Ин-т почвоведения АН СССР. – Пущино-на-Оке, 1984.

УДК:529.71:631.587

ГЕЛИОКЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (НА ПРИМЕРЕ СЫРДАРЬИНСКОГО ВИЛАЯТА)

Е. Шерматов, Л.П. Пейдо, Д.Х. Кучкарова,
ИВП АН РУз

In accordance with the article, There has been found out empirical correlation between winter wheat crop capacity and emission power of the sun based on example of Sirdarya region.

В статье, на примере Сырдарьинского вилоята найдена эмпирическая зависимость (уравнение) урожайности озимой пшеницы от мощности излучения Солнца.

Мақолада, Сирдарё вилояти мисолида, кузги буғдой ҳосилдорлигини Қуёшнинг қувватига боғловчи функционал тенглама топилди.

Важнейшими факторами жизни растений являются питательные вещества, свет, тепло и влага. Однако не все эти факторы ежегодно имеются в оптимуме, что не дает возможности постоянно получать высокую и устойчивую урожайность сельскохозяйственных культур.

Значительные колебания урожайности озимой пшеницы, ценнейшей продовольственной культуры Республики Узбекистан, по годам зависят в основном от условий зимовки и влагообеспеченности. В благоприятные по этим факторам условиям годы урожайность технических культур бывает очень высокой (табл.1)

Таблица 1 - Динамика урожайности зерновых культур в Сырдарьинской области (по данным ОГГЭ)

Годы	Мощность излучения солнца за ионосферой, Вт/м^2	Фактическая урожайность зерновых, ц/га	Расчетная урожайность зерновых, ц/га	Квадрат ошибки или дисперсия
1	2	3	4	5
1993	1367,1	13,7	17,8	16,80
1994	1366,9	16,4	17,0	0,36
1995	1368,3	27,0	22,4	21,16
1996	1366,3	16,5	14,6	3,61
1997	1368,5	16,7	23,2	42,25
1998	1367,5	16,6	19,3	7,29
1999	1368,5	21,5	23,2	2,89
2000	1369,1	19,7	25,5	36,0
2001	1369,5	-	27,1	
2002	1368,7	26,9	24,0	8,41

Разработка методики оценки агроклиматических условий формирования урожайности озимой пшеницы, а в особенности, разработка комплексного агроклиматического показателя представляет большую трудность, так как развитие

озимой пшеницы можно разделить на три периода. Каждый из этих периодов в отдельности - осенний, зимний и весенне-летний - играют большую роль в формировании урожайности. Поэтому оценка агроклиматических условий для озимой пшеницы проводится отдельно по трем периодам, с выявлением их особенностей. При этом очень важна разработка комплексного агроклиматического показателя оценки условий формирования урожайности, который рассчитывается в соответствии с учетом влияния всех трех периодов

Ряд исследователей изучали водобеспеченность озимой пшеницы, в зависимости от засух, разрабатывали их количественные критерии, а также составляли каталоги засух (А.М. Алпатьев, Н.В. Бова, О.А. Дроздов, В.М. Обухов, А.М. Обухов, Д.А. Педь, Ю.Л. Раунер, А.И. Руденко. Г.Т. Селянинов, Е.С. Уланова и др.).

Согласно проведенным этими специалистами исследованиям выделяют три типа засух: атмосферную, общую и почвенную.

1. Атмосферную засуху оценивают по отношению суммы осадков к испаряемости. Испаряемость учитывается косвенно по сумме температур или по дефициту влажности воздуха.

2. Атмосферные засухи оценивают по сумме осадков выраженных в процентах к средней многолетней (климатической норме). Наиболее удобным показателем для оценки атмосферных засух за многолетний период является гидротермической коэффициент Селянинова:

$$ГТК = \sum 0 / 0{,}1 \sum t, \qquad (1)$$

где $\sum 0$ - сумма осадков за требуемый период

$\sum t$ - сумма температуры за тот же период

(Оценка должна быть за период не менее месяца).

3. Для оценки общих засух (атмосферных и почвенных) ряд исследователей вводят в коэффициенты увлажнения, наряду с осадками и температурой воздуха, запасы продуктивной влаги пахотного слоя почвы (М.С. Кулик) и метрового слоя почвы весной (Н.В. Бова, Е.С. Уланова и др.).

$$K_1 = \frac{W_B + \sum 0_{V-VI}}{0{,}01 \sum t_{V-VI}}, \qquad (2)$$

где W_B - запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы во время устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 5^0С весной, мм;

$\sum 0_{V-VI}$ - сумма осадков за май–июнь, мм;

$\sum t_{V-VI}$ -сумма средних суточных температур воздуха за май-июнь.

Коэффициенты предложенные Е.С.Улановой для черноземных и каштановых почв отражают связь урожайности озимой пшеницы с агроклиматическим показателем К, состоящим из двух составляющих $К_у$ и $К_б$..

$К_у$ - характеризует агроклиматические условия формирования урожайности озимой пшеницы за весенне-летний период, $К_б$ -показатель конечной биологической продуктивности озимой пшеницы (биомассы) с учетом осенне–зимних условий. Эти показатели рассчитывают по следующим формулам:

$$K_y = \frac{W_B + R_{BC}}{0{,}01 \sum t_{BC}}, \qquad (3)$$

где W_B – запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в декаду возобновления вегетации озимой пшеницы весной, мм;

R_{BC} - сумма осадков от возобновления вегетации озимой пшеницы весной до восковой спелости, мм;

$\sum t_{BC}$ - сумма средних суточных температур воздуха (выше 5^0C) от возобновления вегетации весной до восковой спелости:

$$K_{б} = 0{,}001 r_{KC} H \,, \qquad (4)$$

где r_{KC} - число колосоносных стеблей озимой пшеницы на 1 м^2 в фазу восковой спелости:

H – конечная высота озимой пшеницы, см.

Агроклиматический показатель K является комплексным показателем характеризующим весенне-летние условия и окончательного состояния озимой пшеницы, которое характеризуется, главным образом, числом колосоносных стеблей в период созревания и конечной высотой озимой пшеницы, т.е.,

$$K = K_1 + K_2 = \frac{W_B + R_{DC}}{0{,}01\sum t_{BC}} + 0{,}001 r_{KC} H \,, \qquad (5)$$

Число колосоносных стеблей является хорошим показателем степени благоприятности осенне–зимних условий. Изреженность озимой пшеницы зимой, в первую очередь, определяет число колосоносных стеблей в будущем.

Вышеприведенные формулы разработаны для России, Украины и Казахстана.

Для Сырдарьинского вилоята на основе табл. 1 нами разработана и найдена эмпирическая зависимость урожайности зерновых культур от мощности излучения Солнца. Следует отметить, что при нахождении солнечно–земных связей использовалась стандартная программа по статистике. Средняя урожайность зерновых культур вилоята может быть рассчитана по следующей формуле:

$$У = 3{,}87Р - 5283{,}5038 \pm 5, \qquad (6)$$

где *У*- средняя урожайность по вилояту, (ц/га);

Р- среднегодовая мощность излучения Солнца Вт/м^2 за ионосферой; 3,87; 5283, 5038 – постоянные параметры уравнения взаимосвязи;

$\pm$5 – доверительный интервал.

На основе формулы (6) рассчитаем и заполним графу 4 таблицы 1, и рассчитаем квадрат ошибки уравнения (6). В том случае, если квадрат ошибки меньше 10 ц/га сортируем вариационный ряд и по стандартной программе находим окончательное уравнение солнечно-земной связи, где теснота взаимосвязи равно R=0,8806

$$У = 4{,}0775\ Р - 5556{,}7274 \pm 4{,}1\ \text{ц/га} \qquad (7)$$

Обозначения и цифры приведены в формуле (6).

Вывод. Для определения агроклиматических условий формирования урожайности озимой пшеницы, необходимы эксперименты с учетом уровня культуры земледелия вилоятов, а также мелиоративного состояния орошаемых земель.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Уланова Е.С. Методы оценки агрометеорологических условий и прогнозов урожайности зерновых культур. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988.

2. Епанечников В.А, Цветков А.Н. Справочник по прикладным программам для микрокалькуляторов. - М.: Финансы и статистика, 1988.

УДК:529.71:631.587

ВЛИЯНИЕ НЕСПЛАНИРОВАННОГО РЕЛЬЕФА НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА

Е. Шерматов, М.А. Якубов, Д.Х. Кучкарова
Институт Водных проблем АН РУз

In the article impact of not flattened area of irrigating field on growth of cotton plant is showed in observations.

В статье по экспериментальным наблюдениям показано влияние неровности поверхности орошаемого гектара на рост и развитие хлопчатника.

Мақолада суғориладиган дала юзасининг нотекислигини пахтани ўсиб ривожланишига таъсири кўрсатилган.

Правильное орошение предъявляет особые требования к выровненности полей.

Для культур орошаемых бороздковым способом или напуском по полосам (хлопчатник), необходима наклонная поверхность с выровненным уклоном или с небольшими отклонениями от общего среднего уклона, но без обратных уклонов (Костяков, 1953). Нарушение этих требований вызывает снижение урожайности культур.

Большинство исследователей объясняют снижение продуктивности культуры неровностями рельефа, вызывающими, прежде всего, нарушения режима почвенной влажности и питания. Нами проведены фенологические наблюдения в конце вегетации хлопчатника на участке № 5 совхоза им. Г. Гуляма Сырдарьинской области (табл. 1), , а также выполнен химический анализ содержания хлора в листьях хлопчатника (рис 1; табл. 2).

Исследование влияния неспланированности поверхности земли на формирование кустов хлопчатника выполнено методам корреляционного анализа (математической статистики по стандартной программе).

Таблица № 1 - Наземное обоснование формирования кустов растений

№ п/п	Номер участка	Условная отметка поверхности земли, м .	Разница, отметки поверхности земли от среднего, см	Сумма ионов от веса на 100 г почвы, в %	Сухая фитомасса отдельных органов хлопчатника, в граммах (на конец вегетации)		
					Вес растения	Вес листьев	Вес коробочек
1	2	3	4	5	6	7	8
1	У-5	300,37	0,0	0,043	83,63	20,66	30,06
2	У-5	300,28	-0,091	0,024	32,92	16,85	8,84
3	У-5	300,23	-0,14	0,035	66,19	17,66	16,57
4	У-5	300,20	-0,17	0,031	39,49	11,96	4,07
5	У-5	299,89	-0,48	0,045	22,56	6,57	4,85
6	У-5	299,94	-0,43	0,038	59,91	12,04	31,64
7	У-5	300,50	0,13	0,021	67,50	15,84	10,71
8	У-5	300,43	0,06	0,042	72,13	14,96	19,69
9	У-5	300,00	-0,37	0,036	116,52	13,42	59,88
10	У-5	300,20	-0,17	0,043	76,32	18,90	32,90
11	У-5	300,67	0,30	0,020	150,05	43,68	25,01
12	У-5	300,54	0,17	0,042	91,40	23,42	31,61
13	У-5	300,43	0,06	0,035	88,01	20,51	24,01
14	У-5	300,35	-0,02	0,032	87,79	16,94	48,20
15	У-5	300,33	-0,04	0,029	64,81	14,12	36,18
средняя		300,37			76,68		

Статические методы позволили выявить уравнение, которое показывает, что неспланированность поверхности земли существенно влияет на рост и развитие хлопчатника, (формула 1). Теснота связи *R=0,8352*.

$$СМР=186,3125h-55887,395\pm28,21\ гр. \quad (1)$$

где *СМР* - сухая фитомасса хлопчатника, в граммах;
h-условная отметка поверхности земли, м;
186,3125; 55887,395-постоянные параметры уравнения связи;
28,21- доверительный предел уравнения.

Результатами исследований подтверждается, что на формирование куста хлопчатника на засоленных землях влияют: неспланированность поверхности земли; агротехнические приемы; режим орошения; режим питания; мелиоративное состояние земель. В то же время можно утверждать, что в фотосинтетической деятельности растительного покрова (РП) хлопчатника листовая поверхность играет основную роль, т.е. она является приемником всей поглощенной солнечной энергии и на долю листьев приходится 80-90 %.

Лист, как растущий и развивающийся орган растений (в цикле онтогенеза), и рост и развитие растения, как целостного организма, подчиняются в ходе онтогенеза своим внутренним законам, а рост и развитие листьев имеет специфический ход в течение вегетационного периода.

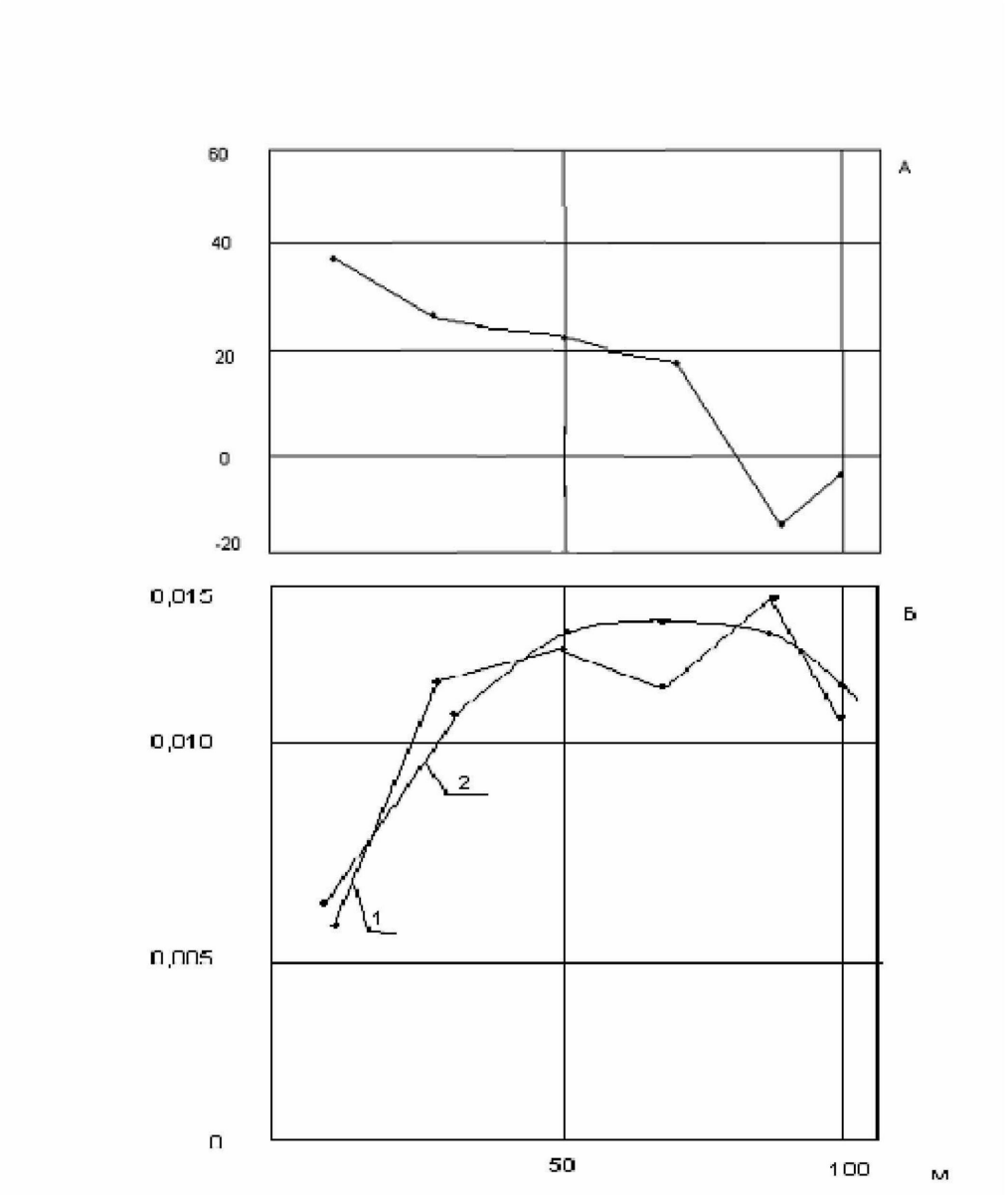
На ход роста и развития листьев влияют высокие внешние концентрации анионов и катионов, которые находятся в почвенных растворах засоленных почв.

Нами рассмотрены 5 типов зависимости с 1 по 4 листовой поверхности хлопчатника от суммы токсичных солей в почве. Значения коэффициентов корреляции в убывающем порядке их величин показывают активность соответствующих ионов и катионов. Знак минус при коэффициенте корреляции отражает отрицательное влияние ионов на рост и развитие листовой поверхности.

I Ca>-Cl>K>-Na>N>Mg>P
II Ca>- N> Cl>Mg>P >K>-Na
III Mg> K> Na> N>Ca>Cl> P
IV Cl>K>Na >Ca>Mg>-N>- P
V Ca>Mg >Cl>-K>Na>N >P

Таблица 2 - Коэффициент корреляции между площадью листовой поверхности хлопчатника от анионного и катионного состава и в листьях растений

Номер кривой	В листьях растений						Уравнение эмпирической связи
	1	2	3	4	5	6	
I	Na -0,44	Mg/Ca -0,39	Ca 0,31	K -0,24	Mg -0,21	P 0,12	$\sum m.c. = 0.91e - 1{,}5 \cdot 10^{-4} S$
II	Na -0,506	Mg/Ca 0,269	Mg/Ca 0,187	P 0,08	K 0,045	Ca 0,006	$\sum m.c. = 1.16e - 4.8 \cdot 10^{-4} S$
III	Mg 0,60	Mg/Ca 0,59	P 0,48	Ca -0,128	K -0,124	Na 0,028	$\sum m.c. = 0.85e - 5{,}2 \cdot 10^{-4} S$
IV	Mg 0,51	Mg/Ca 0,48	Na -0,46	P 0,40	K 0,25	Ca 0,06	$\sum m.c. = 0.55e - 6{,}12 \cdot 10^{-4} S$
V	P 0,78	K -0,21	Ca 0,15	Mg 0,10	Na -0,047	Mg/Ca 0,041	$\sum m.c. = 0.489e - 1{,}13 \cdot 10^{-4} S$



Расстояние от начала борозды

Рис. 1 - Относительная отметка поверхности земли (*А*) и содержание хлора в листьях хлопчатника (*Б*)
1 -экспериментальная линия, 2 - кривая регрессии

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$$

$$a_0 = 3{,}776 \cdot 10^{-3}$$

$$a_1 = 2{,}875 \cdot 10^{-4}$$

$$a_2 = -2 \cdot 10^{-6}$$

Выводы

- Формирование куста хлопчатника является результатом физиологического развития и хозяйственной деятельности, так как по фазам роста и развития растений формируется окончательный урожай поливного гектара, ц/га.
- Урожайность орошаемого гектара зависит от многих факторов и в общем виде функция урожайности орошаемых земель имеет вид:

$$y = f(x_1, x_2 \ldots x_n)$$

где: y -урожайность

$x_1, x_2 \ldots x_n$ - факторы, влияющие на урожайность

При оценках желательно учитывать классификацию засоленности почв по содержанию анионов и катионов в листьях растений, например по хлору.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Костяков А.Н. Вопросы мелиорации земель в районах хлопководства // Хлопководство – 1953. - № 12.

2. Цой В.К. Агромелиоративная и экономическая оценка плодородия орошаемых земель зоны хлопководства в связи с капитальной планировкой. – Ташкент: Фан, 1985.

3. Шерматов Е. Использование дистанционной информации для оперативного контроля засоленности орошаемых земель и прогноза урожайности хлопчатника (на примере Голодной степи и низовий Амударьи). – Ташкент, 1991.

УДК 529.71:631.587

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ

Е. Шерматов, М.А Якубов, Д.Х. Кучкарова
ИВП АН РУз

В статье приводятся общие принципы оценки динамики засоления почв.

In the article main assessing methods of salinity dynamics of sail are showed.

Мақолада тупроқ шўрланишини ўзгарувчанлигини баҳолаш услублари кўрсатилган

Общие принципы

Оценка динамики засоления является важным этапом в создании системы его мониторинга.

Нами предложено проводить оценку динамики засоления путем сопоставления кондиционных материалов солевых съемок разных лет исследования. Такой подход имеет определенную ограниченность, что позволяет достаточно точно определить направленность процесса, но не дает возможность оценить его интенсивность.

Изучение изменения засоления орошаемых почв позволяет проследить их динамику за длительный многолетний период времени, что обусловлено особенностями геоморфологии и геохимии данной территории с учетом антропогенной деятельности человека и ритмики. Под ритмикой понимают смену дня и ночи, которая определяет суточный ритм в изменении величин метеорологических элементов и условий освещения, к которому приспосабливаются все жизненные функции живых организмов. На суточный режим погоды реагирует и неорганический мир, так например, температурный режим почвогрунтов. С ритмикой связаны сезонные изменения засоления, а также изменения, вызванные климатическими особенностями года (аномальной влажностью или засушливостью).

Динамика и ритмика засоления в орошаемых почвах безусловно являются важными объектами изучения, однако в данной работе рассматривается только опыт оценки собственно динамики.

Остановимся на требованиях к солевым съемкам, проводимым для оценки динамики засоления.

1. Первичные и повторные солевые съемки должны проводиться по единой методике. В нашей работе использовались методические рекомендации Е.И. Панковой и В.М. Мазикова (1985) в несколько модернизированном виде в части дешифровочных признаков засоления и сбора полевых материалов.

2. Солевые съемки должны проводиться в один и тот же сезон, в одном и том же масштабе.

3. Аэрофотоснимки, используемые в качестве основы, также должны быть отсняты в определенные сроки (во время одной и той же фенофазы растений). Параметры съемки должны быть близки по техническим характеристикам.

4. Одним из факторов, влияющих на качество оценки динамики, является неоднозначность, субъективизм визуального дешифрирования снимков и, соответственно, итоговой солевой карты. Сопоставляя первичную солевую карту и повторные последующие, особенно если они составлены разными авторами, трудно определить, какие отличия в контурах вызваны разницей в засолении, а какие разницей в интерпретации изображения. Эту проблему можно решать двумя путями. Первый – это одновременное дешифрирование современных аэрофотоснимков и снимков прошлых лет. В этом случае обоснование связи фотоизображения засоления проводится лишь для одного, последнего срока съемки. При дешифрировании снимков прошлых лет делается допущение, что эти связи существенно не изменились. Такое допущение возможно, если исследуемая территория орошается достаточно долго и освоение произведено за 5-7 лет до первого срока съемки. Таким методом можно определить изменения в засолении земель, произошедшие в прошлые годы, даже в случае, если на них не проводились кондиционные солевые съемки. Для этого достаточно наличия кондиционных аэрофотоснимков.

Второй путь, более корректный, заключается в сопоставлении результатов автоматизированного дешифрования снимков, сделанных по одной и той же программе. Трудность его реализации заключается в том, что программы для проведения таких работ достаточно точно, оперативно, а главное с минимальным участием человека, находятся в данный момент в разработке.

На динамику засоления влияет мощность излучения Солнца, и поэтому для оценки этой динамики нами использован метод корреляционного анализа (при наличии многолетних данных по степени засоления почв) на примере ключевого участка 1 совхоза № 10 имени У. Юсупова.

Сильнозасоленные почвы: R=0,869
S *засол.* = 490,4347 Р-11544,674$\pm$18,743 га
Среднезасоленные почвы: R = -0,5227
S засол = 4724,4752-3442,9032 Р$\pm$11,59 га
Слабозасоленные почвы: R=-0,9946
S =4142,8318-3028,4 Р$\pm$4,8 га
Незасоленные почвы: R=-0,8418
S =4306,264-3146,562 $P \pm$ 6,6 га
Где R-коэффициент корреляции;
P – мощность излучения Солнца, Вт/м^2;
S – площадь засоленных земель
4306,264; 3146,562 – постоянные параметры уравнения.

Выводы

- Совхоз № 10 им. У. Юсупова – В начале орошения вся площадь была слабо засолена. В результате многолетнего орошения почвы разделены по степени засоления. При увеличении мощности излучения Солнца площадь почв по степеням засоления уменьшается, а площади сильнозасоленных почв увеличиваются.

- Из табл. 1 видно, что с увеличением мощности излучения Солнца площади почв по степеням засоления уменьшаются в туманах Боёвут, Ок Олтин, Сайхунобод, Сирдарё, а туманах Гулистон, Мирзаобод, Сардоба Ховос площади засоленных земель увеличиваются.
- До настоящего времени причинно-следственная связь изменения площадей по степени засоления почв не раскрыта, выявить механизм солнечно-земной связи предстоит молодым ученым.
- Процесс засоления почв синхронизирован с физическими факторами солнечной активности.

Таблица 1 - Изменение площадей мелиоративно-неудовлетворительных земель по туманам Сырдарьинского вилоята от мощности излучения Солнца
(По данным Управления водопользования 1997-2007 гг.)

Туманы	Коэффициент корреляции R	Параметры уравнения связи		Дисперсия $\pm D$
		A	*D*	
2	3	4	5	6
Боёвут	-0,797	1095807,3	-798,4	707
Гулистон	0,8593	-695916,3	510	265
Мирзаобод	0,7009	-6021894,2	4404	1986
Ок олтин	-0,9190	802811,1	-581,8	447
Сардоба	0,9154	-2325141,6	1703,7	1019
Сайхунобод	-0,8845	604610,0	439,1	415
Сирдарья	-0,6697	527714,6	-382,9	478
Ховос	0,7499	-2469705,3	1810	1321

$M.H.З=A+B$

Где М.Н.З.- мелиоративно неудовлетворительные земли; Р- мощность излучения Солнца; А и В – постоянные параметры уравнение взаимосвязи.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шерматов Е., Джураев М.К. Использование закономерности в цикличности активности Солнца для оценки динамики мелиоративного состояния орошаемых земель // «Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря»: Центральноазиатская международная научно-практическая конференция (Алматы, 5- 8 мая 2003 г.). Алматы, 2003. - С. 307-309.

2. Панкова Е.И.,.Соловьев Д.А Дистанционный мониторинг засоления орошаемых земель. - Москва, 1993. – 135 с.

3. Епанечников В.А., Цветков А.Н. Справочник по прикладным программам для микрокалькуляторов. - М.: Финансы и статистика, 1988.

УДК 631.4

СОПОСТАВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВ УЗБЕКИСТАНА, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРЯМОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Ю.И. Широкова, Н.Ш. Шарафутдинова
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Модели прогноза состояния системы должны быть обеспечены параметрами, позволяющими с достаточной точностью имитировать природные процессы. В модели влагопереноса к таким параметрам относятся:

– коэффициенты фильтрации и константы, определяющие зависимость влагопроводности от влажности;

– параметры, характеризующие емкостные свойства почв и потенциал влаги в почве;

– константы, определяющие интенсивность испарения и транспирации растениями в зависимости от влажности почвы [1].

Для прогнозирования движения влаги в зоне аэрации необходимо обладать достоверными сведениями о гидрофизических свойствах почвы, тем самым требуется знание ряда функций, которые описывают способность почв удерживать и проводить почвенную влагу под действием термодинамических сил и их градиентов. К числу таких функций относится функция водоудерживающей способности почв или основная гидрофизическая характеристика (ОГХ). ОГХ является отражением строения порового пространства почвы [2].

Основная гидрофизическая характеристика (ОГХ, кривая водоудерживания) в физике почв - изотермическая равновесная зависимость между капиллярно-сорбционным (матричным) давлением почвенной влаги и влажностью (обычно объёмной). Форма ОГХ специфична для каждого почвенного образца и характеризует структуру порового пространства почвы, гранулометрический (механический) и минералогический состав. Характеризуется гистерезисом, то есть несовпадением форм кривой при увлажнении и иссушении образца [3, 16].

ОГХ являющаяся параметром, принятым в моделях для расчета водно-солевого режима (ВСР) почв, может быть определена, прямым измерением влажности почвенного образца (как правило, монолита) при различных задаваемых давлениях на прессе Ричардса.

В области *pF* до 5, как правило, используется *мембранный пресс*. Его принцип действия: на тонкопористую мембрану кладётся насыщенный образец почвы и над ним создаётся повышенное давление воздуха. Под мембраной сохраняется атмосферное давление, и вода будет выходить из почвы, а её давление снижаться до тех пор, пока по абсолютной величине не сравняется с избыточным давлением воздуха над образцом.

Многими авторами предприняты попытки определить параметры этой кривой расчетным методом - с помощью специальных моделей [9-17], которые основаны на связях гидрологических и физических свойств почвы с характером кривой ОГХ.

В работе [11] отмечается, что данные прямых измерений предпочтительны, но их получение достаточно трудоёмко и требует специального оборудования, поэтому во многих почвенно-физических исследованиях предпринимается поиск более простых путей информационного обеспечения моделей ОГХ, основанных на использовании набора стандартизированных агрофизических показателей, например, разновидность почвы по мехсоставу, плотность твердой фазы, объемная масса и др., а также так называемые агрогидрологические или почвенно–гидрологические характеристики (влажность насыщения или полная влагоемкость (ПВ), максимальная капиллярно–сорбционная влагоемкость (МКСВ), наименьшая влагоемкость (НВ), влажность разрыва капилляров (ВРК), максимальная гигроскопичность (МГ) и влажность завядания (ВЗ). На практике наиболее типичной является ситуация, когда имеется неполный набор данных (объемная масса, МГ и/или ВЗ, ПВ, а также данные по гранулометрическому составу. Предложен метод расчета водоудерживающей способности или основной гидрофизической характеристики (ОГХ) почвы с использованием набора стандартизованных агрофизических показателей. Описаны приемы восполнения информации в условиях, когда экспериментальные значения некоторых необходимых для расчета показателей отсутствуют. Разработана компьютерная система, позволяющая автоматизировать эту работу. Входные данные системы - измеренные агрофизические показатели, обычно доступные, но не образующие полного набора данных для моделирования ОГХ, а выходные данные - вычисленные

агрогидрологические характеристики, позволяющие вкупе с исходной информацией оценивать параметры модели ОГХ. Система реализует четыре основных и четыре дополнительных варианта вычисления агрогидрологических характеристик.

Авторами в расчетах динамики почвенной влаги используется модель водоудерживающей способности почвы, которая является модификацией функции, полученной на основе логнормального распределения эффективных радиусов капиллярных почвенных пор по размерам, достаточно точно аппроксимирует зависимость между объемной влажностью почвы θ ($см^3/см^{-3}$) и капиллярно–сорбционным потенциалом почвенной влаги Ψ (см вод. столба) и имеет вид:

$$\theta = МГ + \frac{ПВ - МГ}{1 + b(\neg\psi)^a} \qquad (1)$$

Где *a*, и *b* – эмпирические коэффициенты. Исходный набор данных для вычисления этих коэффициентов содержит четыре гидрологических характеристики: МГ, ВЗ, НВ ИПВ, а также значения капиллярно-сорбционного потенциала почвенной влаги ΨВЗ и ΨНВ, равные -15000 и -330 см водного столба, соответственно (Р.А. Полуэктов, В.В. Терлеев [10])*.

В исследовании А.В. Смагина, Н.Б. Садовниковой, Т.В. Назаровой и др. выявлена тесная зависимость энергии водоудерживания от концентрации органического углерода в почвах [14]. Исследованиями А. Машика на подзолистых почвах [15] выявлено, что вклад органоминерального комплекса почвы в суммарную энергию водоудерживания (показатель Е) существенен в большинстве случаев и достигает 50 % и более, хотя общее содержание ОВ составляет лишь несколько (1-5) процентов от массы минеральных горизонтов. Величины максимальной гигроскопической влаги (МГ) обнаруживают тесную связь с содержанием гумуса и средней и мелкой пыли, что было установлено исследованиями В. Татаринцева [16].

Исследование Хасана Мердуна [17] посвящено сравнению трех методов построения педотрансферных функций: метода каскадной сети с прямой передачей сигнала, метода множественной линейной регрессии и метода внешне независимых регрессионных уравнений. Точечные педотрансферные функции использовались для оценки полевой влагоемкости, влажности устойчивого завядания растений, запаса доступной влаги и коэффициента фильтрации, а параметрические педотрансферные функции оценивали параметры основной гидрофизической характеристики почв по модели van Geukhtena. В работе дается оценка точности предсказания гидрофизических свойств трех методов и рекомендуется многомерный анализ, использующий функциональные отношения между гидрофизическими свойствами и основными почвенными свойствами.

Анализ публикаций показывает, что в настоящий момент имеется достаточно много западных моделей, и они привязаны в американской системе оценки мехсостава почв по трем фракциям (Sand, Silt, Clay). Их процентное содержание и определяет название почв по мехсоставу с использованием треугольника США. Замечательная статья опубликована А.М. Зейлигером в соавторстве с О.С. Ермолаевой и Т.В. Кремлевой [13]. Выполнен статистический анализ использования моделей Гупты-Ларсона, Ролса, Сакстона и Верикена и предложенной и достаточно ясно расписанной автором аддитивной модели. При этом было определено среднеквадратичное отклонение *σ*, отклонения величин влажности, оцененных (очевидно по модели) и измеренных при заданном давлении почвенной влаги.

---

* ВЗ=(1,15+0,002(Nгк-1)3,38)*МГ,

Где Nгк =1,2,….. 9 – номер гранулометрического класса почвы по классификации Н.А. Качинского; крайние значения 1 и 9, соответственно, относятся к классам тяжелосуглинистой и рыхлопесчаной почвы, соответственно.

Аддитивная модель для текстурных почв [13] основана на допущении, что весовые коэффициенты ДХВ фракций элементарных почвенных частиц и органического вещества пропорциональны их массовым долям в общей почвенной массе f_i

$$\theta(h) = \rho_b \left[\left(W_0 - \sum_{i=1}^{N} f_i W_{i,R} \right) \frac{\sum_{i=1}^{N} f_i W_{i,0} S_i(h)}{\sum_{i=1}^{N} f W_{i,0_i}} + \sum_{i=1}^{N} f_i W_{i,R} \right], \quad (2)$$

где W_0 – массовая влажность почвы при полном влагонасыщении [г г$^{-1}$];
$W_{i,0}$ – массовая влажность i-й текстурной фракции при полном влагонасыщении [г г$^{-1}$];
$W_{i,R}$ – массовая остаточная влажность i-й текстурной фракции [г г$^{-1}$]; $S_i(h)$ – относительное насыщение i-й текстурной фракции; f_i – массовая доля i-й почвенной фракции; N – число почвенных фракций [г г$^{-1}$].

В статье А.М. Зейлигера и А.Н. Морозова [10] описан разработанный метод расчета ОГХ с использованием данных анализа гранулометрического состава почв. Принцип разработанной модели основан на экспериментальной информации об удельной поверхности твердой фазы почвы. В модели А.М. Зейлигера заложены понятия, что элементарные почвенные частицы (ЭПЧ), слагающие скелет почвы, процентный состав которых определен анализом механического состава (*fi*),располагается хаотично, без определенной закономерности. Однако в любом представительном элементарном объеме (ЭПО) модельного почвенного пространства отнесенная к массе создающих его ЭПЧ равна известной величине коэффициента пористости почвы (ε). Введение такого требования вызвано необходимостью создания пространственно однородной среды. Само поровое пространство расчленяется следующим образом между фракциями ЭПЧ.

$$\varepsilon_i = \varepsilon \bullet f_i \quad (3)$$

Где ε_i - удельный объем порового пространства, отнесенный на ЭПЧ i-той фракции; *fi*- относительное массовое содержание в почве ЭПЧ i-той фракции

При этом выполняется следующее равенство:

$$\sum_{i=1}^{i=N} \varepsilon_i = \varepsilon \quad (4)$$

Где N- количество фракций ЭПЧ.

Полагается, что определенный таким образом удельный объем порового пространства, связанный с ЭПЧ i-той фракции, может заполняться поровым раствором только лишь под воздействием сил, обусловленных взаимодействием с частицами этой фракции. Вследствие этого, масса влаги, приходящаяся на единицу массы твердой фазы, содержащейся в ЭПО, при некотором значении капиллярно–сорбционного потенциала, может быть найдена как:

$$\Omega(\psi) = \sum_{i=1}^{i=N} f_i \frac{M_i \beta(\psi)}{M_i} \quad (5)$$

Где: $Mi(\psi)$- масса влаги, содержащаяся в удельном объеме i-той фракции ЭПЧ;
Mi – масса частиц i-той фракции ЭПЧ

Данные по ОГХ каждой фракции мехсостава были взяты авторами из работ А.А. Роде, В.Н. Мичурина и А.Д. Воронина и приведены в указанной статье. Для удобства работы, указанные данные были аппроксимированы и получены параметры для каждой из фракций мехсостава по А.Н. Качинскому. Данная модель была

апробирована на литературных и экспериментальных данных и были получены удовлетворительные результаты по сходимости результата.

В лаборатории Почвенных исследований и промывок на протяжении нескольких лет исследовались почвы из разных регионов Узбекистана. Получены данные по гранулометрическому составу и гидрофизическим характеристикам почв: кривые зависимости объемной влажности от давления, измеренные на прессе Ричардса. На прессе Ричардса в Лаб. ПИиП испытано 768 образцов почв (в монолитах) разного происхождения. Это почвы опытных участков в орошаемой зоне Андижанской, Ферганской, Джизакской, Сырдарьинской, Ташкентской, Сурхандарьинской и Хорезмской областей Узбекистана Создана База данных в Программе EXCEL.

Методика лабораторно - аналитических работ:

Механический (гранулометрический) состав почв	– Методом седиментации, с выделением 7 фракций и с пересчетом в западную классификацию
Определение объемной массы почвы	– Методом режущего кольца в монолитах, объемом 100 см3
Полная кривая водоудерживаемости - ОГХ (ВЗ, НВ и т.д.)	– На прессе Ричардса, в монолитах почвы. Влажность почвы при давлении воздуха: (*pF* 2,0:2,7:3,0:3,5:4,2). Компьютерная обработка (EXCEL)

Методика получения кривой ОГХ на прессе Ричардса состоит в последовательном «отжимании» влаги из почвенных образцов (монолитов), на пористых керамических плитах, с соответствующим диаметром пор. Эти кривые выражают связь между давлением и влагой в почве.

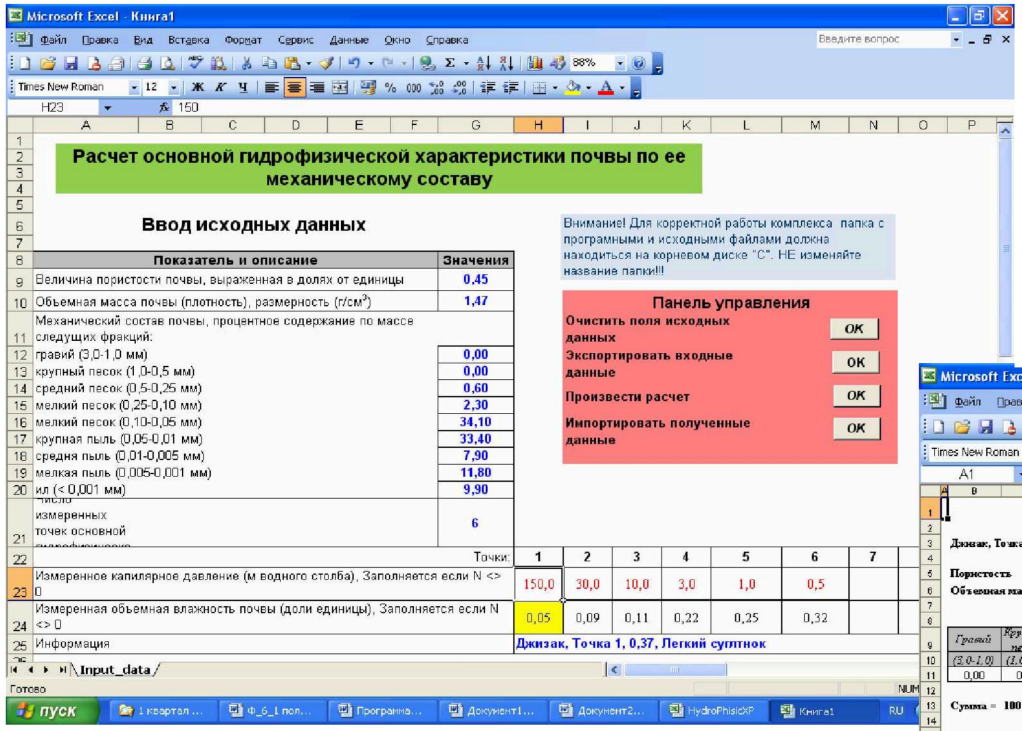
Из почвенного монолита (обычно стандартного объема 100 см^3, в кольце диаметром 5 см), вырезают маленький монолит высотой 1 см. Эти образцы ставятся на плиты с диаметром пор, рассчитанных на давление 3 атм. (что соответствует 3 барам), и доводят их до полного насыщения и оставляют на 24 часа. Затем последовательно определяют весовую влажность при различных давлениях: pF 1,7 =0.05 атм., pF 2 = 0,1 атм., pF 2,5 = 0,3 атм., pF 3,0 =1 атм., pF 3,5 =3 атм., pF 4,2 =15 атм., pF 7 =104 атм. После этого почва высушивается в термостате при температуре 105°С и определяется влажность соответствующая абсолютно сухой почве, которая пересчитывается в объёмную влажность.

Для того, чтобы оценить возможность широкого использования модели, разработанной авторами [10], программа <ZVAG3-P> «Оптимизация параметров нелинейных численных функций - основной гидрофизической характеристики - влажностной характеристики влагопроводности - капиллярной характеристики влагопроводности» (созданная А.М. Зейлигером и реализованная на ЭВМ) была представлена в виде компьютерной программы HydroPhisic (рис. 1).

Затем по этой программе были определены расчетные кривые ОГХ некоторых образцов почв из базы данных (с использованием данных по мехсоставу, объемной массе, порозности) и сопоставлены с опытными кривыми pF , полученными на прессе.

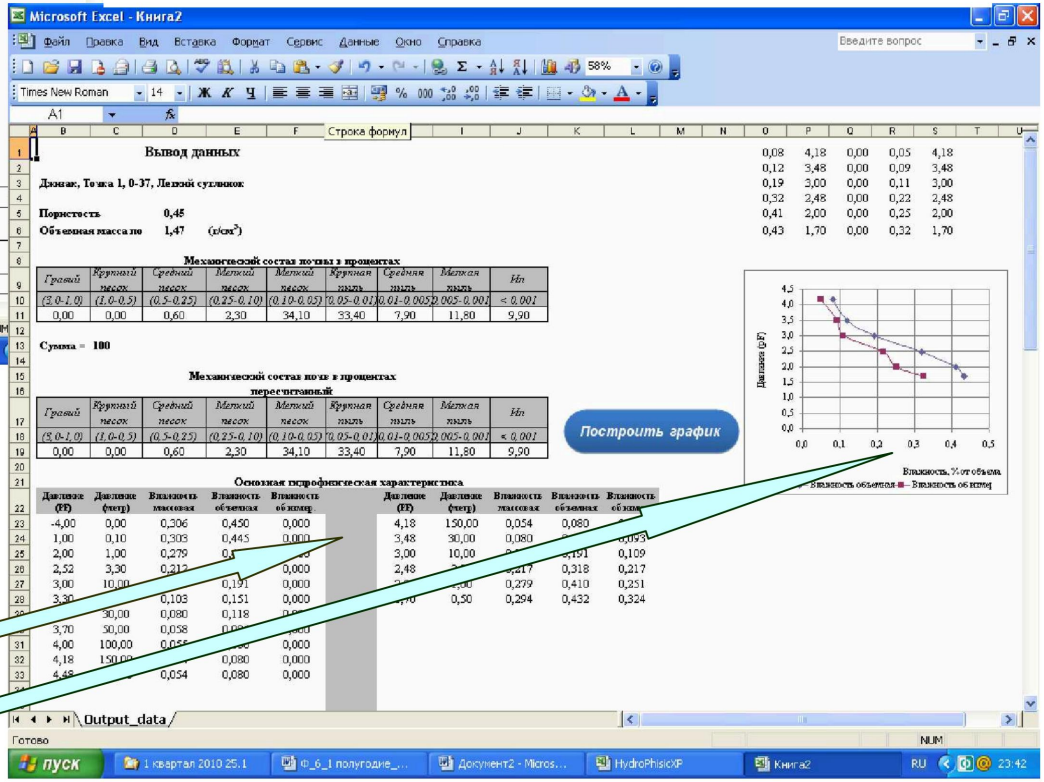
В данной статье приведены результаты сопоставления опытных и расчетных кривых ОГХ для образцов, взятых на опытных участках в Джизакской, Хорезмской и Сырдарьинской областях различного мехсостава: от связного песка до тяжелых суглинков (рис. 2, табл. 1).

Независимо от генетического происхождения почв (как в Хорезмской, так в и Сырдарьинской областях), на песках и супесях результаты сопоставления расчетных и фактических кривых ОГХ показали значительные отклонения, что хорошо видно на графиках. На почвах более тяжелого гранулометрического состава наблюдается удовлетворительная сходимость данных показателей для рассмотренных объектов независимо от генезиса почвы (рис. 2)..



А) ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ:
Порозность почвы, в долях от объема;
Объёмная масса почвы;
Процентное содержание фракции.

- гравий -3…1 мм
- крупный песок 1…0,5 мм.
- средний песок 0,5…0,25 мм.
- мелкий песок 0,25…0,05 мм.
- крупная пыль 0,05…0,01 мм.
- средняя пыль 0,01…0,005 мм.
- мелкая пыль 0,005…0,001 мм.
- Заданные давления почвенной влаги
- ил >0,001 мм



Расчетные значения влажности при заданных давлениях
Основная гидрофизическая характеристика

Давление (PF)	Давление (метр)	Влажность массовая	Влажность объемная	Влажность об.измер.
4,18	150,00	0,046	0,066	0,091
3,48	30,00	0,077	0,109	0,131
3,00	10,00	0,122	0,174	0,169
2,48	3,00	0,184	0,262	0,201
2,00	1,00	0,283	0,402	0,216
1,70	0,50	0,309	0,438	0,255

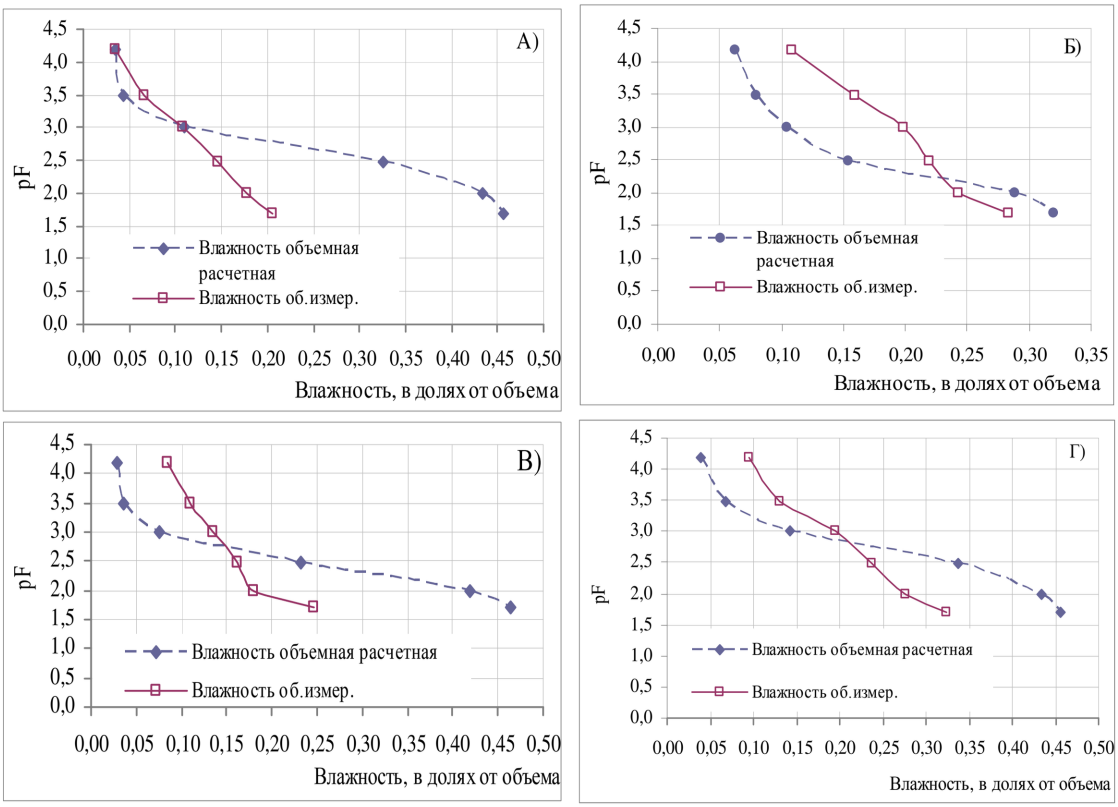
График сопоставления расчетной и фактической ОГХ

Рис. 1 - Работа с программой HydroPhisic позволяющей производить расчет основной гидрофизической характеристики образца почвы по объемной массе, порозности и механическому составу

Таблица 1 - Расхождения между расчетной и фактической влажностью почвы при разных давлениях

Область, район, хозяйство	Дата, место взятия монолита, мехсостав	Горизонт, см	Пороз ность	Объемная масса, (г/см^3)	Значение *pF*	Влажность, в долях от объема		Расхождение, расч.- факт.	
						Расч.	Факт	В долях	%
Сырдарьинская обл., Сардобинский район, ОПХ САНИИРИ им. Г.Гуляма	Июнь 2004, Разрез 2, Песок связный	95-116	0,50	1,32	4,18	0,028	0,084	-0,06	-67
					3,48	0,036	0,109	-0,07	-67
					3,00	0,076	0,134	-0,06	-43
					2,48	0,232	0,161	0,07	44
					2,00	0,419	0,180	0,24	133
					1,70	0,464	0,246	0,22	89
	Июнь 2004, Разрез 3, Супесь	0-30	0,53	1,25	4,18	0,037	0,122	-0,09	-70
					3,48	0,061	0,155	-0,09	-61
					3,00	0,123	0,202	-0,08	-39
					2,48	0,286	0,232	0,05	23
					2,00	0,456	0,250	0,21	82
					1,70	0,497	0,294	0,20	69
	Июнь 2004, Разрез 1, Средний суглинок	97-123	0,42	1,54	4,18	0,099	0,131	-0,03	-24
					3,48	0,129	0,189	-0,06	-32
					3,00	0,198	0,241	-0,04	-18
					2,48	0,324	0,275	0,05	18
					2,00	0,387	0,342	0,05	13
					1,70	0,403	0,363	0,04	11
	Июнь 2004,Разрез 3, Тяжелый суглинок	115-130	0,41	1,56	4,18	0,121	0,145	-0,02	-17
					3,48	0,167	0,184	-0,02	-9
					3,00	0,251	0,210	0,04	20
					2,48	0,330	0,277	0,05	19
					2,00	0,382	0,339	0,04	13
					1,70	0,395	0,390	0,01	1
Хорезмская обл. Хивинский район, Учхоз Ургенчского Университета	Март 2003, Разрез 4, Песок связный	80-120	0,47	1,42	4,18	0,034	0,034	0,00	0
					3,48	0,043	0,066	-0,02	-35
					3,00	0,110	0,108	0,00	2
					2,48	0,325	0,146	0,18	123
					2,00	0,433	0,178	0,26	143
					1,70	0,457	0,205	0,25	123
	Апрель 2006, Разрез В, Супесь	28-68	0,34	1,75	4,18	0,063	0,108	-0,05	-42
					3,48	0,080	0,159	-0,08	-50
					3,00	0,104	0,199	-0,10	-48
					2,48	0,154	0,220	-0,07	-30
					2,00	0,289	0,243	0,05	19
					1,70	0,320	0,283	0,04	13
	Июль 2003, Разрез 56, Тяжелый суглинок	55-82	0,48	1,37	4,18	0,070	0,112	-0,04	-38
					3,48	0,147	0,170	-0,02	-14
					3,00	0,274	0,219	0,06	25
					2,48	0,373	0,269	0,10	39
					2,00	0,445	0,349	0,10	28
					1,70	0,463	0,372	0,09	24
Джизакская обл. Джизакский район, хозяйство им. У. Насырова	Июль 2004, Разрез 1, Легкий суглинок	0-37	0,45	1,47	4,18	0,080	0,050	0,03	60
					3,48	0,118	0,090	0,03	31
					3,00	0,191	0,110	0,08	74
					2,48	0,318	0,220	0,10	45
					2,00	0,410	0,250	0,16	64
					1,70	0,432	0,320	0,11	35
	Июль 2004 Разрез 1, Средний суглинок	37-74	0,53	1,25	4,18	0,092	0,136	-0,04	-32
					3,48	0,144	0,176	-0,03	-18
					3,00	0,236	0,194	0,04	22
					2,48	0,364	0,267	0,10	36
					2,00	0,470	0,299	0,17	57
					1,70	0,498	0,358	0,14	39

Случаи расхождения фактических и расчетных кривых *pF*



Случаи совпадения фактических и расчетных кривых *pF*

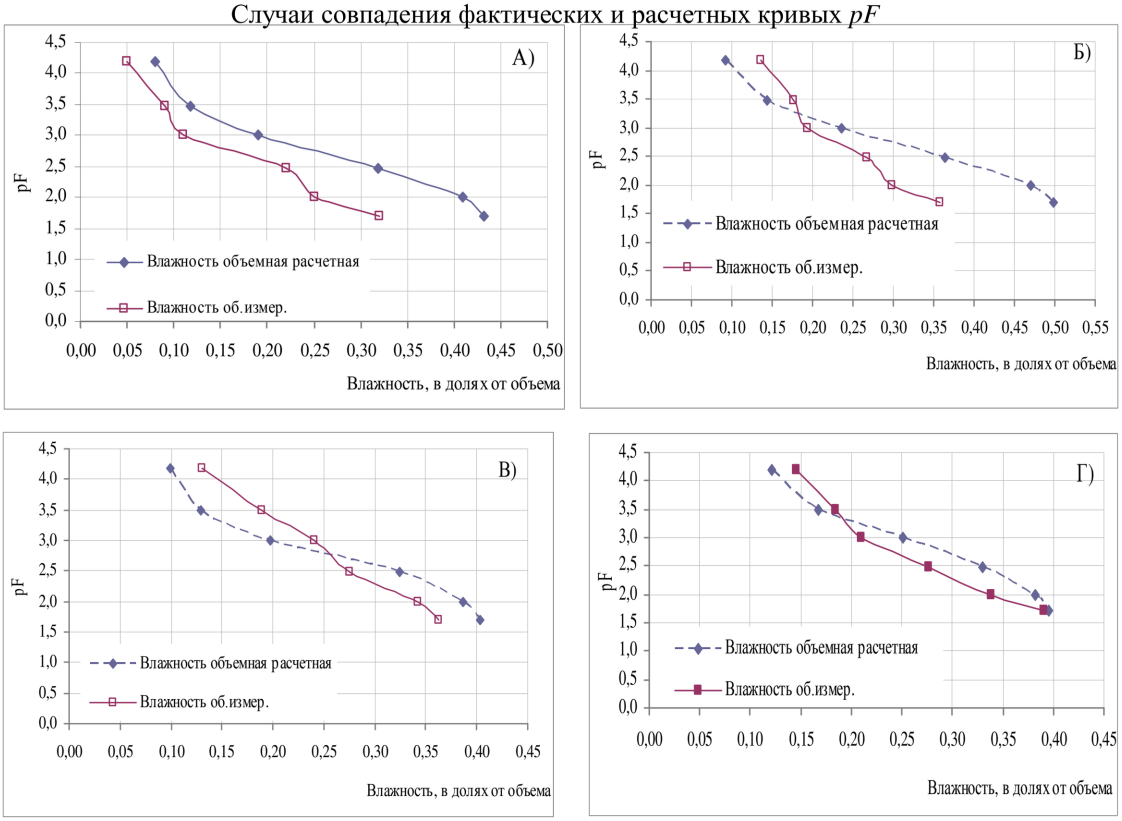


Рис. 2 - Сопоставление экспериментальных кривых pF, с расчетными, полученными с помощью программы HydroPhisic

Пояснение к рис. 2

Хорезмская область, Хивинский район, Учхоз Ургенчского Университета:	*А) - март 2003 г., разрез 4, гор. 80-120 см, Песок связный, Порозность 0,47, Объемная масса 1,42 г/см^3;*
	Б) - апрель 2006 г., разрез В, гор. 28-68 см, Супесь, Порозность 0,34, Объемная масса 1,75 г/см^3
Сырдарьинская обл., Сардобинский район ОПХ САНИИРИ им. Г.Гуляма, июнь 2004 г	*В) – разрез 2, гор. 95-116 см, Песок связный, Порозность 0,50, Объемная масса 1,32 г/см^3;*
	Г) – разрез 3, гор. 130-200 см, Супесь, Порозность 0,47, Объемная масса почвы 1,42 г/см^3
Джизакская обл. Джизакский район, хозяйство им. У. Насырова, Июль 2004 г.	*А) – Точка 1, гор. 0-37, Легкий суглинок, Порозность 0,45 см, Объемная масса 1,47 г/см^3*
	Б) Точка 1, гор. 37-74 см, Средний суглинок, Порозность 0,53, Объемная масса 1,25 г/см^3
Сырдарьинская область, Сардобинский район ОПХ САНИИРИ им. Г.Гуляма, июнь 2004 г.:	*В) – разрез 1, гор. 97-123 см, Средний суглинок, Порозность 0,42 Объемная масса 1,54 г/см^3*
	Г) – разрез 3, гор. 115-130 см, Тяжелый суглинок, Порозность 0,41 Объемная масса 1,56 г/см^3

ВЫВОДЫ:

1. Программа по расчету кривых водоудерживаемости по данным отечественной классификации мехсостава (по Н.А. Качинскому), объемной массе и порозности, разработанная А.М. Зейлигером [10] и реализованная на ПЭВМ в программе EXCEL, дает приемлемую сходимость для построения ОГХ суглинистых почв (с содержанием физической глины), обеспеченных илистой фракцией, результаты для песчаных и супесчаных почв дают расхождения с фактическими данными.

2. Компьютерную программу HydroPhisic можно использовать для расчета ОГХ в прикладных целях для суглинистых почв.

3. Имеется возможность провести сопоставление полученных авторами фактических кривых с расчетными по предложенной А.М. Зейлигером [13] аддитивной модели, с использованием международной оценки мехсостава по трем фракциям (sand, silt, clay).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Морозов А.Н. Параметры, принятые в расчетах ВСР. Website http://www.water-salt.nm.ru

2. Серебренников Ф.В. Анализ гидрофизических функций в приложении к прогнозам влагопереноса в почвах//, Материалы междунар. научно-практ. конф. «Роль природообустройства сельских территорий в обеспечении устойчивого развития АПК» / Московский гос. ун-т природообустройства. – Москва, 2007 2010\sb-07_1_31.htm

3. Ахметов Н.Х. Методика расчета адаптивного режима орошения сельскохозяйственных культур на техногенных нарушенных агроландшафтах. (статья с сайта) http://www.tarsu.kz/lib/arxiv/Vestnik-2003/%B91%202003%E3/Axmetov.doc

4. Шеин Е.В. Курс физики почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.

5. Глобус А.М. Почвенно-гидрофизическое обеспечение агроэкологических математических моделей. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 428 с.

6. Заславский Б.Г., Опарина И.В., Терлеев В.В. Диалоговая система формирования банка гидрофизических характеристик почв // Докл. ВАСХНИЛ. - 1988. - № 11. - С. 40-42.

7. Лавров С.А. Определение основной гидрофизической характеристики по данным почвенно-гидрологических констант // Вопросы гидрофизики. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. Вып. 308. С. 39-45.

8. Моделирование процессов засоления и осолонцевания почв. – М.: Наука, 1980. – 264 с.

9. Зейлигер А.М. Сопоставление моделей водно-физических характеристик почв с экспериментальными данными // Оптимизация процессов комплексного мелиоративного регулирования. – М., 1985. - С. 61-72.

10. Зейлигер А.М., Морозов А.Н. Расчет основной гидрофизической характеристики почв Каширской степи по данным гранулометрического анализа // Прогрессивные технические решения и обоснования при проектировании гидромелиоративных систем: Сб. науч. тр. - Ташкент, 1987. - С. 60-68.

11. Полуэктов Р.А, Терлеев В.В. Моделирование водоудерживающей способности почвы с использованием агрогидрологических характеристик // Метеорология и гидрология. - 2005. - С. 98-103

12. Saxton K.E., Rawls W.J.,Romberger J.S.,and Papendick R.I. Estimating generalized soil water characteristics from texture.- Soil Sci.Soc.Amer.J.,1986, vol. 50, № 4,pp 1031-1036.

13. Зейлигер А.М., Ермолаева О.С., Кремлева Т.В. Результаты сравнения педотрансферных функций и текстурной модели водоудерживания почв по базе данных UNSODA

14. Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Назарова Т.В. и др. Влияние органического вещества на водоудерживающую способность // Почвоведение. - 2004. - № 3. - С. 312-321.

15. Машика А. Влияние органического углерода, на гидрофизические свойства подзолистой почвы // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. – 2005. - № 5. - С.8-11.

16. Татаринцев В.Л. Гранулометрия агропочв юга Западной Сибири и их физическое состояние: Автореф. дис… доктора с.-х. наук. – Барнаул, 2008. – 38 с.

17. Хасан Мердун. Альтернативные методы построения педотрансферных функций для гидрофизичеких почвенных характристик // Почвоведение. – 2010. - № 1. - С. 71-82.

18. Сафонов В.Ф., Морозов А.Н.. К вопросу оценки доступности почвенной влаги растениям на засоленных почвах // Сб. науч. тр. / САНИИРИ. – Ташкент, 1975. – Вып. 144. - С. 84-89.

19. Шарафутдинова Н.Ш., Широкова Ю.И. Водные характеристики почв, полученные на прессе Ричардса и их связь с механическим составом // Материалы респ. научно-практ. конф. «Проблемы и задачи целевого и эффективного использования водных ресурсов фермерскими хозяйствами». – Ташкент, 2009. - С. 180-190.

20. http://wiki-linki.ru/Page/284909

21. http://www.pedosphere.com/resources/bulkdensity/triangle_us.cfm?184,82

22. http://www.msuee.ru/science/1/2005_2/2_88.doc

23. *rex1lm.pochta.ru/HTML/W3theory.doc*

УДК 631.587./.544.72+/.872

ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРЫ МУЛЬЧИРОВАННОЙ ПОЧВЫ ХЛОПКОВОГО ПОЛЯ

М.Ю. Эсанбеков
УзНИИХ

В республике на орошаемых землях ежегодно образуется более 6 млн тонн соломы озимой пшеницы. Частично она используется в качестве корма для животных и строительного материала. Значительная часть ее сжигается, хотя законодательством это

запрещено. Однако солому можно использовать еще и в другом важном качестве – растительной мульчи. Многолетние исследования по изучению эффективности мульчирования почвы соломой озимой пшеницы в междурядьях хлопчатника, проведенные на сероземно-луговой почве в Сырдарьинском филиале и на типичном сероземе Центральной экспериментальной базы УзНИИХ, показали, что мульчирование почвы обеспечивает экономию оросительной воды и повышение урожайности хлопчатника.

Прибавка урожая хлопка-сырца является в настоящее время важным показателем для расчета экономической эффективности данного агротехнического приёма, поскольку оросительная вода подается на фермерские поля практически безвозмездно. Для установления причины повышения урожайности хлопчатника нами проведены исследования по изучению в динамике теплового, водного, питательного и газового режима почвы.

Результаты измерения хода температуры почвы на глубине 5 и 10 см в суточном разрезе в наиболее ответственные фазы роста и развития хлопчатника - цветение-плодообразование и созревание - приведены на рис. 1. Исследования проведены в 2008 г. на Центральной экспериментальной базе УзНИИХ. Термометры Савинова были установлены на откосах борозд контрольного и опытного варианта. Измерения температуры почвы проводились через каждые 2 часа.

Для нахождения закономерности колебания температуры почвы в суточном разрезе в соответствии с положениями теории вероятности и математической статистики рекомендуется определять плотность распределения измеренных величин. Для этого по данным измерений рассчитываются параметры распределения, такие как средняя величина, среднее квадратическое отклонение измеренной величины от средней и коэффициент вариации этих величин.

Рассчитанные по данным измерений параметры распределения температуры почвы приведены в табл. 1.

Таблица 1

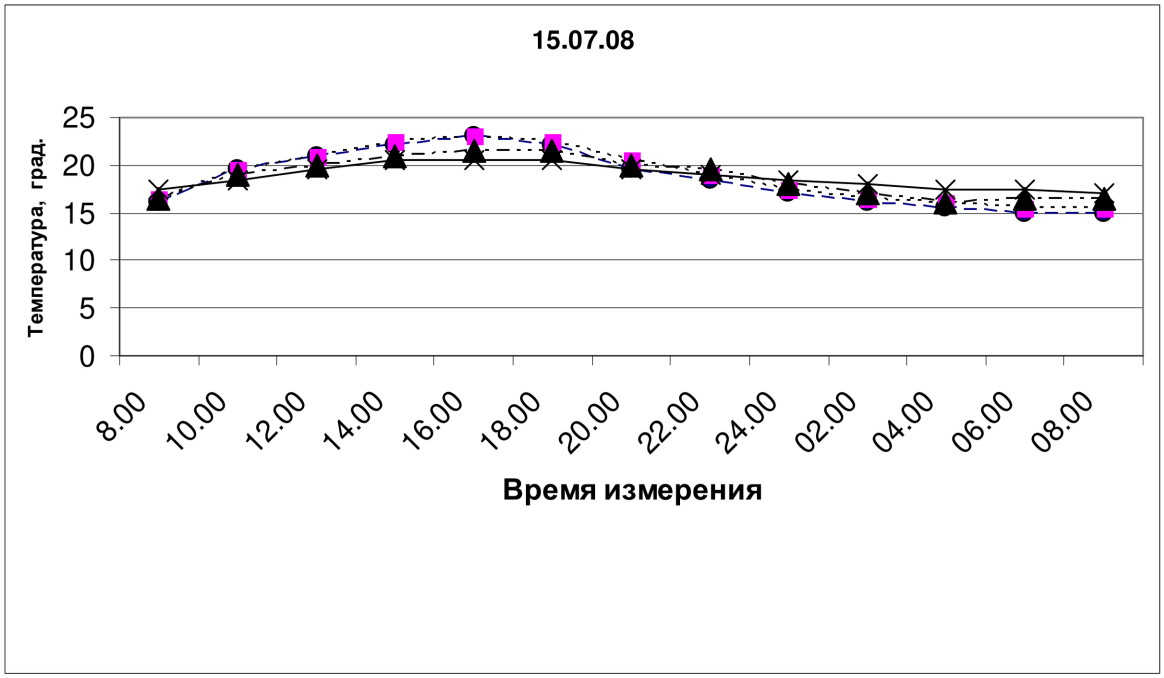
Время измерения	Глубина почвы, см	Контрольный вариант			Вариант с мульчированной почвой		
		$X_{ср.}$	σ	V	$X_{ср.}$	σ	V
15.07.08	5	18,8	27,7	0,15	18,7	2,0	0,11
	10	19,0	2,6	0,14	18,8	1,2	0,06
Среднее		18,8	2,65	0,145	18,8	1,6	0,09
9.08.08	5	21,3	3,0	0,14	21,2	2,3	0,11
	10	20,5	2,8	0,14	21,6	1,1	0,05
Среднее		20,9	2,9	0,14	21,4	1,7	0,08
18.09.08	5	17,9	1,8	0,10	18,2	2,0	0,11
	10	18,1	1,0	0,06	18,8	0,9	0,05
Среднее		18,0	1,4	0,08	18,5	1,45	0,08

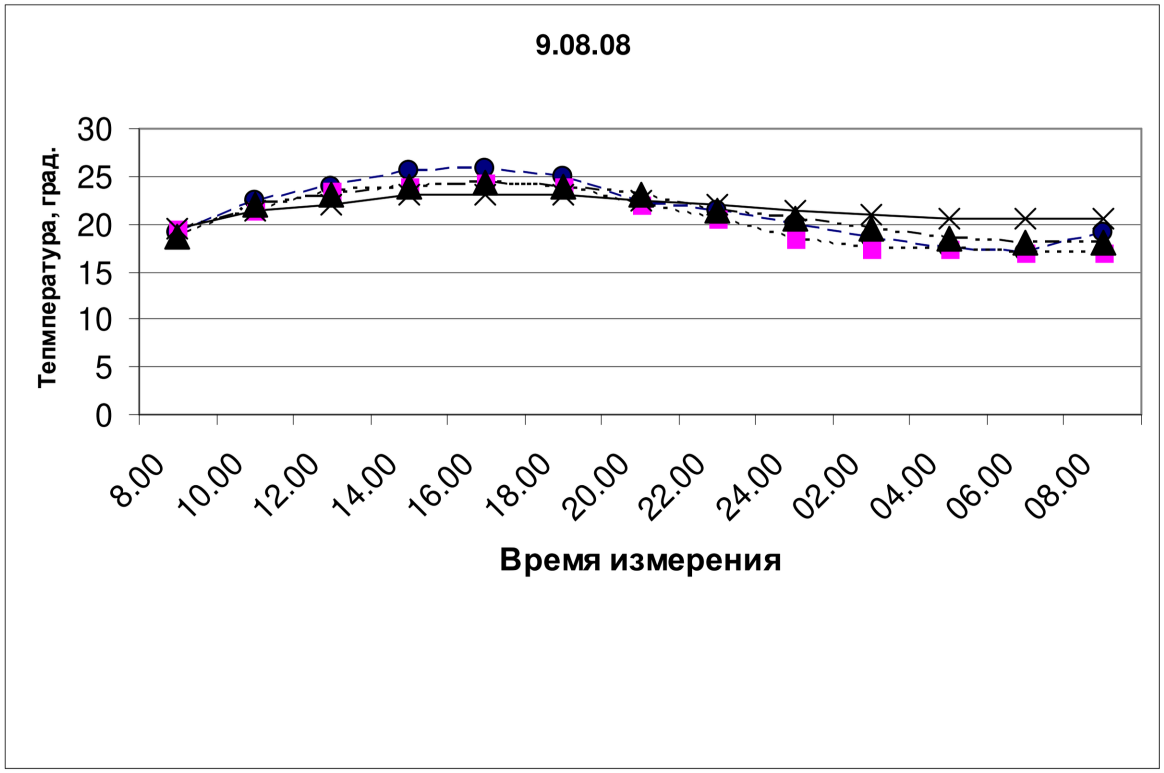
Примечание: *$X_{ср.}$-средняя за сутки температура почвы,^{0}С; σ- среднее квадратическое отклонение текущей температуры почвы от средней,^{0}С, V- коэффициент вариации температуры почвы в суточном разрезе, безразмерная величина.*

Анализ данных табл. 1 показывает следующее. В первую дату измерения (15.07), хотя средняя температура почвы по двум глубинам на обоих вариантах оказалась одинаковой, под соломой её распределение существенно равномернее, чем на контроле – 0,09 против 0,145.

В фазу начала раскрытия коробочек (9.08) средняя по глубинам температура почвы под соломенной мульчёй уже выше, чем на контроле, и её распределение в суточном разрезе более равномерно – 0,08 против 0,14. В фазу интенсивного раскрытия

коробочек (18.09) средняя температура мульчированной почвы выше контрольной, но с одинаковым коэффициентом равномерности распределения температуры во времени.





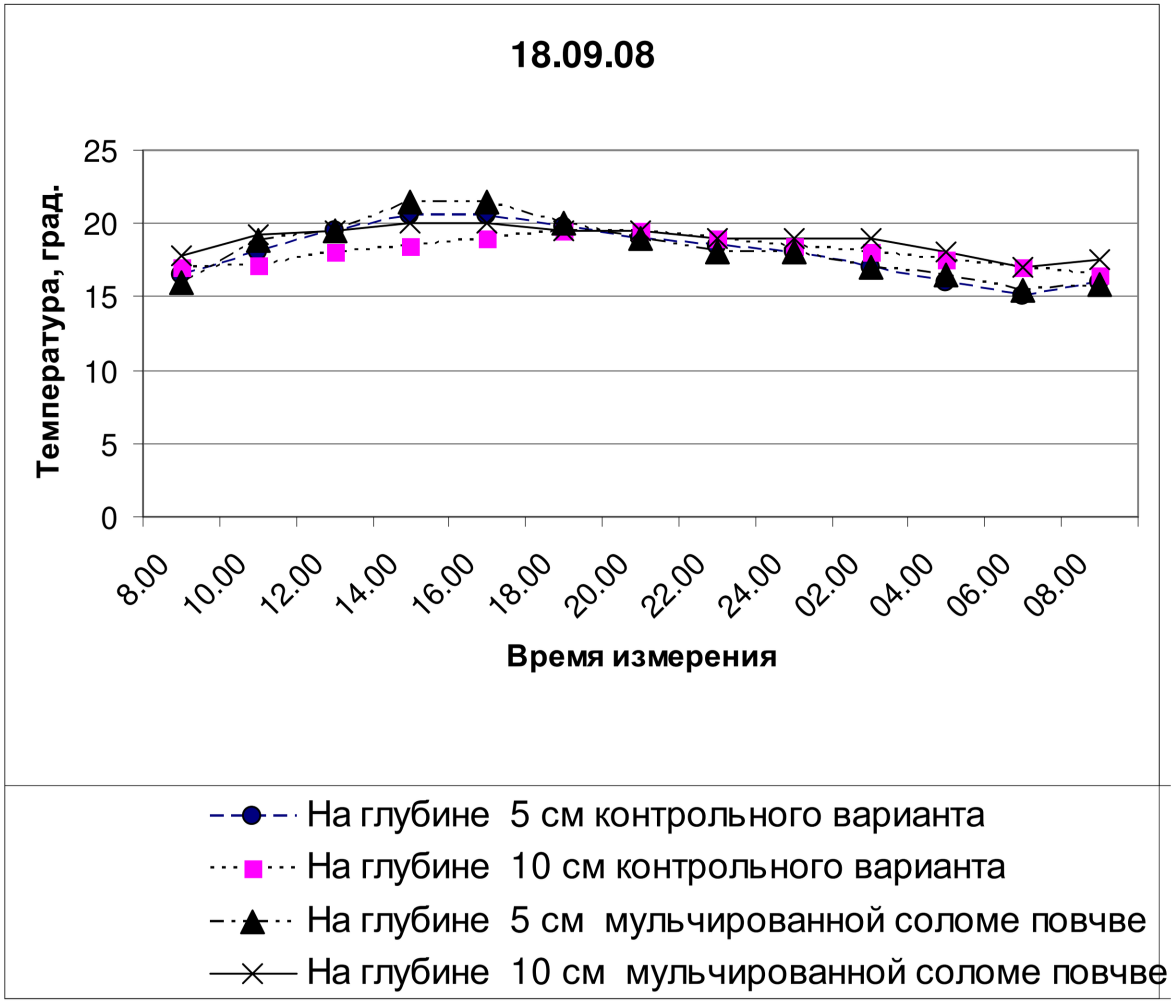


Рис. 1 - Динамика температуры почвы в суточном разрезе

Таким образом, важным фактором температурного режима мульчированной соломой почвы является меньшая, чем на контроле амплитуда температуры: в светлое время суток самого жаркого периода лета температура мульчированной почвы ниже, в темное время - выше контрольной. Такая стабильность при поддержании благоприятного водного режима способствует повышению биологической активности почвы и, соответственно, лучшему росту, развитию и плодоношению хлопчатника.

За период с 15.07 до 18.09 проведены измерения параметров, представленных в табл. 1, с целью получения зависимости от них средней для двух участков температуры почвы и установления значимости каждого из них.

Таблица 2 - Факторы окружающей среды, влияющие на температуру почвы хлопкового поля

Дата измерения	Средняя температу-ра слоя почвы 0-10 см, ^{0}C, (У)	Среднесуточная температура воздуха, ^{0}C, (X_1)	Относительная влажность воздуха, %, (X_2)	Влажность слоя почвы 0-50см, %, (X_3)	Коэффициент затененности почвы растениями, б/р (X_4)
15.07	19	30	50	16	0,80
27.07	20	27	53	17	0,85
9.08	21	25	56	18	0,90
26.08	19	22	60	16	0,85
18.08	18	19	66	17	0,80

По данным табл. 2 получено уравнение множественной регрессии

$$У=3,17+6,53*10^{-6}X_1–8,7*10^{-2}X_2+0,39X_3+17,4X_4,$$

со следующими статистическими показателями: R=0,89; R^2=0,794; статистическая ошибка 0,598; F=11,6; значимость $4,07*10^{-2}$.

Анализ полученного уравнения и его статистических показателей показывает, что регрессионная модель адекватна экспериментальным данным, наиболее значимыми факторами, влияющими на температуру почвы за период наблюдений, являются влажность и затененность почвы растениями в светлое время суток. Знак «минус» перед третьим членом уравнения означает, что чем больше относительная влажность воздуха, тем меньше должна быть температура почвы. Остальные члены уравнения положительно влияют на температуру почвы.

Пользуясь полученным уравнением, можно рассчитать температуру открытой и покрытой соломой почвы в междурядьях хлопчатника, возделываемого с междурядьями 60 см в условиях типичных сероземов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Безбородов Г.А. Влияние соломенной мульчи на водный, газовый и микробиологический режим почвы // Материалы международной научно-практической конференции. УзНИИХ. – 2006. – 368 с.

2. Безбородов Ю.Г. Испарение влаги с поверхности почвы при поливе по экранированным бороздам // Мелиорация и водное хозяйство. - 2007. - № 3. - С. 38-40.

3. Безбородов Ю.Г., Безбородов А.Г. Метод сокращения потерь оросительной воды // Вестник РАСХН. - 1998. - № 3. - С. 32-36.

4. Годовой отчет за 2008 по теме «Совершенствование элементов технологии полива хлопчатника на почвах, подверженных ирригациооной эрозии». – Ташкент, 2008. УзПИТИ, 43 с.

УДК 626.862.4

ПЛАНИРОВАНИЕ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА СИСТЕМАХ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В АССОЦИАЦИЯХ ВОДОПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Х.И. Якубов, Р.К. Икрамов, Н. Гаипназаров
НИЦ МКВК, САНИИРИ им. В.Д. Журина

В статье приводятся закономерности снижения работоспособности открытого горизонтального дренажа и влияния их на мелиоративное состояние орошаемых земель. Приводятся показатели оценки работоспособности и технически исправного состояния коллекторно-дренажной сети. Даны рекомендации по определению сроков и объемов ремонтно-восстановительных работ на системах горизонтального дренажа с учетом природоохранных требований, сокращения сброса возвратных вод в реку путем регулирования мелиоративных режимов.

Приводится процедура планирования, организации и проведения ремонтных работ на коллекторно-дренажных системах АВП.

Мақолада очиқ горизантал зовурлар иш қобилиятининг пасайиши қонуниятлари ва уларнинг суғориладиган ерлар мелиоратив ҳолатига таъсири келтирилган. Шунингдек коллектор-дренаж тармоғини иш қобилиятини ва техник созлигини баҳоловчи кўрсатгичлар келтирилмоқда. Табиатни ҳимоя қилиш талабларидан келиб чиқиб, мелиоратив режимларни тартибга солиш йўли билан, оқова сувларни дарёларга ташлашни қисқартишни ҳисобга олган ҳолда горизантал дренаж тизимида

таъмирлаш-тиклаш ишларини муддатлари ва ҳажимларини аниқлаш бўйича тавсиялар берилган.

СИУ да коллектор-дренаж тармоғини таъмирлаш-тиклаш ишларини режалаштириш, ташкил этиш ва амалга ошириш тартиби ёритиб берилган.

Особенности работы открытого горизонтального дренажа и их учет в планировании очистных работ на КДС

На орошаемых землях Узбекистана наибольшее развитие получила открытая коллекторно-дренажная сеть (КДС), как наиболее «простая» в строительстве и эксплуатации система. Площадь, охваченная открытой КДС, составляет более 65 %. Однако в процессе работы этой, на первый взгляд, «простой» системы выявлен ряд существенных недостатков, которые усложняют ее эксплуатацию и создают определенные проблемы:

невозможность регулирования и управления уровнем грунтовых вод и дренажным стоком в пределах заданных параметров из-за частых отказов за счет оплывания грунтов откосов и зарастания водолюбивыми культурами;

значительные ежегодные затраты на очистку и поддержание сети в рабочем состоянии;

большая площадь отчуждения (отвод плодородных земель не более 5-7 м);

значительная продолжительность периода рассоления земель, достигающая 10-15 лет, и огромные затраты оросительной воды на поддержание оптимального солевого режима почв вследствие замедленного управления глубинами грунтовых вод;

усиление солеобмена между зоной аэрации и грунтовыми водами, ведущие к увеличению сброса солей в источники орошения.

С позиций мелиорации земель в эксплуатации открытой дренажной сети наиболее нежелательным является нестабильность поперечного сечения открытых дрен и коллекторов и постоянная потеря их глубины за счет заиления и зарастания.

Многолетняя практика проведения ремонтно-восстановительных работ и наблюдение за техническим состоянием коллекторно-дренажной сети показывает, что частота отказов и потери устойчивости поперечных сечений зависят от состава сложения грунтов по трассам дрен, глубин их заложения, а также изменения гидростатического давления на их откосы.

Результаты инструментальных наблюдений за изменением работоспособности (уменьшение глубины и площади поперечного сечения) дрен, собирателей, коллекторов, проложенных в различных типах почвогрунтов, показали, что заиление их во всех грунтовых профилях интенсивнее в первый год после очистки. Количественно больше в коллекторах, чем в дренах, и в легких грунтах больше, чем в тяжелых. В последующие годы интенсивность заиления замедляется.

Результаты натурных исследований показали, что интенсивность заиления зависит, главным образом, от эффективного диаметра частиц грунтов (табл. 1).

Сложение грунтов верхней толщи почвогрунтов по устойчивости откосов можно типизировать данными табл. 2.

Для данных типов профилей почвогрунтов устойчивость работы открытых коллекторов и внутрихозяйственных дрен определяется данными табл. 3.

Данные табл. 3 показывают, что интенсивность заиления КДС в зависимости от характера почвогрунтов составляет от 10-12 см/год до 60-100 см/год. С утяжелением грунтов снижается толщина заиления. Отсюда вытекает необходимость учета интенсивности отказа (заиления) при установлении периодичности ремонта.

Потеря рабочей глубины КДС за счет заиления и зарастания приводит к снижению дренированности орошаемых земель. В результате происходит подъем уровня грунтовых вод и накопление солей в зоне аэрации. Графики соленакопления в зоне аэрации на различных по механическому составу почвогрунтах в зависимости от

уровня и минерализации грунтовых вод на примере Сырдарьинской области показаны на рис. 1.

Таблица 1 - Зависимость интенсивности заиления КДС от природно-хозяйственных факторов

Тип почвогрунтового профиля	Интенсивность заиления КДС, см/год	Содержание глинистых частиц от массы, %	Содержание гипса, % от массы грунта	Эффективный диаметр по Козени, мм	Сила сцепления по Истоминой, кг/см^2	Сухой вес водорослей, г на м^2	Кол-во размыва откоса на 1 км	Мутность коллекторно-дренажных вод, г/м^3
I	23,5	1	0,5	0,00063	0,025	381	2,3	149
II	16,0	17	1,1	0,0044	0,027	371	2,7	133
III	14,5	29	2,1	0,0033	0,039	271	3,2	85
IV	12,5	21	6,3	0,0041	0,020		1,4	

Таблица 2 - Типизация почвогрунтовых профилей по интенсивности заиления КДС (устойчивости откосов) (Х.И. Якубов, Р.К. Икрамов, Н. Гаипназаров, 1987)

Тип почво-грунтового профиля	Характеристика почвогрунтового профиля
I	Слоистое строение, облегчающееся книзу
II	Суглинки легкие и средние негипсированные, с эффективным диаметром d_w>0,004 мм
III	Суглинки легкие и средние гипсированные (>5 %), суглинки тяжелые и глины негипсированные, d_w<0,004 мм
IV	Тяжелые суглинки и глины гипсированные (>5 %), d_w<0,004 мм

Таблица 3 - Устойчивость работы открытых коллекторов и дрен

Показатели	грунты				
	Плывуны, пылеватые пески	Супеси	Средние суглинки	Тяжелые суглинки	Глины
Толщина слоя заиления в течение года, м	0,6-1,0	0,3-0,6	0,2-0,35	до 0,1	до 0,1
Удельный объем заиления, м/м	1,5-3,6	0,5-1,5	0,25-0,55	0,15-0,25	0,12
Продолжительность работы, сохранением проектной (первоначальной) сечения	3-4 мес.	1 год	2 года	3-4 года	4-6 лет

Из графика видно, что чем ближе к поверхности земли уровень грунтовых вод и выше их минерализация, а также легче механический состав почвогрунтов зоны аэрации, тем сильнее процесс соленакопления.

В связи с этим на орошаемых землях, представленных близким к поверхности залеганием УГВ с высокой минерализацией и легким механическим составом почвогрунтов, тем чаще должны проводиться ремонтно-восстановительные и очистные работы.

На землях, представленных слабоминерализованными грунтовыми водами и утяжеленным мехсоставом очистные работы должны проводиться реже. Однако на

практике организация очистных работ планируется без учета изменения эколого-мелиоративных процессов на мелиорируемых землях, в среднем один раз в 3-4 года.

Периодичность ремонтно-восстановительных работ для сохранения начального поперечного сечения дрен на КДС с учетом интенсивности отказов (потери рабочей глубины) и мелиоративного состояния земель (через прогнозы водно-солевых балансов) изменяется:

- для I-го типа почвенно-грунтового профиля в пределах от 0,5 до 1 года при высокой минерализации грунтовых вод (более 10 г/л) и напорности подземных вод;
- от 1,5 до 2,0 лет - при минерализации грунтовых вод 5-7 г/л и слабой напорности подземных вод;
- от 2,5 до 5,0 лет - при слабой минерализации грунтовых вод без напорности подземных вод;
- для II типа: от 1,5 до 2,0 лет - при минерализации грунтовых вод 3-5 г/л;
- для III типа: от 3 до 3,5 лет - при слабой минерализации грунтовых вод.

Отсюда видно, что напорность подземных вод играет большую роль в изменении поперечного сечения дрен и коллекторов, и тем самым, в установлении периодичности их очистки и ремонта.

Организация планирования и проведения ремонтных работ на коллекторно-дренажных системах

Надежная работа дренажных систем в процессе эксплуатации обеспечивается за счет проведения профилактических ремонтов. Основной задачей проведения ремонтно-восстановительных работ дренажных систем является недопущение ухудшения мелиоративного состояния орошаемых земель и ущерба урожая.

Для правильного планирования ремонтно-восстановительных работ на дренажных системах, качественного и своевременного их выполнения необходимо решить следующие задачи:

определить техническое состояние элементов дренажной системы и сооружений;

обосновать необходимость проведения ремонтных работ;

установить виды, объем и сроки выполнения ремонтных работ;

проверить объем и качество выполненных работ;

разработать предложения по повышению работоспособности дренажной системы в целом, а также надежности сооружений и составляющих элементов.

Для определения сроков и объемов ремонтно-восстановительных работ на системах горизонтального дренажа необходимо учитывать:

почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий;

закономерности отказов и снижения работоспособности КДС в период их эксплуатации;

прогнозирования влияния снижения работоспособности КДС на мелиоративное состояние орошаемых земель и урожайность сельскохозяйственных культур;

природоохранные требования, сокращение сброса возвратных вод в реку путем регулирования мелиоративных режимов.

Основанием для планирования ремонтно-восстановительных работ являются:

карта распределения площадей с уровнем грунтовых вод;

журнал технического надзора за состоянием КДС;

плановое обследование технического состояния КДС.

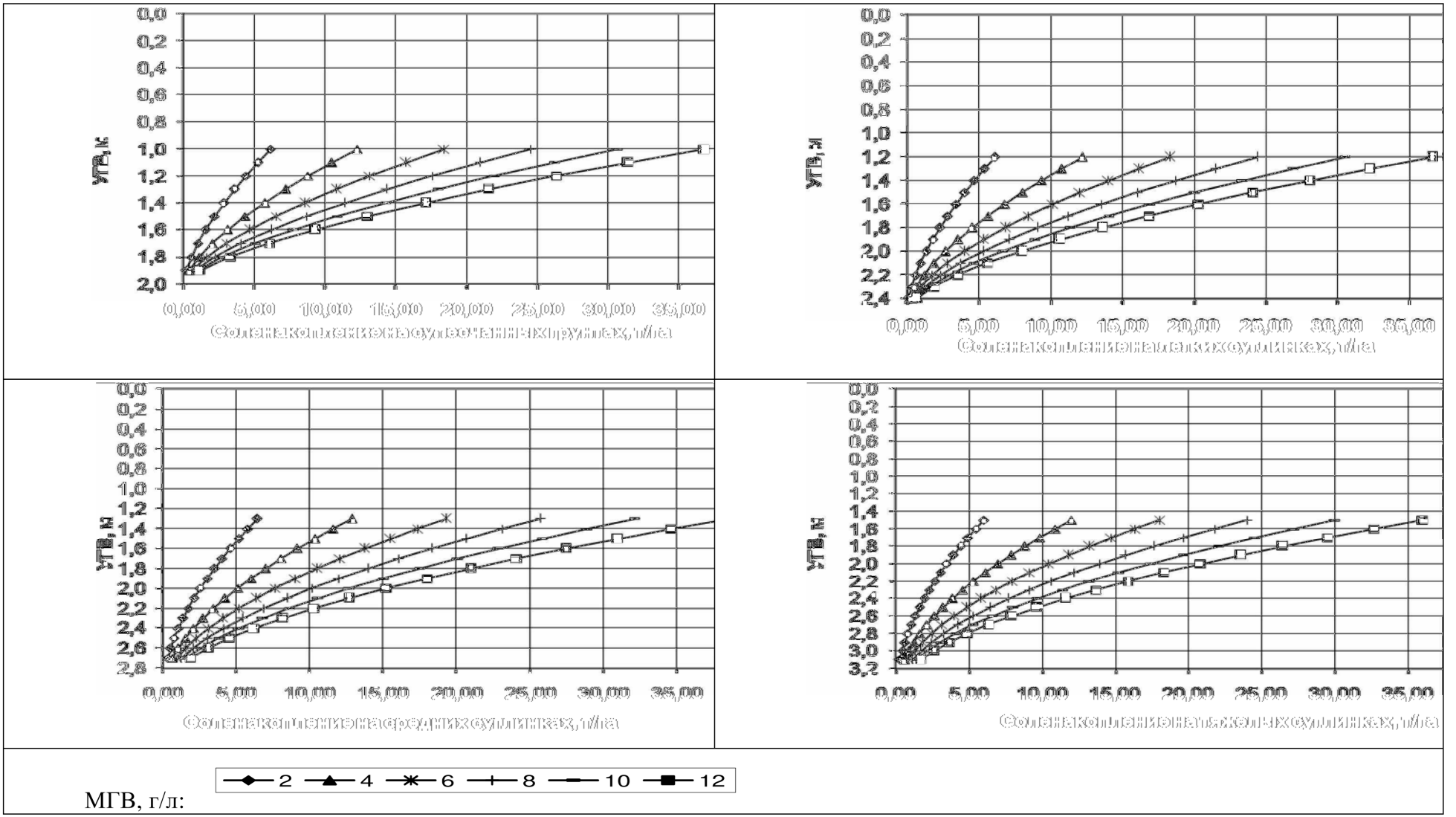


Рис. 1 - Графики соленакопления в зоне аэрации на различных по механическому составу почвогрунтах в зависимости от уровня и минерализации грунтовых вод на примере Сырдарьинской области.

Плановое обследование технического состояния КДС производится по завершению массовых поливов (октябрь-ноябрь) и осуществляется Главным гидротехником АВП. Главный гидротехник на основе обобщения материалов журнала технического надзора, определяет объекты дальнейшего обследования. Выясняет причины высокого уровня грунтовых вод. Причинами высокого уровня грунтовых вод могут быть использование воды, превышающее оптимальные нормы, подпор со стороны водоприемника, заиление и зарастание КДС. В первом случае необходимо известить гидрогеолого-мелиоративную экспедицию. По результатам планового обследования определяются объекты, подлежащие ремонту. Определяются виды повреждений, технические решения, виды и объемы работ по их устранению. В случае сложных и объемных технических решений по восстановлению объектов КДС производится сбор необходимой информации для составления проектно-сметной документации.

Основными показателями работоспособности и технически исправного состояния коллекторно-дренажной сети являются:

горизонт воды в водоприемниках обеспечивает работу КДС без подпора;

глубина коллекторов (дрен) и горизонт воды в них соответствует проектным;

русла открытых дрен и коллекторов, а также трубчатые переезды не разрушены, свободны от растительности и наносов и обеспечивают пропуск воды без подпоров;

размывы за стенками гидротехнических сооружений отсутствуют;

бетонные и железобетонные сооружения не имеют опасных трещин;

отсутствие на коллекторах перемычек и непредусмотренных проектом переправ, мостов и других сооружений.

Механизированная очистка коллекторно-дренажной сети рекомендуется при следующих условиях:

когда толщина и объем заиления открытых коллекторов и дрен не обеспечивают свободный отток воды в устьях младшего дренажа, впадающих в них, т.е. когда горизонт воды в отводящем коллекторе выше горизонта воды впадающей дрены (при отсутствии перемычек и обрушении откосов);

зарастание сорной растительностью и водорослями, приводящее к уменьшению рабочей глубины.

По результатам обследования составляется акт обследования технического состояния КДС, который утверждается Советом ассоциации водопотребителей и на основании которого составляется проектно-сметная документация в составе:

сметно-финансовые расчеты стоимости ремонтных работ по объектам КДС;

продольные профили и поперечники по коллекторно-дренажной сети, дорожной сети, с подсчетом объемов земляных работ;

эскизы, схемы, поперечники и другие необходимые чертежи с расчетами объемов работ по другим объектам (сооружения, и т.д.);

потребность в основных строительных материалах и изделиях (цемент, лес, инертные материалы, металлоконструкции, трубы, железобетонные плиты и т.д.);

потребность в строительных машинах, механизмах и автотранспорте;

потребность в дополнительных трудовых ресурсах.

Главный гидротехник на основании проектно-сметной документации и, исходя из располагаемых финансовых, материально-технических и трудовых ресурсов, ремонтно-строительных мощностей, устанавливает подлежащие ремонту объекты КДС, и составляет план ремонтно-восстановительных работ. В нем содержатся следующие показатели:

объекты КДС (подлежащие ремонту коллектора и дрены с сооружениями на них, дороги, и т.д.), с указанием их местоположения;

виды, объемы и стоимость ремонтно-восстановительных работ;

потребность в механизмах, материалах и трудовых ресурсах;
сроки выполнения ремонтно-восстановительных работ;
исполнитель ремонтно-восстановительных работ.

План ремонтно-восстановительных работ представляется Совету АВП. После рассмотрения и внесения поправок Советом АВП план вносится на общее собрание АВП, и после утверждения приступают к его исполнению

Ремонтно-восстановительные работы на КДС осуществляются по двум вариантам:

по договору с подрядной организацией.
силами наемного персонала АВП;

Выбор варианта ремонтно-восстановительных работ зависит от наличия у АВП достаточных трудовых и материально-технических ресурсов, ремонтно-строительных мощностей и удельных затрат на проведение работ. При их достаточности выбирается второй вариант технического обслуживания. Объемные и трудоемкие виды ремонтно-восстановительных работ выполняются с привлечением подрядных организаций.

Привлечение внешних подрядных организаций к выполнению ремонтно-восстановительных работ должен решать Совет АВП. Подрядные организации выбираются на основе тендера.

Полную ответственность за текущий контроль и учет выполненных работ несет Главный гидротехник. В зависимости от объема работ, проводимых в пределах АВП и на каждом участке отдельно, Главный гидротехник назначает ответственным одного из участковых гидротехников для осуществления ежедневного контроля за выполнением строительных работ. Главный гидротехник регулярно осуществляет проверки всех проводимых больших работ.

Текущий контроль и учет выполненных работ осуществляется на основании следующих документов:

акты скрытых работ;
акты промежуточных приемок;
накопительная ведомость выполнения ремонтно-восстановительных работ.

В перечисленных документах устанавливается фактическое выполнение объемов и стоимость ремонтно-восстановительных работ, отступление от проектных показателей и сметной документации, качество исполнения, расход строительных материалов и изделий.

Перечисленные фактические показатели выполнения ремонтно-восстановительных работ устанавливаются на основе визуальных и инструментальных обследований состояния объектов КДС и сравнения их с аналогичными показателями и прилагаемой к ним технической документацией.

В частности, при очистке каналов оросительной и коллекторно-дренажной сетей проводятся контрольные инструментальные съемки на отдельных участках. Объемы и качество выполненных работ на сооружениях оцениваются обмером линейных размеров участков восстановления, проверкой хода движения затворов и визуальным обследованием других элементов.

Акты промежуточных приемок служат основанием для оплаты выполненных работ и списания израсходованных материалов и изделий. Накопительная ведомость выполнения ремонтно-восстановительных работ служит для учета и принятия мер по выполнению плана, в случае отставания хода выполнения работ, а также для составления отчетной документации.

Перед началом массовых вегетационных поливов производится комплексная приемка выполненных ремонтно-восстановительных работ комиссией в составе Главного гидротехника и членов Совета АВП. Комиссия непосредственно на месте

оценивает качество и объемы выполненных и рассматривает следующую техническую документацию:

акты осмотра технического состояния – дефектные акты;

проектно-сметную документацию по ремонтно-восстановительным работам;

журнал работ;

акты скрытых ремонтно-восстановительных работ;

акты промежуточной приемки выполненных ремонтно-восстановительных работ;

накопительную ведомость выполнения ремонтно-восстановительных работ.

Комиссия производит приемку только законченных ремонтно-восстановительных работ по объектам КДС, выполненных в соответствии с утвержденной технической документацией.

По результатам приемки составляется Акт приемки выполненных ремонтно-восстановительных работ на объектах КДС, где отмечаются фактические объемы, стоимость и качество работ, отклонения от проекта, дополнения и изменения к первоначальному плану работ, перечень объектов и незавершенных по ним ремонтно-восстановительных работ, намеченные сроки их завершения.

Акт приемки утверждается председателем АВП и является основанием для оплаты выполненных работ и завершения незаконченных работ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гаипназаров Н, Исследование закономерностей отказов открытой коллекторно-дренажной сети в зоне старого орошения Сырдарьинской области // Пути комплексного совершенствования мелиорации и водного хозяйства: Сб. науч. трудов / САНИИРИ. – Ташкент, 1987.

2. Икрамов Р.К., Гаипназаров Н. Планирование ремонтно-восстановительных работ открытого горизонтального дренажа в зоне старого орошения Сырдарьинской области. Совершенствование эксплуатации дренажных систем: Сб. науч. трудов / САНИИРИ. – Ташкент, 1987.

3. Выработать организационные рекомендации по пересмотру мелиоративных режимов водохозяйственных зон, направленных на улучшение качества воды в реках: Отчет о НИР / САНИИРИ; отв. исп. Н. Гаипназаров. – Ташкент, 2003.

4. Гаипназаров Н., Исабаев А. Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию оросительных и коллекторно-дренажных систем для работников Ассоциаций водопользователей (Утверждено Минсельводхозом Республики Каракалпакстан, 2006 г.)