

УДК 556.535.3:528.856:629.783 (574.53)(043)

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ
ИРРИГАЦИИ В АРЫСЬ ТУРКЕСТАНСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ
СИСТЕМЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ**

Канд. техн. наук Х.В. Мухамеджанов
 З.А. Жакупова
 К. Кузенбаев

Статья посвящена, использованию космических снимков при помощи пакета программ ERDAS, и алгоритмам расчета водопотребления сельскохозяйственных культур SEBAL, разработке систем управления и контроля ирригации в Арысь-Туркестанской оросительной системе. Определены орошаемые площади по типам сельскохозяйственных культур; проведены расчеты по водопотреблению; сопоставлены результаты расчетов, полученные различными методами.

Казахстан относится к странам с большим дефицитом водных ресурсов. Особенно катастрофическая нехватка воды имеет место в южных регионах, с развитым сельским хозяйством. Для решения существующей проблемы постановлением Республики Казахстан от 21 января 2002 года одобрена Концепция развития водного сектора экономики и водохозяйственной политики Республике Казахстан до 2010 года, в которой определены основные пути решения проблем сохранения и рационального использования водных ресурсов. В рамках принятых программных документов в 2005 году разрабатываются целевые программы снижения удельного водопотребления, эксплуатационных потерь, а также оснащение водохозяйственных систем современными средствами учета и регулирования [3].

В развитых странах уже широко используют данные технологии на базе использования геостационарных искусственных спутников, при решении задач рационального использования водных ресурсов в сельском хозяйстве. В работе сделана попытка решения вышеуказанных проблем и предложен совершенствованный механизм определения водопотребления сельскохозяйственных культур, при использовании дистанционного спутникового зондирования с применением пакета программсистем ERDAS и метода SEBAL.

Таким образом, цель и задачи исследования состоят в том, чтобы на основе зарубежного опыта в решении теоретических и практических проблем, связанных с учетом воды, разработать усовершенствованный механизм, способный повысить эффективность орошаемого земледелия на примере оросительного земледелия Арысь-Туркестанского канала (АТК).

Для достижения поставленной цели авторами поставлены следующие задачи:

- провести анализ современного состояния АТК;
- оценить орошаемые площади по типам сельскохозяйственных культур при использовании спутниковых изображений и программного комплекса ERDAS;
- провести расчеты водопотребления сельскохозяйственных культур и определить объемы водопотребления с использованием методов, основанных на использовании дистанционного зондирования с помощью программ;
- сравнить и сопоставить результаты полученные различными методами;
- определить и сопоставить комплексный метод, использующий систему автоматического контроля и учета воды для точного регулирования подачи воды на оросительные площади.

Практическая значимость статьи состоит в том, что содержащиеся в ней теоретические, методические и практические разработки, выводы и рекомендации позволят определить направления совершенствования государственного контроля и учета воды и приступить к планомерному внедрению системы Комплексной Автоматизированной Системы Контроля Учета Воды (АСКУВ).

На исследованном объекте ирригационная система состоит из водозаборного узла на р. Арысь, магистральных каналов Арысьского, Туркестанского, Бугуньского водохранилища и массивов орошения. Арысьская часть канала соединяет р. Арысь с Бугуньским водохранилищем. Длина его 60 км, пропускная способность – 45 м³/с, среднемноголетний сток рек Арысь и Бугунь составляет около 1000 млн. м³, основное назначение канала – транспортирование воды в водохранилище. Туркестанский магистральный канал (ТМК) берет начало из Бугуньского водохранилища. Длина его – 140 км, расход в голове – 45 м³/с. На своем пути канал пересекает многочисленные водотоки, стекающие с юго-западных стоков гор Каратау. В том числе такие реки, как: Чаян, Арыстанды, Икансу, Чага и Карачик. Эти реки частично сбрасывают свой сток в канал. Вся вода, поступающая с гор, разбирается на орошение, поэтому ни одна из рек не доходит до р. Сырдарья.

Наличие информации о современном состоянии канала, его протяженности, стоках рек, впадающих в АТК позволила приступить к дальнейшему изучению канала, но уже с помощью высоких технологии спутниковых систем. Следующим шагом работы по определению площадей, это проведение комплексных расчетов с помощью программы ERDAS на базе космических снимков [1].

Определения площадей и типа культур с мощью программы ERDAS

Используя спутниковые изображения, произвели спектральный анализ полученного снимка с помощью программного обеспечения ERDAS Image и уточнением площадей и типа культур при помощи JPS в натурных условиях. Далее осуществляем предварительную обработку полученного изображения. Предварительная обработка – это улучшение изображения и точности для последующей обработки. Предварительная обработка включает яркостную коррекцию, геометрическую коррекцию, удаление шумов и др.

Далее осуществляются следующие виды коррекции:

- геометрическая коррекция – геометрическая трансформация исходного изображения;
- яркостная коррекция – функции улучшающие исходное изображение используя при этом значение пикселя в каждом отдельном канале;
- пространственная коррекция – эти функции трансформируют исходный снимок, используя индивидуального пикселя и окружающей пикселей;
- спектральная коррекция – эти функции изменяют исходный снимок, трансформируя значения каждого пикселя на многоканальной основе.

В результате дешифрирования снимка, определяются виды культур, на каких площадях возделывается и какую площадь занимают [2].

Для АТК полученные результаты приведены в (табл. 1)

Таблица 1

Результаты расчета определения площадей для каждой культуры

Культура	Возведенные площади	
	га	%
Хлопок	46346	73,8
Бахчевые культуры	6280	10
Овощные культуры	5024	8
Люцерна	1884	3,0
Кукуруза	314	0,5
Пшеница	2512	4
Подсолнух	628	0,1
Всего	62800	100

Оценка полученных результатов и их сопоставление с фактическими площадями возделывания показали, что погрешность результатов составляет менее 6 %. Таким образом, применение спутниковых снимков Landsat-7, и их обработка гарантирует точность при определении площадей и типов культур на участках исследуемой территории.

Для определения водопотребления сельскохозяйственных культур расчетным методом использовали рекомендованный FAO метод Пенмана–Монтеса. Исходные данные: максимальная и минимальная суточная температура воздуха, среднесуточная скорость ветра, среднесуточная относительная влажность воздуха, среднесуточный уровень солнечной радиации, и сумма осадков были получены при помощи автоматической метеорологической станции установленной на орошаемой площади засеянной хлопком в поселке Старый Икан Туркестанского района Южно-Казахстанской области.

Результаты расчета испаряемости с поверхности земли по методу Пенмана–Монтеса приведены в табл. 2.

Таблица 2

Климатические данные и результаты расчета испаряемости с E_{t0} поверхности земли на Арысь-Туркестанской оросительной системе

Месяц	Осадки, мм	Температура		Влажность, %	Солнечные дни, %	Скорость ветра, м/с	E_{t0} , мм/день
		max	min				
Январь	55,2	12	-12,7	84	78,06	2,12	0,6
Февраль	69,7	20,5	-1	80	77,86	2,65	0,9
Март	43,2	24	-6,6	71	76,13	2,66	1,8
Апрель	13,1	30,8	-2	64	80,33	2,67	3,6
Май	22,4	39,9	8,3	50	86,77	2,86	5,2
Июнь	3,3	42,2	12,5	40	90,33	3,10	6,8
Июль	6,4	39,5	14,2	53	88,71	3,04	7,2
Август	7,1	40	13,7	47	99,03	2,49	6,2
Сентябрь	0,3	35,8	7,1	55	97,00	2,01	4,35
Октябрь	5,2	31,7	1,4	61	93,87	2,13	2,25
Ноябрь	5,4	19,6	-5,4	81	72,00	2,59	1,1
Декабрь	4,1	16,2	-6,6	85	83,87	2,16	0,6

Алгоритм расчетов на базе метода SEBAL

Для определения водопотребления сельскохозяйственных культур по спектральным спутниковым изображениям был использован метод SEBAL, который основан на определении энергетического баланса поступающей и отраженной солнечной радиации. Данным методом по спектральным изображениям определяется поступающая и отраженная солнечная

радиация в режиме реального времени, которая зависит от густоты сельскохозяйственных культур на единицу площади, влажности почв в данный момент, затенённости области облаками и др.

Алгоритм теплового баланса для поверхности Земли (SEBAL) был разработан для вычисления распределения энергии в реальном масштабе с минимальными данными спутниковых наблюдений. SEBAL был испытан на различных оросительных системах в Египте, Индии, Шри-Ланке, Пакистане и Аргентине, для диагностики равномерности водо-потребления сельскохозяйственными культурами по площади и оценки дефицита воды при орошении сельскохозяйственных культур. Данные, полученные со снимка были обработаны, и подготовлены для дальнейшего расчета по методу SEBAL.

Сравнение результатов, полученных методом SEBAL с использованием космических снимков, и Penman-Monteith с биологическими коэффициентами сельскохозяйственных культур показали, что погрешность составляет до 35 %. Это свидетельствует о более высокой точности метода Sebal, так как расчет по этому методу идет в режиме реального времени, т.е. по реальным данным с определенной области. Таким образом, метод Sebal выглядит как более приемлемый для расчета водопотребления сельскохозяйственных культур (табл. 3).

Таблица 3

Результаты сравнения двух методов SEBAL и Penman-Monteith, мм/день

Культура	ET_{P-M}	ET_{RS}
Хлопок	6,51	4,60
Люцерна	5,36	3,60
Бахчевые	5,20	3,50
Овощи	3,98	3,10
Кукуруза	6,95	5,90
Пшеница	5,68	4,55

Проведенные исследования и полученные результаты показали, что эвапотранспирация более точно может быть определена по спектральным спутниковым изображениям при помощи алгоритмов Sebal.

Автоматическая система контроля и учета

Основной задачей исследования является создание автоматизированной системы контроля и учета стока на базе Комплекса Технических Средств, разработанных в Алматинском Институте Энергетики и связи «АИЭС-энергетика+». Предполагается следующая организация АСКУ в центральной диспетчерской службе Комитета водных ресурсов Министер-

ства сельского хозяйства в Астане. Здесь устанавливается главный комплекс информационного обеспечения АСКУСВ АТК. Данный комплекс соединит информационную базу Агентства по ЧС и региональные комплексы АСКУСВ в единую систему, осуществляющую интеграцию информационных потоков и контроль водопотребления по всему каналу.

В Южно-Казахстанской области в городе Чимкент, предлагается установить комплекс информационного обеспечения, включающий подсистему сбора и передачи данных, подсистему телекоммуникаций и подсистему отображения, хранения и управления данными по водопотреблению. На створах гидрометрических постов водохранилища Бугунь и рек, впадающих в канал (Чаян, Арыстанды, Икансу, Чага и Карачик) располагаются измерительные комплексы контроля и учета водопотребления, включающие расходомеры, уровнемеры и датчики температуры. Кроме этого устройства сбора данных (УСД) и преобразователи интерфейсов, посредством которых осуществляется автоматический сбор данных и передача в локальный комплекс информационного обеспечения.

Точки учета и контроля водопользования это специально оборудованные эксплуатационные гидрометрические посты, выбираются на устойчивом или облицованном участке канала, где он не будет подвергаться деформации, заилению, зарастанию и испытывать влияние переменного во времени подпора или спада воды ниже расположенного сооружения. Сооружения любого из типов должны быть оснащены приборами для регистрации уровня и расхода воды с унифицированными электрическими аналоговыми и/или цифровыми сигналами.

По АТК предлагается установить 32 пункта учета (рис. 1).

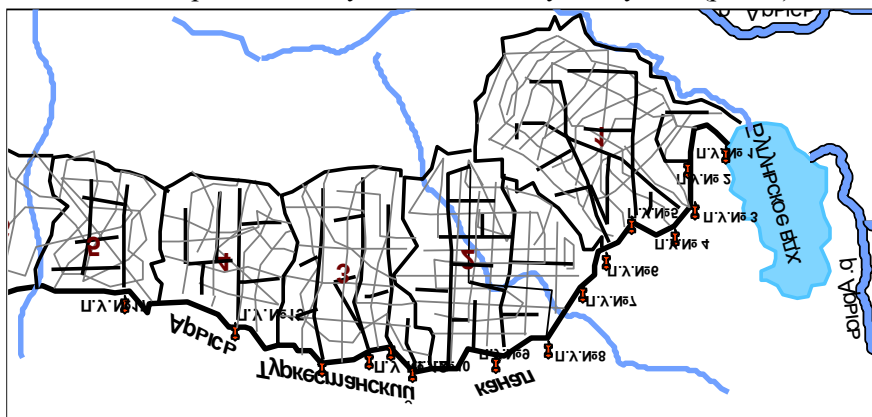


Рис. 1. Предлагаемая схема расположения гидрометрических постов на АТК.

Назначение системы: стратегия управления водными ресурсами АТК базируется на решении следующих основных задач:

- Оперативный учет и контроль речного стока и полного водобаланса, контроль запасов и качества воды в водохранилище Бугунь и АТК;
- Непрерывный контроль и учет стока воды по створам гидрометрических постов во всех частях АТК, включая ее притоки, системы орошения;
- Непрерывное и систематическое формирование оперативной информации о расходе и отметке горизонта (уровня) воды реки по поперечному профилю створа каждого гидрометрического поста, установленного на АТК.

Цель создания системы:

- Непрерывный контроль режима канала и работы его оросительных систем для правильного рационального их использования;
- Сбор с заданным интервалом, обработка и выдачу информации об использовании воды в канале в реальном масштабе времени по каждому гидрометрическому посту;
- Создание информационной базы по ежечасным, среднесуточным, среднедекадным, среднемесячным и среднегодовым расходам, по створам во всех частях канала, включая его притоки, системы орошения;
- Хранения информации с необходимой ретроспективой;
- Документирование и выдача отчетов.

Структура АСКУСВ на АТК

АСКУСВ АТК – это многоуровневая, иерархическая система, обеспечивающая автоматизированный учет и контроль режимов водопотребления и водохозяйственного баланса в водохранилище Бугунь, во всей оросительной системе канала и в целом по южному региону Республики Казахстан.

Структурная схема системы показана на (рис. 2). Система представляет собой трехуровневую, иерархическую информационно-вычислительную сеть с распределенной обработкой информации, объединяющую следующие уровни:

- центральный уровень;
- региональный уровень;
- локальный уровень.

Устройства сбора данных

Это устройства в специальном промышленном исполнении, предназначенные для сбора данных со счетчиков, предварительной их обра-

ботки и передачи в специализированный вычислительный комплекс, который собран на основе мощного компьютера.

Устройства сбора данных, установленные на контролируемых пунктах, обеспечивают

- прием импульсных сигналов от электронных счетчиков;
- прием данных от датчиков телесигнализации;
- прием импульсных сигналов от расходомеров и уровнемеров (снабженных устройством формирования импульсов) газа, жидкости, пара, и уровня жидкости на емкостях;
- прием стандартных аналоговых токовых сигналов от расходомеров газа, жидкости, пара и уровня жидкости на емкостях, датчиков температуры, давления, перепада давления, а также датчиков напряжения, тока и мощности;
- предварительную обработку полученных данных от расходомеров, электрических счетчиков, датчиков и их передачу по каналам связи в СВК.

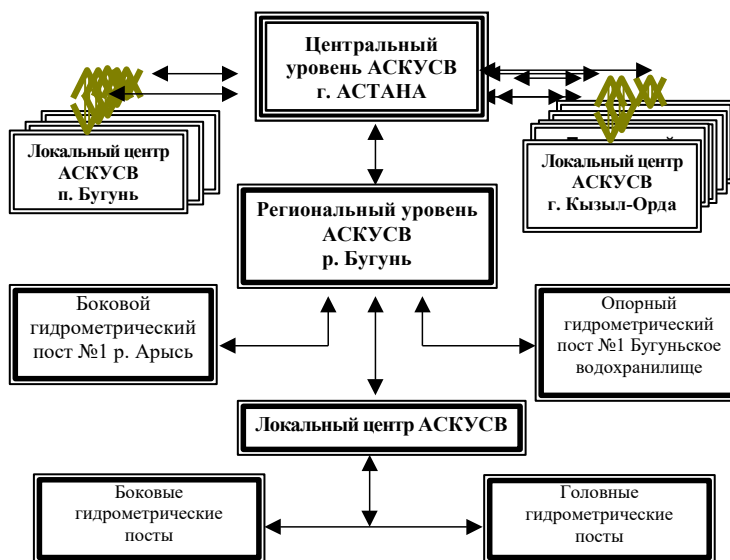


Рис. 2. Структурная схема системы.

Данные технические средства сбора данных, предназначены для обмена информацией с периферийными устройствами, такими как устройства сбора данных, преобразователи, и обеспечивают работу по двухпроводным линиям симплексной и полудуплексной связи. Они представляют собой платы, которые устанавливаются вне компьютера. Технические средства сбора данных позволяют получить:

- информацию и базу данных, которые будут служить основанием для решения возникающих межгосударственных и региональных проблем по использованию гидропотенциала в Южных областях;
- оперативную информацию по скорости, из Бугуния по всему оросительному массиву, которая предотвратит возможные чрезвычайные ситуации и снизит риск огромных ущербов для Южных регионов Казахстана;
- жестко поставленный автоматизированный учет и контроль, позволит стабилизировать экологическую проблему Казахстана.

В программном обеспечении КТС «АИЭС-энергетика+» (версия 6) реализована технология «клиент-сервер». Клиентская и серверная части могут устанавливаться как на одном, так и на разных компьютерах, объединенных в локальную вычислительную сеть. Использование современных WEB-технологий, в том числе Internet и Intranet, позволяет готовить и публиковать документы в формате HTML.

Таким образом применение космической информации для определения оросительных площадей и расчета испарения, являясь мощным средством, не обеспечивает полной временной информацией о рациональном использовании водных ресурсов.

Обзор существующих систем по контролю и управлению водными ресурсами позволил выбрать и рекомендовать комплексную систему, базирующуюся на данных спутниковых снимков, информации с метеорологических станций и данных современных автоматизированных систем контроля и учета водных ресурсов АСКУВР. Предлагаемый комплексный механизм современных средств расчета учета и контроля использования воды позволит определить очаги потерь и хищения воды и стабилизировать проблему дефицита воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрасилов С.А. Оценка устойчивости русла реки Сырдарья // Экологические проблемы водных ресурсов и орошаемых земель. – 1970, Вып. 8. – 85 с.
2. Определение гидрографических характеристик по картографическим материалам. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 34 с.
3. Ресурсы поверхностных вод. Том 12, 13, Вып. 2, Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 85 с.

Алматинский Институт Энергетики и Связи
Республиканское государственное предприятие «Казгидромет»

**АРЫС-ТҮРКІСТАН СУЛАНДЫРУ ЖҮЙЕСІНДЕ ЖЕРДІ СУЛАНДЫ-
РУДЫ БАСЫЛАУДЫ Ж...НЕ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ҚҮРГҮЗУ Ж...НЕ
«АРЫШТАН АЛЫНҒАН СУРЕТТЕРДІ СОЛДАНУ**

Техн. ғылымд.
канд.

Х.В. Мухамеджанов

З.А. Жакупова
К. Кузенбаев

Бұл статьяда ERDAS программалық кешенімен космостан түсірілген суреттерді және SEBAL базасындағы есептеу алгоритімдерін қолдануға арналды.

Арыс қаласындағы түркестандық суғару жүйесінің басқару және иррегациясын қадағалаудың жүйелерін жасау.

Ауылшаруашылық егілетін тұқымдықтардың түрлері бойынша суғарылатын жер көлемі анықталды, суды тұтыну бойынша есептер жүргізілді, әр-түрлі әдістермен алынған нәтижелер салыстырылды.