

## Оценка состояния ирригационных систем и гидротехнических сооружений Казахстана

М.А. Ли, Т.Т. Ибраев

### Аннотация

Оценка технического состояния ирригационных систем и гидротехнических сооружений с использованием технологий дистанционного зондирования Земли актуальна для решения проблем производства сельскохозяйственной продукции. Техническое состояние ирригационных систем и гидротехнических сооружений Арало-Сырдарьинского бассейна, по данным натурных наземно-космических исследований, характеризуется как удовлетворительное, однако требуются большие инженерно-технических мероприятий (ремонт, реконструкция, автоматизация) для ее сохранения и улучшения.

Для обеспечения продовольственной безопасности Казахстана и создания условий стабильного социально-экономического развития страны необходимо восстановить и сохранить потенциал природных аграрных ландшафтов, а также технически совершенствовать существующие водохозяйственные объекты (мелиоративные системы, системы водоснабжения, водохранилища, водозаборные узлы и т.д.).

Дефицит водных ресурсов, в сочетании со сложившейся экономической ситуацией в стране, приводит к сокращению водопотребления в республике. В настоящее время водозабор на сельское хозяйство сократился до 15 (против 26 км<sup>3</sup> в 1992 г.), площадь регулярного орошения уменьшилась вдвое. Дисбаланс между потребностями и наличием воды ограничивает эффективное решение социально-экономических задач и нормализацию экологической обстановки в бассейнах рек. В Казахстане на долю орошаемого земледелия приходится более 70 % забора воды, и она является подотраслью экономики, на которой необходимо сделать акцент на эффективное использование водных и земельных ресурсов.

В Казахстане из имеющихся 643 гидротехнических сооружений (ГТС) 268 гидросооружений, в том числе 28 крупных - нуждаются в срочном ремонте. В республиканской собственности находится 24% крупных ГТС (61 водохранилище, 91 гидроузлов и магистральных каналов), остальные – на балансе коммунальных, промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Большой проблемой являются малые ГТС, часть которых заброшена, не имеет владельцев или эксплуатационную службу. Техническое состояние их крайне неудовлетворительное. Ежегодный ущерб от неудовлетворительного состояния регулирующих и защитных сооружений от вредного воздействия вод – от паводков, наводнений, подтоплений – оценивается в целом по стране в десятки миллионов долл. США. Кроме того, примерно во столько же оценивается ущерб самим водным ресурсам.

Определяющим фактором современного состояния ГТС по РК, оказывающим прямое влияние на техническое состояние сооружения и его основания, является большой срок их эксплуатации от 30 и более лет. По данным Комитета по водным ресурсам из 560 обследованных ГТС принадлежащих ко всем видов собственников более 113 или 20% от общего количества находятся в неудовлетворительном состоянии, в дефектных зонах большинства сооружений проявляются процессы старения материалов и конструкций, усугубляемые климатическими особенностями и человеческим фактором при их эксплуатации. В этих условиях максимально достоверный диагностический контроль особенно актуален, однако он не может быть решен в пределах одной организации. Поэтому исследование проблем мониторинга ирригационных систем (ИС) и ГТС проводятся совместно Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства и Национальный центр космических исследований и технологий РК.

Ввиду того, что гарантийный срок службы дамб и плотин составляет в среднем 50

лет, то в Республике Казахстан наблюдается резкое увеличение риска, связанного с выходом из строя данных ГТС. Очевидна необходимость проведения полного комплексного обследования всех объектов водного хозяйства республики и ведение постоянного мониторинга за техническим состоянием ГТС. Необходимо выработать рекомендации по оснащению плотин современными технологиями и средствами повышения безопасности эксплуатации.

Оценка технического состояния ИС и ГТС с использованием технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) представляет первостепенный интерес, как основополагающий в решении задач продовольственной безопасности страны. Использование средств ДЗЗ позволяет получать полную и достоверную информацию о состоянии ирригационных систем и о хозяйственной деятельности на них. Современные средства космической съёмки дают однородную и сравнимую по качеству информацию одновременно для обширных территорий, что практически недостижимо при любых наземных обследованиях. Важным свойством информации, получаемой с космических снимков, является её независимость от попыток сокрытия информации или ограничения доступа к ней, поэтому решению данной задачи использование данных космической съёмки наиболее эффективно и актуально.

Для проведения исследований были выбраны 2 пилотных участка для наземно-космических наблюдений - Жанакорганский и Георгиевский массивы орошения, в южной части Казахстана, т.е. в регионе наиболее развитого орошаемого земледелия. Основные критерии отбора следующие: широкая распространенность конструктивного типа гидротехнических сооружений; характерные нагрузки и воздействия на конструкции объекта исследований, срок службы и техническое состояние ГТС; степень возможности наземного и космического исследования и т.д.

В процессе проведения научно-исследовательских работ были использованы современные высокоточные измерительные приборы: георадар *ОКО АБ-400* с частотой сигнала 400 МГц, электронный тахеометр *Leica TS02*, навигационно-геодезический прибор *GPS-MAGILAN*, эхолот портативный *ЭПР 8*, теодолит *2Т 5К*, ноутбук *HP* и др., прошедшие поверку в метрологической службе РК.

На Жанакорганской и Георгиевской ирригационных системах была выполнена адаптация информационной системы оперативного диагностирования состояния ГТС, заключающаяся в привязке обследованных объектов на космических снимках и оперативном контроле их состояния по данным наземно-космических съёмок. При этом оценено техническое состояние ИС и ГТС с использованием технологий наземного контроля и дистанционного зондирования. Совместное использование наземных средств контроля и средств ДЗЗ, позволила получить полную и достоверную информацию о состоянии ИС и ГТС (пропускная способность, надежность работы, изношенность и др.).

Наиболее чувствительными и оперативными геодезическими методами измерения являются методы спутникового позиционирования, такие как GPS-измерения, позволяющие осуществлять контроль положения точек на теле дамбы (на открытых участках) в режиме постоянного слежения с максимально доступной скоростью измерения положения до 20 раз в секунду. Такие, стационарно установленные в ответственных местах плотин GPS-приемники, без дополнительных затрат трудовых ресурсов могут в значительной степени сократить объем обязательных геодезических наблюдений в разы и при этом осуществлять контроль положения контрольных точек практически в непрерывном режиме. Возможности такой геодезической системы настолько широки, что позволяют регистрировать динамические нагрузки высокой частоты.

Сравнение полученных данных дистанционного зондирования территории с материалами наземных наблюдений показала, что предлагаемая информационная

система позволяет хранить, документировать, оперативно находить и анализировать информацию с результатами контроля технического состояния гидротехнических сооружений, а также любых других водохозяйственных объектов в режиме мониторинга, включая проведение: регулярных (текущих) визуальных осмотров; инструментальных наблюдений и контроля технических характеристик конструкций; ежегодных сезонных осмотров; периодических технических освидетельствования комиссиями экспертов. Однако, несмотря на высокую оперативность, точность, объективность данных космических съемок необходимо их использование совместно с материалами наземных наблюдений, которые все же являются основными и определяющими факторами мониторинга состояния водохозяйственных объектов.

На основании проведенных наземно-космических исследований уточнена методика обработки и анализа материалов о состоянии ИС и ГТС, включающая: визуальное обследование (получение информации о внешнем состоянии всей конструкции сооружения и отдельных его элементов, для обнаружения очевидных и возможных скрытых повреждений конструкции, а также других дефектов, затрудняющих или делающих невозможной безопасную работу всего сооружения или отдельных его звеньев, с выполнением измерений простейшими средствами - линейкой, лентой, штангенциркулем, лупой, молотком, щупами и т.п.); инструментальное обследование (с помощью средств измерения технических характеристик конструкций и сооружений – нивелир, тахеометр, гидрометрическая вертушка ит.п.), дополненное георадарной съемкой сооружений, координаты (взяты по GPS) и др.

Большинство обследованных ИС и ГТС находятся в удовлетворительном состоянии, однако отдельные сооружения достигли критического (предаварийного) состояния, отмечены следующие недостатки: требуются бетонные и земляные ремонтные работы, необходим ремонт некоторых затворов, отсутствуют электрооборудование (трансформаторы и электродвигатели на затворы, подводящие кабеля, электропроводка), необходима автоматизация управления гидроузлами. Проведение инженерных мероприятий (ремонт, реконструкция, автоматизация) позволит улучшить режим эксплуатации ГТС, снизить трудоемкость управления и уменьшить непроизводительные потери водных ресурсов, а также избежать конфликтных ситуаций при распределении воды между водопользователями.

Предварительное обобщение проблемных вопросов по состоянию ИС и ГТС на начальном этапе предлагается следующее: учет, инвентаризация и паспортизация ИС и ГТС с оформлением акта оценки технического состояния; подразделение их на группы по техническому состоянию или степени изношенности (частичная или полная реконструкция). Регулярная оценка технического состояния ИС и ГТС, проведение по ее результатам ремонтных и реконструкционных работ позволяют в несколько раз сократить ущерб от вредного воздействия вод или возможных аварий, а также от недобора валового дохода с орошаемых земель.

Эффективность технического обслуживания ГТС напрямую зависит от оперативности и качества контроля состояния сооружений. Особую актуальность это приобретает в условиях старения эксплуатируемых сооружений и дефицита квалифицированных кадров при комплектации служб, контролирующей техническое состояние и, следовательно, их безопасность. На обследованных водохозяйственных объектах фактический износ составляет более 70 %, существуют значительные трудности с комплектованием служб наблюдений квалифицированными специалистами, понимающими существующие и потенциальные проблемы ГТС. Существенную помощь в организации и проведении контроля состояний ирригационных систем и гидротехнических сооружений в этих условиях обеспечивает использование современных информационно-диагностических систем мониторинга. Важную помощь в организации и проведении

контроля состояний ГТС в этих условиях обеспечивает использование современных информационно-диагностических систем контроля их безопасности.

Внедрение технических устройств на основе автоматизированного измерительного комплекса с применением компьютерной обработки данных для выявления состояния ГТС является в настоящее время особенно актуальной. Применение данного комплекса даст возможность повысить точность диагностирования состояния эксплуатируемых ГТС в режиме реального времени. При этом используется комплексный подход к оценке современного состояния ГТС и ИС с использованием новых средств наблюдений, при этом получены данные максимально точно и достоверно характеризующие обследованные сооружения, в соответствии с современными мировыми требованиями к исследованию водохозяйственных объектов. При этом усовершенствована технология наземно-космического мониторинга ГТС и ИС, позволяющая оперативно обнаружить, отследить и измерить потенциально опасные проявления в бетонных и земляных конструкциях сооружений, а также провести необходимые мероприятия по ликвидации возможных аварий и чрезвычайных ситуаций.

Ирригационные системы и гидротехнические сооружения Казахстана имеют большой срок эксплуатации от 30 и более лет. В большинстве водохозяйственных сооружений проявляются процессы старения материалов и конструкций, усугубляемые климатическими особенностями и человеческим фактором при их эксплуатации. Поэтому более 20% от их общего количества находятся в неудовлетворительном состоянии. В этих условиях оперативный и максимально достоверный мониторинг водохозяйственных объектов с применением технологий дистанционного зондирования Земли особенно актуален. По данным натурных наземно-космических исследований в настоящее время необходимы большие инженерные мероприятия (ремонт, реконструкция, автоматизация) для их сохранения и улучшения.