

## **ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОФОТОСЪЕМКИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИЯХ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ**

Работы Гидропроекта по применению аэрофотосъемки для исследования русловых процессов ведутся по следующим направлениям: 1) получение плановой основы для различных промерных работ; 2) наблюдения за переработкой берегов; 3) наблюдения за наполнением пойм; 4) наблюдения за ледоходом; 5) наблюдения волнообразований; 6) определение направлений и скоростей поверхностных течений; 7) определение планового положения промерного судна. В зависимости от конкретных задач устанавливаются сроки и очередность полетов. Аэрофотосъемка выполняется в различных масштабах, причем применяется площадное, маршрутное и выборочное фотографирование одиночными снимками. Соответственно выполняется фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки, результатом которой являются отдельные аэроснимки, фотосхемы, контурные и топографические фотопланы, аэрофотограммы течений и планы движения промерного судна. Содержание работ по каждому из указанных направлений проиллюстрируем следующими конкретными примерами.

Примером аэрофотосъемки для планового обоснования промерных работ служит съемка Аму-Дарьи, выполненная в масштабе 1 : 10 000. На фотосхемах опознавались концы поперечников, что избавило от необходимости их геодезической разбивки. Фотосхемы поступали в гидрологическую партию через три-четыре дня после аэрофотосъемки. В условиях быстрого изменения береговой черты это значительно облегчило промерные работы, так как на фотосхемах детально отображалось фактическое состояние русла в период их выполнения.

В свое время весьма спорным являлся вопрос о допустимых скоростях течения в крупных ирригационных каналах в Туркмении. В связи с этим была поставлена аэрофотосъемка в масштабе 1 : 2000 каналов Таш-Сака, Шават и других. По материалам аэрофотосъемки с большой очевидностью был выявлен интенсивный размыв берегов и обмеление русла на участках песчаных грунтов в каналах, имеющих скорость течения, превышающую расчеты Гидропроекта.

Широко применяется аэрофотосъемка для изучения переработки берегов Волги, Ахтубы и Волго-Ахтубинского канала Сталинградской ГЭС. Фотографирование выполняется в масштабах 1 : 2000, 1 : 5000, 1 : 10 000 и 1 : 25 000. При сравнении фотосхем Волго-Ахтубинского канала, полу-

ченных на основании аэрофотосъемок 1952 и 1955 гг., можно наглядно видеть результаты переработки его берегов. Регулярные съемки этого участка позволили воспроизвести картину многолетних изменений в русле и проследить за их динамикой.

На Куйбышевском гидроузле велись регулярные наблюдения за наполнением поймы Волги в паводки 1953, 1954 и 1955 гг. Аэрофотосъемка помогла детально изучить фактический режим наполнения водохранилища после перекрытия русла.

В паводок 1955 г. произведена аэрофотосъемка района выклинивания водохранилища Саратовской ГЭС при уровнях, соответствующих вариантам проектных отметок. Съемкой в масштабе 1 : 10 000 покрыто более 3000 км<sup>2</sup> поймы. Для согласования отметок по различным частям поймы фотографирование производилось перекрывающимися участками. Съемка каждого участка выполнялась в строго определенную дату, которая задавалась гидрологической службой. Полученный материал облегчил отбивку горизонтали затопления и оказался весьма ценным при изучении режима будущего водохранилища.

Большие аэрофотосъемочные работы производились для изучения ледового режима на реке Волге в районах проектируемых водохранилищ Астраханского, Сталинградского, Саратовского, Куйбышевского и Чебоксарского гидроузлов. Полеты производились регулярно через два-три дня и охватывали участки протяженностью до 600 км. В результате получен обширный статистический материал, надежно характеризующий термические и ледовые процессы.

Ввиду того, что сроки съемки определялись ледовой обстановкой, полеты, как правило, происходили в облачную погоду на небольшой высоте. Тем не менее, благодаря применению сверхширокоугольных аэрофотоаппаратов, обеспечивался захват одним маршрутом всего русла реки, и лишь в редких случаях оказывалось необходимым прокладывать два маршрута. Масштабы съемок 1 : 5000, 1 : 10 000 и 1 : 15 000.

Интересные данные получены с помощью аэрофотосъемки при наблюдении волнообразований в районе банкета во время перекрытия Волги на Куйбышевском гидроузле. Съемка выполнялась в крупном масштабе 1 : 500 и 1 : 1000, регулярно через определенные промежутки времени. На фотоснимках наглядно выявилась зависимость характера волнения от высоты и формы банкета. Кроме того, по ним возможно воссоздать форму поверхности перепада на различных стадиях отсыпки банкета.

В Гидропроекте разработан новый метод аэрофотосъемки для определения направлений и скоростей поверхностных течений. Этот метод позволяет исследовать участки большой протяженности за короткий промежуток времени. Планы течений — аэрофотограммы — изготавливаются в полевых условиях через один-два дня после съемки. В отличие от других способов аэросъемочного определения направлений и скоростей течения, новый метод дает возможность получить непрерывные траектории течения по всей длине исследуемого участка и не требует сложного фотограмметрического оборудования. При этом стоимость работ оказывается ниже, чем при геодезическом способе засечки буйков.

Сущность метода состоит в последовательном фотографировании одиночными снимками с самолета или вертолета маркирующих предметов (льдин или деревянных щитов), свободно плавающих на поверхности воды и увлекаемых потоком. Фотографирование производится съемочным агрегатом, дающим аэроснимки и фиксирующим показания часов, радиовысотомера и барометрического высотомера. Положения маркирующих предметов относительно береговых ориентиров в различные моменты времени

переносятся на план береговой черты, составленный по данным маршрутной съемки. Благодаря применению радиовысотомера, этот план составляется без наземного геодезического обоснования. Перенесение изображения маркирующих предметов на план производится графическим трансформированием по гониометрическим палеткам.

В зависимости от ширины реки фотографирование выполняется в масштабах 1 : 5000, 1 : 10 000 и 1 : 15 000, план течений составляется в масштабах 1 : 5000 и 1 : 10 000.

По сравнению с геодезическим способом засечек буйков, аэросъемочный метод имеет еще и то преимущество, что он позволяет вести исследование режима течений одновременно по всей ширине русла, тогда как первый дает возможность исследования лишь по отдельным струям. Вся ширина русла при геодезическом способе охватывается наблюдениями последовательно. Поэтому данные по отдельным струям относятся к разным моментам времени, что при быстрых изменениях уровня дает скорости и траектории, относящиеся к разным расходам.

Аэрофотосъемочное определение направлений и скоростей течения широко применялось в районах Сталинградского, Куйбышевского, Саратовского и Астраханского гидроузлов. Особенно большие работы производились в 1955 г. на Куйбышевском гидроузле в период подготовки к перекрытию Волги и во время перекрытия. Регулярные съемки использовались для решения вопросов судоходства в стесненной части русла и оказали большую помощь строительству при перекрытии левобережного прорана. Аэрофотосъемочный способ оказался единственно возможным при определении направлений и скоростей течения за наплавным мостом и в проранах перемычек. Ввиду больших скоростей течения аэрофотосъемка здесь производилась с вертолета.

Применение аэрофотосъемки при перекрытии Волги на Куйбышевском гидроузле позволило иметь плановый материал, характеризующий фактические размеры проранов в разбираемых перемычках. В период перекрытия аэросъемка перемычек производилась каждые четыре часа и через два-три часа после съемки руководству перекрытием выдавались фотосхемы. Эти фотосхемы значительно облегчили определение момента достаточного раскрытия перемычек и начала отсыпки тетраэдров.

В 1955 г. проделан опыт аэрофотосъемочного определения планового положения катера, выполнявшего промеры глубин эхолотом. При этом использовалась методика, аналогичная применяющейся для определения скоростей течения. Отождествление моментов экспозиций аэроснимков с отметками на батиграмме осуществлялось по радио и по счету времени. План движения промерного судна построен в масштабе 1 : 10 000. Положения судна на плане фиксировались через 20—30 сек, что дает на каждом галсе в среднем 5 точек при ширине русла около 1 км. «Засечка» катера получается при аэросъемочном способе неизмеримо точнее, чем при помощи мензулы. При этом аэросъемка выявила, что фактическая траектория движения промерного судна далеко не прямая, как это принимается при засечках мензулой. Опыт показал целесообразность такого использования аэросъемки. Однако для снижения стоимости работ необходимо применять более быстроходный катер. Необходимо также изготовить аппаратуру для автоматической синхронизации отметок на батиграмме с моментами экспозиций аэрофотоаппарата.

В настоящее время назрела необходимость создания специализированного аэросъемочного производства, предназначенного для обслуживания организаций, связанных с разрешением проблем водного хозяйства.