

**А.В. Абросимов** (Компания «Совзонд»)

В 1992 г. окончил географический факультет Удмуртского государственного университета по специальности «география». Работал руководителем вузовско-академической лаборатории Курганского государственного университета и Института географии РАН. В настоящее время – заместитель главного инженера компании «Совзонд». Кандидат географических наук.

**Б.А. Дворкин** (Компания «Совзонд»)

В 1974 г. окончил Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова по специальности «картография». Работал в ПКО «Картография», ООО «Картография Хубер», ГИС-Ассоциации, Научном геоинформационном центре РАН. В настоящее время – аналитик компании «Совзонд». Кандидат географических наук.

## Возможности практического использования данных ДЗЗ из космоса для мониторинга водных объектов

Эффективное управление водными ресурсами – одна из важных глобальных задач, стоящих перед человечеством. Проблемы рационального водопользования и оценки качества воды являются приоритетными задачами многих международных проектов, например, такого как Европейская система глобального мониторинга в интересах окружающей среды и безопасности – Copernicus (прежнее название – GMES).

В России водохозяйственным вопросам также уделяется большое внимание, в том числе и на государственном уровне. Принятый в 2006 г. Водный кодекс Российской Федерации регулирует всю деятельность в сфере водных ресурсов. Водное законодательство России основывается на принципе значимости водных объектов в качестве основы жизнедеятельности человека. Регулирование водных отношений, согласно Водному кодексу РФ, осуществляется исходя из представления о водном объекте как о важной составной части окружающей среды, месте обитания объектов животного и растительного мира, в том числе водных биологических ресурсов, как о природном ресурсе, используемом человеком для личных и бытовых нужд, осуществления хозяйственной и иной деятельности и, одновременно, как об объекте права собственности и иных прав.

Особенностью большинства водных и гидротехни-

ческих объектов (реки, озера, каналы, водохранилища и т. д.) является их фактическая площадь и протяженность, а также неравномерное размещение по всей территории страны. Очевидно, что наличие информации о точном местоположении этих объектов, их взаиморасположении, взаимовлиянии и динамике изменений существенно влияет на качество принимаемых решений в сфере управления водным хозяйством.

Как отмечается в отчете Счетной палаты РФ от 28 ноября 2006 г. «Проверка организации и эффективности управления водными ресурсами Российской Федерации в Федеральном агентстве водных ресурсов...», актуальность рационального использования водных ресурсов обусловлена тем, что из общего запаса воды на Земле в объеме 1400 млн км<sup>3</sup> лишь 2,5% приходится на пресную воду. Россия – одна из наиболее богатых природными водами стран мира. Суммарные естественные ресурсы и запасы пресных вод Российской Федерации оцениваются в 7770,6 км<sup>3</sup> в год. На территории РФ находятся 2,5 млн рек, 2,7 млн озер, 2290 водохранилищ, объемом свыше 1 млн км<sup>3</sup>, 30 тыс. малых водохранилищ и прудов. Основное значение для водопользования имеют возобновляемые ресурсы речного стока, которые обеспечивают около 90% потребности в водных ресурсах населения и хозяйственного комплекса страны и

оцениваются в размере 4279 км<sup>3</sup> в год, и пресные подземные воды со статическим запасом воды свыше 15 тыс. км<sup>3</sup>. Для обеспечения потребности в водных ресурсах населения, промышленности и сельского хозяйства, речного судоходства и рыбного хозяйства, защиты населенных пунктов и объектов экономики от наводнений и других видов вредного воздействия вод в России создан водохозяйственный комплекс, состоящий из 65 тыс. водохозяйственных объектов, в том числе около 30 тыс. гидротехнических сооружений, регулирующих речной сток водохранилищ и прудов общим объемом более 800 км<sup>3</sup>, 37 систем межбассейнового перераспределения водных ресурсов по каналам общей протяженностью около 3 тыс. км и объемом стока, перебираемого в дефицитные районы, более 17 км<sup>3</sup> в год.

Среди основных целей деятельности водохозяйственного комплекса страны можно выделить следующие:

- обеспечение мероприятий по рациональному использованию, восстановлению и охране водных объектов, предупреждению и ликвидации вредного воздействия вод;
- эксплуатация водохранилищ и водохозяйственных систем комплексного назначения, защитных и других гидротехнических сооружений, обеспечение их безопасности;
- разработка схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, водохозяйственных балансов и составление прогнозов состояния водных ресурсов и перспективного использования и охраны водных объектов;
- обеспечение разработки и осуществления противопаводковых мероприятий, мероприятий по проектированию и установлению водоохраных зон водных объектов и их прибрежных защитных полос, предотвращению загрязнения вод.

Вполне очевидно, что водное хозяйство – это сфера, в которой использование методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса и геоинформационных технологий трудно переоценить.

С помощью данных ДЗЗ и программных комплексов по их обработке можно решать многие важные задачи, в том числе такие как:

- инвентаризация водохранилищ и других водных объектов;
- мониторинг состояния дамб и других водозащитных и гидротехнических сооружений;

- мониторинг экологического состояния водных объектов, в том числе выявление загрязненных в результате аварийных сбросов и разливов загрязняющих веществ участков водоемов, выявление источников загрязнения;
- мониторинг русловых процессов и картографирование микрорельефа дна на мелководьях;
- прогнозирование и оперативный мониторинг наводнений, моделирование процессов затопления территории в результате наводнений;
- мониторинг состояния водоохраных зон, несанкционированного строительства в их пределах промышленных и жилых объектов;
- разрешение судебных споров, связанных с использованием и нарушениями Водного кодекса РФ;
- определение биологической продуктивности водоемов, выявление водных биоресурсов, решение рыбобоводческих задач и многие другие.

Остановимся подробнее на некоторых задачах, представляющих, на наш взгляд, наибольший интерес для специалистов, сталкивающихся с практическими вопросами инвентаризации и мониторинга водных объектов и гидротехнических сооружений, экологическими и водоохраными проблемами.

### **ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ И ДРУГИХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЯ ИХ ГРАНИЦ**

Дешифрирование космических снимков с целью локализации водных объектов обеспечивает точное проведение границ раздела «вода – суша». Это достигается за счет использования некоторых особенностей отображения водной поверхности на снимках. Например, в видимом диапазоне спектра вода имеет более высокий коэффициент поглощения, а значит на дневных снимках водные поверхности темнее, чем сухопутные; в ближнем инфракрасном диапазоне отражательная способность воды ниже, чем в видимом, поэтому индекс вегетации NDVI для воды имеет отрицательные значения и т. д. Следует, однако, оговориться, что не все так просто. В водной массе многих эвтрофных озер, рек, несущих большие объемы аккумулятивного материала, присутствует значительное количество взвешенных органических и минеральных частиц, что приводит к разнообразию отраженных яркостей от акваторий раз-

личных водоемов, а также внутри акватории одного водоема, «размыванию» береговой линии и, соответственно, к усложнению процесса дешифрирования.

Традиционно оконтуривание береговых линий водоемов проводилось однократно в межлетний период в течение цикла обновления картографической продукции. Периодичность космической съемки в настоящее время позволяет не просто выполнить разовое установление границы водоема, но и осуществлять регулярное определение положения береговой линии водохранилищ и других водных объектов, отслеживать все изменения конфигурации водного зеркала с заданной степенью периодичности.

Перспективными для этих целей с точки зрения «цена – качество» являются данные с космического аппарата (КА) ALOS (Япония). Картографическая камера PRISM, которая установлена на спутнике, в основном, и пред-

назначена для картографирования. Она состоит из трех объективов для визирования «вперед», «вниз» и «назад», и каждый объектив обеспечивает съемку с пространственным разрешением 2,5 м. Для PRISM характерна не только высокая разрешающая способность, но и достаточно широкая полоса съемки – до 35 км. Наиболее революционным параметром, выделяющим эту съемочную систему среди других, является высокая точность геопозиционирования снимков только по орбитальным данным, без использования данных о наземных опорных точках. Использование RPC (коэффициентов рационального полинома), поставляемых вместе со снимками, позволяет получать изображения земной поверхности с точностью геопозиционирования не хуже 10 м (RMSE – средняя квадратическая погрешность), что вполне удовлетворяет задачам создания и обновления топографических карт в масштабе до 1:25 000.



Рис. 1.  
Ортотрансформированная мозаика ОРТОРЕГИОН на нижний бьеф Нижнесвирского водохранилища (Ленинградская область; изображение уменьшено в 4 раза)

Фотограмметрическая группа компании «Совзонд» завершила работы по созданию ортотрансформированной мозаики с разрешением 2,5 м и 10 м (продукт ОРТОРЕГИОН), на большую часть территории Российской Федерации. Предлагаемая мозаика, в частности, подходит и для задач картографирования и инвентаризации водных объектов (рис. 1, 2).

В основе ортотрансформированной мозаики масштаба 1:25 000-1:50 000 лежат ортокорректированные панхроматические снимки с пространственным разрешением 2,5 м, полученные съемочной системой ALOS/PRISM в 2006-2009 гг. Снимки объединяются в единое растровое поле с выравниванием тона и последующей нарезкой на отдельные фрагменты, покрывающие административные районы или округа. По независимым оценкам партнеров компании «Совзонд» точность отображения объектов земной поверхности на ортомозаике находится в пределах 7-10 м в зависимости от типа территории.

В случае периодической инвентаризации недостатком данных с КА ALOS является отсутствие возможности осуществлять съемку на заказ с заданной периодичностью. Этот недостаток может быть компенсирован совместным использованием снимков ALOS/PRISM (создание базового покрытия) с данными периодической съемки со спутниковой системы RapidEye (регулярное дежурство береговой линии).

Серьезный интерес представляет также использование данных со спутников сверхвысокого разрешения нового поколения (таких как, например, WorldView-1, GeoEye-1 и др.) как в процессе выполнения еще более точной инвентаризации (в масштабе 1:5000-1:10 000), так и для определения динамики меандрирования рек, тенденций плановых переформирований русловых мезоформ при решении задач, например, проектирования и эксплуатации подводных трубопроводов и других объектов. В результате сопоставления данных ДЗЗ разных лет выявляются опасные для таких объектов русловые процессы.

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДОЗАЩИТНЫХ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ, ВОДООХРАННЫХ ЗОН И ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Задачи, включенные в данную категорию, объединяют преимущественное использование для их эффективного решения космических снимков сверхвысокого разрешения (не меньше 1 м на местности).

Данные ДЗЗ из космоса позволяют оценивать техническое состояние сооружений, проектировать новые объекты. Особенно перспективно использование таких данных для протяженных объектов как при строительстве, так и при эксплуатации, например, водохранилищ дамб, гидротехнических сооружений в труднодоступных районах и т. д.

Немаловажное значение имеет постоянный опера-



Рис. 2.  
Нижнесвирская ГЭС на мозаике ОРТОРЕГИОН (реальное разрешение)

тивный мониторинг состояния дамб и плотин с целью своевременного выявления начинающихся процессов их эрозионного размыва, ветрового разрушения, образования каверн в результате развития карстовых, термокарстовых процессов, физического и химического выветривания.

Наконец, по космическим снимкам сверхвысокого разрешения можно наиболее уверенно выявить самые незначительные источники загрязнения в водоохранных зонах и непосредственной близости от них. Применение данных с KA WorldView-1, GeoEye-1, QuickBird и IKONOS позволит, например, не просто обнаружить молочно-товарную ферму в зоне водосбора (это можно сделать и по снимкам с разрешением в 5-15 м), но и даст возможность оценить интенсивность ее функционирования, обнаружить места складирования отходов и тальвеги, по которым фекальные воды устремляются в

водоем, причем установить данный факт не вероятно (овраги, по которым может осуществляться загрязнение), а в реальности (овраги, по которым осуществляется загрязнение) (рис. 3). Это же относится к другим объектам животноводства, промышленным и канализационным стокам, местам несанкционированного складирования отходов всех видов и другим локальным источникам загрязнения.

В совокупности с информацией о площадных антропогенных воздействиях в рамках водосборного бассейна (распашка, выпас скота, мелиорация, рекреация, вырубка лесов и т. п.), которую можно обнаружить на снимках с более низким разрешением (2,5-15 м), обеспечивается получение объективной интегрированной картины состояния водосбора и водоохраной зоны, а также появляется возможность осуществлять прогнозы и планировать природоохранные мероприятия.

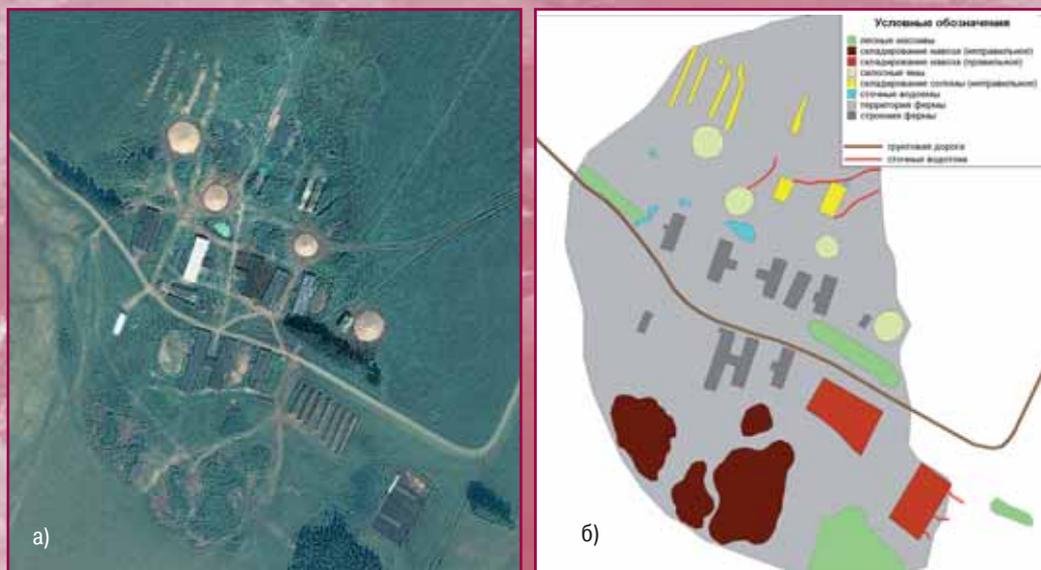


Рис. 3.

а) Молочно-товарная ферма в бассейне р. Белая (Республика Башкортостан) на снимке с КА IKONOS (улучшенное цветное изображение в естественных цветах с разрешением 1 м)

б) Источники загрязнения, выявленные по снимку

## **МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ МАССЫ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БИОЛОГИЧЕСКОГО, ХИМИЧЕСКОГО И ТЕПЛООВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АКВАТОРИЙ**

Важным направлением применения данных ДЗЗ из космоса является мониторинг экологического состояния водных объектов. Технология такого мониторинга включает предварительную обработку космических снимков (радиометрическую калибровку, атмосферную коррекцию) и их автоматизированное дешифрирование (спектральные классификации, вычисление индексов, автоматическую векторизацию). Результаты дешифрирования оформляются в виде серий оперативных тематических карт и становятся информационной базой специализированных геоинформационных систем.

Экологическое состояние водного объекта характеризуется рядом признаков, которые лучше или хуже проявляют себя на космических снимках. Здесь наиболее перспективен анализ мультиспектральных снимков, по которым хорошо выявляются и количественно измеряются объемы механических взвесей и биогенных элементов. Для большинства водохранилищ актуальна проблема ухудшения свойств воды в результате эвтрофирования – резкого повышения биологической продуктивности зеленых водорослей (чаще всего антропогенно-спровоцированного), приводящего к негативным последствиям для всей экосистемы водоема. Выявить наличие этого процесса и его стадии развития возможно, изучая изменения спектральных характеристик на серии мультиспектральных снимков. Выборочные полевые исследования, проводимые на акватории, позволяют беспрепятственно перейти к численным показателям объема взвешенных частиц как в случае механического, так и в случае биологического загрязнения.

Очень часто возникает вопрос: можно ли по космическим снимкам определять химический состав водоема, оценивать содержание того или иного вещества в воде? Ответ отрицательный – напрямую, на базе современной аппаратной и алгоритмической базы ДЗЗ – нельзя. Другое дело, когда речь идет о косвенных определениях, интерполяции. Здесь широкое поле для экспериментов – вышеописанное биологическое загрязнение водоемов обусловлено накоплением в водной массе соединений так называемых биогенных веществ – соединений фосфора и азота, и само становится факто-

ром резкого снижения содержания кислорода в воде, повышения pH, выпадения в осадок карбоната кальция, гидроокиси магния. Естественно, что содержание всех этих веществ имеет прямую или обратную пространственную корреляцию с объемом биологической взвеси и на основе выборочного отбора проб на химический анализ может быть оценено и зафиксировано картографическими методами по всей акватории водоема. Это же относится и к соотношениям концентраций механических взвесей, попадающих в водоем из промышленного стока с содержанием техногенных химических веществ, например, микроэлементов. Зная концентрацию взвеси и типичное содержание в ней того или иного элемента (определенную путем отбора проб), можно построить карту распределения элемента в приповерхностном слое воды.

В отличие от определения уровня химического загрязнения, задача теплового мониторинга водоемов теоретически представляется предельно простой. Фиксация излученной радиации в дальней инфракрасной зоне спектра (8-13 мкм), позволяет свободно переходить к числовым значениям температуры (для большинства функционирующих на орбите съемочных систем погрешность определения температуры не превышает 1-1,5°C). Столь радужная картина быстро рассеивается при переходе от теории к практике – оказывается, на околоземной орбите функционируют лишь четыре спутника, оснащенные радиометрами, позволяющими определять температуру. Из них только три – ASTER, установленный на КА Terra, TM и TM+, работающие на КА Landsat-5 и Landsat-7, обладают довольно высоким пространственным разрешением (90, 120 и 60 м – соответственно). К сожалению, стратегия съемки Земли данными космическими аппаратами не позволяет считать их мониторинговыми в прямом смысле этого слова. Они не позволяют осуществлять съемку конкретных участков по требованию заказчика, а работают по системе, разработанной оператором спутниковой системы. Таким образом, нельзя гарантировать получение снимков на конкретные даты, а опыт использования снимков с этих трех КА показывает, что в течение года можно обеспечить лишь 3-8 кратную периодичность съемки любого интересующего объекта внутренних вод суши (с учетом облачности), что обычно для мониторинга бывает недостаточно. Четвертый – спектрометр MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), установленный на КА Terra и Aqua, в противоположность трем вышепере-

численным, позволяет осуществлять практически ежедневный (кроме облачных дней) тепловой мониторинг, за счет большой ширины захвата и низкого пространственного разрешения съемки (1 км на местности в тепловом диапазоне). Но низкое разрешение становится главным ограничением при использовании этих снимков для мониторинга водных объектов, позволяя осуществлять мониторинг только крупных водоемов и выявлять только существенные по масштабам изменения.

### МОНИТОРИНГОВЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ

Подчеркивая, что отдельные циклы мониторинга водных объектов можно реализовывать на базе данных ДЗЗ с разных космических аппаратов, отметим черты, которые должны быть присущи подлинно мониторинговой системе.

- Максимально возможная периодичность съемки (может достигаться за счет особенностей орбиты, отклонения съемочной аппаратуры от надира, широкой полосы захвата). Желательно наличие возможности ежедневной съемки.
- Возможность осуществления съемки на заказ, когда заказчик определяет конкретный водный объект и дату съемки.
- Наличие мультиспектральной съемочной системы для качественной оценки состояния водной массы и мониторинга водоохранной зоны.

Таким условиям в настоящее время отвечают три спутниковые системы: КА Terra и Aqua с радиометром MODIS, группировка из пяти спутников RapidEye и КА FORMOSAT-2.

Для решения задач экологического мониторинга крупных водных объектов вполне подходят данные, получаемые с радиометра MODIS, которые находятся в свободном доступе, бесплатно и практически в режиме реального времени распространяются Геологической службой США посредством сети Интернет. Радиометр MODIS имеет 36 спектральных каналов с 12-битным радиометрическим разрешением в видимом, ближнем, среднем и дальнем инфракрасном диапазонах, и выполняет регулярную съемку любой территории с пространственным разрешением 250 м, 500 м и 1 км. Для решения задачи оценки качества воды

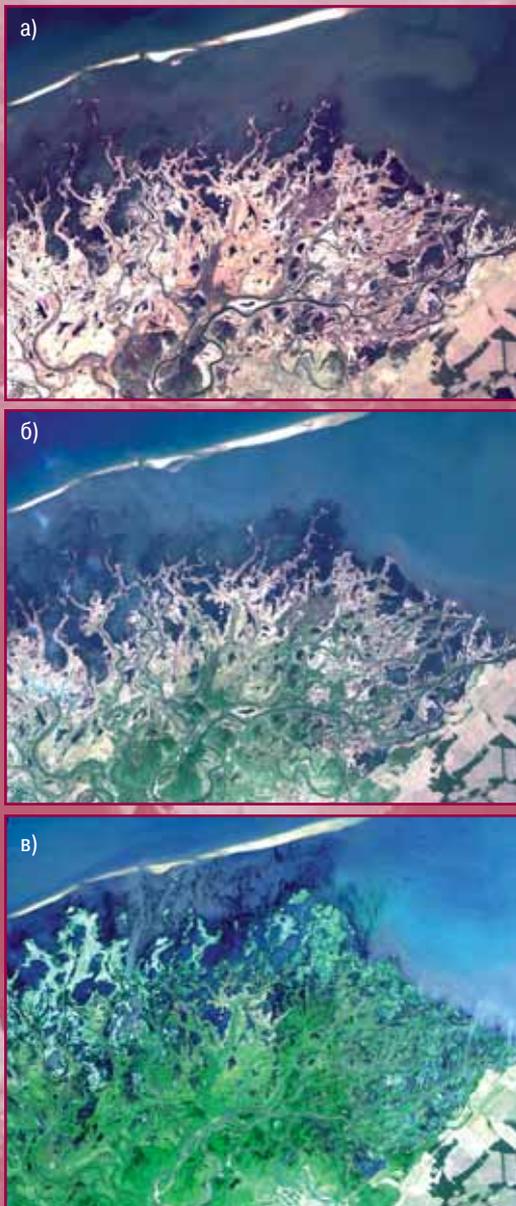


Рис. 4.

Серия снимков RapidEye за 2009 г. на дельту реки Селенга (Республика Бурятия; бассейн оз. Байкал): а) 24.05.2009 г.; б) 14.06.2009 г.; в) 16.07.2009 г.



Рис. 5.

Мультивременный композит снимков RapidEye с 24.05.2009 г. по 16.07.2009 г., отражающий изменения в отложении велекомых наносов и распространении тростниковых зарослей в дельте реки Селенга

наиболее информативной является сине-зеленая область спектральных каналов MODIS. Как уже упоминалось выше, низкое пространственное разрешение ограничивает применение данной мониторинговой системы только крупными водоемами и масштабными процессами, происходящими в них.

Лучший, на наш взгляд, выбор в плане мониторинга – использование группировки из пяти спутников RapidEye, которые были запущены 29 августа 2008 г. Группировка спутников позволяет выполнять съемку одного и того же района Земли с периодичностью 24 ч с ежедневной площадью покрытия 4 млн км<sup>2</sup>. Маневренность аппаратов, большие площади съемки, возможность ежедневного мониторинга, а также высокое пространственное разрешение (до 5 м) и широкая полоса съемки (77 км) делают использование данных, полученных с группировки спутников

RapidEye, особенно перспективными для задач мониторинга в разных отраслях, включая водное хозяйство (рис. 4, 5). Съемочные системы спутников, кроме четырех традиционных мультиспектральных каналов (синий: 0,44-0,5 мкм, зеленый: 0,52-0,59 мкм, красный: 0,63-0,685 мкм, ближний ИК: 0,76-0,85 мкм), располагают еще одним – «крайний красный» (0,69-0,73 мкм), что еще больше расширяет возможности применения космических снимков для мониторинга водной массы. Кроме того, высокое разрешение позволяет осуществлять мониторинг не только водной массы, но и береговых процессов, вплоть до локальных источников загрязнения.

Космический аппарат FORMOSAT-2 был запущен 20 мая 2004 г. космическим агентством Тайваня (National Space Organization – NSPO). Он предназначен для получения цифровых изображений земной

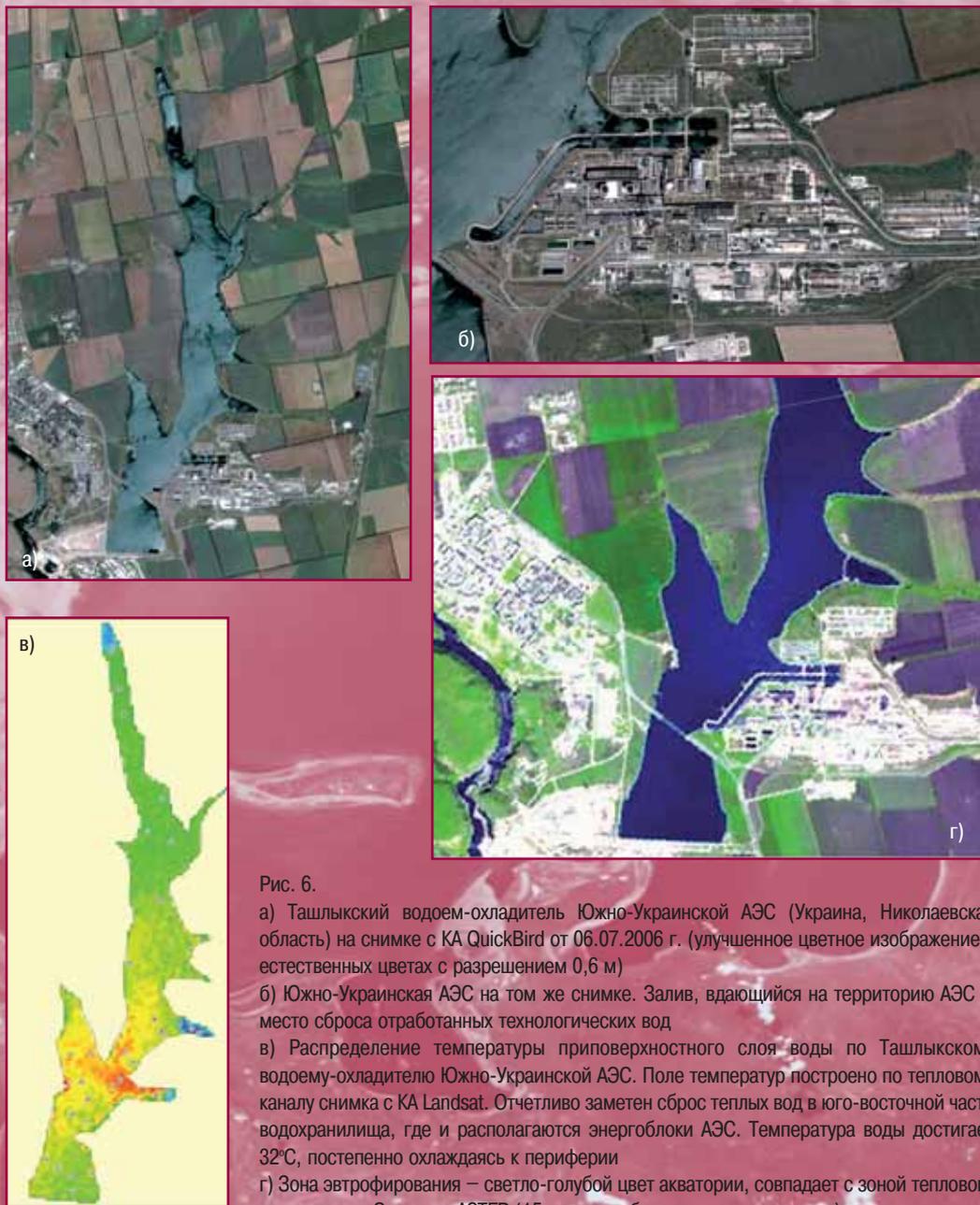


Рис. 6.

а) Ташлыкский водоем-охладитель Южно-Украинской АЭС (Украина, Николаевская область) на снимке с КА QuickBird от 06.07.2006 г. (улучшенное цветное изображение в естественных цветах с разрешением 0,6 м)

б) Южно-Украинская АЭС на том же снимке. Залив, вдающийся на территорию АЭС – место сброса отработанных технологических вод

в) Распределение температуры приповерхностного слоя воды по Ташлыкскому водоему-охладителю Южно-Украинской АЭС. Поле температур построено по тепловому каналу снимка с КА Landsat. Отчетливо заметен сброс теплых вод в юго-восточной части водохранилища, где и располагаются энергоблоки АЭС. Температура воды достигает 32°C, постепенно охлаждаясь к периферии

г) Зона эвтрофирования – светло-голубой цвет акватории, совпадает с зоной теплового загрязнения. Снимок с ASTER (15 м, цвета, близкие к естественным)

поверхности с пространственным разрешением 2 м в панхроматическом режиме и 8 м в мультиспектральном режиме. Основными преимуществами спутника являются маневренность (съёмочная система может выполнять съёмку с отклонением 45° от надира), возможность ежедневной съёмки одной и той же территории, а также более раннее прохождение над любой точкой Земли (9 ч 30 мин. утра по местному времени, тогда как у большинства спутников – 10 ч 30 мин.), что увеличивает возможность получения космических снимков без облаков.

Особенностью снимков с FORMOSAT-2 является небольшой размер сцены – 24x24 км, при относительно высокой цене.

Перспективен комплексный подход к мониторингу водоемов для решения практических задач с применением данных ДЗЗ. В качестве примера можно рассмотреть возможность решения задачи выявления основных техногенно-спровоцированных изменений водной массы и водосбора водоема-охладителя атомной электростанции.

С помощью данных космической съёмки высокого разрешения, например, с КА GeoEye-1 (пространственное разрешение в мультиспектральном режиме – 1,6 м) решается задача подробной и актуальной фиксации объектов и явлений на интересующей территории, в частности, четкое определение положения береговой линии водохранилища в меженьный период, точное установление площадных и линейных параметров водоема, выявление мелких по размерам, но важных, природных (овраги, промоины, карстовые западины, перелески, луговины и т. п.) и антропогенных (карьеры, ямы, свалки, фермы, строения, сады, лесополосы, пруды и т. п.) объектов в пределах бассейна. Повторяющиеся данные с космических аппаратов среднего разрешения Landsat и Terra/ASTER, а также низкого разрешения (радиометр MODIS) за несколько лет позволят изучить термический режим водоема, и на основе этого создать подробные карты и временные модели распределения температур по поверхности водохранилища (рис. 6).

Данные ДЗЗ RapidEye обеспечат изучение и картографирование распределения процессов эвтрофирования и распространения механического загрязнения, а также мониторинг состояния водоохранной зоны. Цифровые модели местности SRTM (с разрешением

на местности до 90 м) позволят изучить процессы, происходящие в пределах водосборного бассейна, обеспечивающего водохранилище, послужат базой для картографирования стока, развития овражной эрозии, определения рисков заиления, засоления водоема и т. д.

Решение этих задач с использованием технологий ДЗЗ из космоса имеет немаловажное значение в цепи мер по обеспечению безопасности атомной энергетики.

### **ОПЕРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ РЕЗУЛЬТАТОВ НАВОДНЕНИЙ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВО ВРЕМЯ НАВОДНЕНИЙ**

Решение данной задачи является одним из важных направлений применения данных ДЗЗ из космоса, заслуживающих отдельного изложения. Здесь же коротко отметим, что, безусловно, мониторинг половодий можно осуществлять с применением тех же оптико – электронных систем, которые мы охарактеризовали выше. Однако, богатый опыт, накопленный в данной сфере, показывает, что в районах наводнений практически всегда присутствует плотная облачность, что наталкивает на использование для решения этих задач данных радарных космических аппаратов, так как для радиолокационной съёмки, как известно, облачность не является помехой. КА TerraSAR-X (пространственное разрешение 1 м), RADARSAT-2 (3 м) и COSMO-SkyMed-1-3 (1 м) как нельзя лучше подходят для этих целей. Они оснащены современными радиолокационными системами с синтезированной апертурой, позволяющими выполнять съёмку земной поверхности с беспрецедентным для радарных спутников пространственным разрешением, что делает их, одним из наиболее совершенных инструментов дистанционного зондирования Земли. Таким образом, радиолокационные данные позволяют полностью решить задачи мониторинга половодий, а, частично, и их прогноз.

Вышеизложенные примеры, безусловно, не исчерпывают богатые возможности использования технологий ДЗЗ в сфере решения разнообразных водохозяйственных задач. Они еще раз подчеркивают несомненную перспективность использования данных ДЗЗ из космоса в этой важной сфере.