

Использование данных дистанционного зондирования Земли при инженерных изысканиях для проектирования и обустройства нефтяных месторождений



М.В. Антоненко, К.Г.Н
(ООО «НК «Роснефть»-НТЦ)»
А.В. Погорелов, Д.Г.Н,
Е.В. Кузнецова
(Кубанский гос. университет)

Адрес для связи: mvantonenko@rn-ntc.ru

Ключевые слова: Азовское море, береговая зона, мониторинг, спутниковый снимок, инженерные изыскания.

Experience of use of the data of remote sounding of the Earth at carrying out of engineering researches for designing and arrangement of oil deposits

M.V. Antonenko (Rosneft-NTC LLC, RF, Krasnodar),
A.V. Pogorelov, E.V. Kuznetsova
(Kuban State University, RF, Krasnodar)

E-mail: mvantonenko@rn-ntc.ru

Key words: the Azov Sea; coastal zone; monitoring; satellite image; engineering researches.

Efficiency of application of satellite pictures is shown at carrying out of engineering prospecting works. Questions, analyzed in this work have high importance in scientific, ecological and economical aspects.

Использование в крупных нефтяных компаниях данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяет качественно выполнять работу в довольно умеренные сроки. Космические снимки и аэрофотоснимки дают возможность быстро и экономично получать оперативную и точную информацию о состоянии наземных экосистем, атмосферы, поверхности земли и ее недр. Пространственное разрешение современных сканерных систем обеспечивает проведение как крупномасштабного экспресс-анализа состояния обширных территорий, так и детального анализа отдельных объектов. В данной статье рассмотрена возможность использования космических снимков при проведении инженерно-изыскательских работ для строительства, а также при проектировании и обустройстве нефтяных месторождений.

Применение спутниковых снимков высокого разрешения для создания ситуационных планов (масштабов 1:10000 и 1:25000)

Задача решалась путем автоматизированного дешифрирования спутниковых снимков высокого разрешения. В программных комплексах ArcGIS 9.3 и ERDAS IMAGINE 9.1, представителем которых в России является компания ESRI, заказанный снимок, охватывающий территорию Западной Сибири площадью 26 км², имеет разрешение 0,61 м и включает территорию одного из перспективных месторождений.

Полученные от фирмы-поставщика данные были переведены в местную систему координат, используемую для проектирования на данном месторождении, и ортотрансформированы с помощью имеющегося в комплекте к космическому снимку файла расширения *.grc в специализированном программном комплексе ENVI 4.1.

Далее проводилось камеральное визуальное дешифрирование снимка – определение четко распознаваемых элементов ситуации, элементов, требующих выборочного обследования на местности или определения характеристик распознаваемых объектов (маршрутное полевое дешифрирование), участков местности, на которых камеральное распознавание объектов невозможно или возможно в небольшом объеме (менее 40-50 %), а также необходимо выполнение сплошного полевого дешифрирования. При камеральном визуальном дешифрировании из космического снимка можно получить информацию о контуре крупных наземных объектов (домов, промышленных цистерн, складов и др.), дорогах как грунтовых, так и некоторых полевых, лесных. Более или менее хорошо можно различить контуры растительности, гидрологические объекты, эстакады, заболоченные территории и др.

Полевое дешифрирование можно выполнять вместе с работами по инженерно-геодезическим изысканиям. Оно необходимо для распознавания практически всех объектов, обнаруженных на снимке, поскольку информация на нем довольно условна, и по ней нельзя судить о таких деталях, как материал покрытия дороги, тип и высота растительности, назначение или материал зданий (сооружений) и др. Характеристики подобных объектов собирают только при полевым дешифрировании или из справочных материалов (материалы лесоустройства, технологические и эксплуатационные схемы инженерных сетей, обзорные схемы, предыдущие карты и планы и др.). Путем ортотрансформирования изображения можно определить взаимное положение, протяженность, площадь и конфигурацию объектов, расстояния и приблизительную ширину проезжей части дорог и др.

Таким образом, использование спутниковых снимков при камеральных работах с учетом полевого дешифрирования на местности позволяет создавать ситуационные планы масштаба 1:25 000, а при хороших условиях – 1:10 000. Для более детального изображения, необходимого для осуществления инженерных изысканий, требуется применение технологий, позволяющих создавать топографические планы масштаба 1:5000. Освоение данных технологий планируется в ближайшее время.

Применение данных ДЗЗ в качестве обзорной схемы при проведении исполнительной съемки на территории нефтяных месторождений

Использование космоснимков как высокого, так и среднего разрешения при полевых геодезических работах представляется вполне эффективным. Имея в наличии снимок среднего (спутниковые аппараты Aster, Landsat) или высокого (Quick Bird) разрешения, можно создать ортофотоплан, который будет содержать актуальную информацию о местности, что упрощает выполнение полевых геодезических работ (рис. 1). Специалистам, проводящим эти работы, удобно использовать актуальные (не более одно-, двухгодичной давности) космические снимки в качестве обзорных схем или дополнительных материалов к устаревшим топографическим картам и планам. В результате можно отследить произошедшие за определенный период времени изменения и более точно сориентироваться на местности.

Подобная практика применялась на объектах, расположенных в районах Крайнего Севера или на сильно заболоченных местностях. В ближайшей перспективе, видимо, рентабельным и эффективным будет применение спутниковых снимков как при камеральной обработке данных, так и при полевых геодезических изысканиях.

Применение спутниковых снимков при исследовании динамики береговой зоны Азовского моря

Перспективным направлением деятельности НК «Роснефть» является освоение месторождений на шельфе Черного, Азовского и Каспийского морей, а также на шельфе Камчатки. Повышению эффективности мониторинга береговых зон способствует внедрение современных методов обработки спутниковых снимков при выполнении геоморфологических исследований. Представленная в статье методика свидетельствует о целесообразности ее использования для решения задач экологического мониторинга побережья.

В последние десятилетия на побережье Азовского моря сложилась сложная геоэкологическая ситуация, требующая разработки и реализации системных мер экологической безопасности. Разработка каких-либо продуманных мер в качестве информационного обеспечения должна базироваться на результатах постоянно действующего ком-

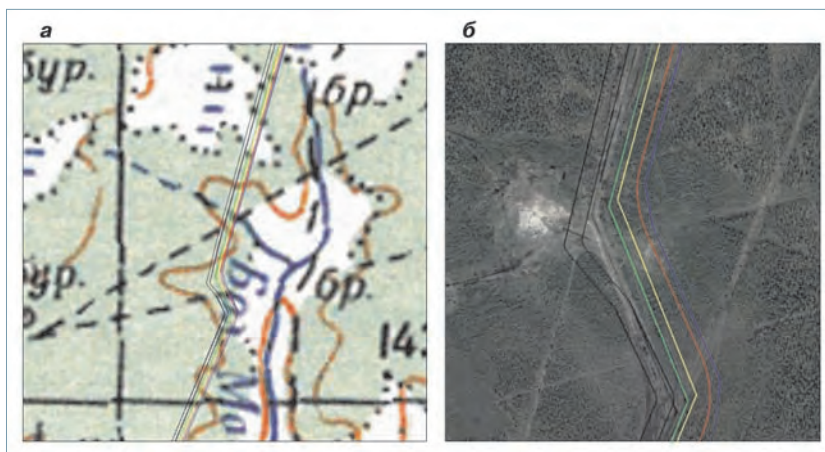


Рис. 1. Сравнение эффективности создания обзорной схемы по классической методике на основе устаревшего плана масштаба 1:100 000 (а) и с применением данных ДЗЗ (снимок Quick Bird) (б)

плексного мониторинга, охватывающего все аспекты взаимодействия ключевых природных и антропогенных процессов береговой зоны.

В последние десятилетия исследователи указывают на изменения некоторых гидрометеорологических компонентов Азовского моря: увеличение речного стока; повышение частоты западных ветров и волнений; рост повторяемости нагонов на фоне повышения среднего многолетнего положения уровня поверхности [1]. Подобные изменения влияют на интенсивность и направленность геоморфологических процессов в береговой зоне.

Объектом наблюдений является юго-восточное побережье Азовского моря между Куликовским и Соловьевским гирлами в районе Вербяной косы (рис. 2). Начиная с 50-60-х годов XX века, данная аккумулятивная форма испытывает дефицит наносов, что нашло отражение в размерах и морфологии пляжа и подводного склона. В районе Вербяной косы отмечались значительные темпы размыва берегов и отступления береговой линии, вследствие этого за 30-40 лет ширина Вербяной косы уменьшилась с 100-150 до 15-60 м. Вместе с тем многолетней динамике положения береговой линии на этом участке свойственны неодинаковые пространственные изменения и знакопеременные деформации [1].



Рис. 2. Снимок района исследований спутником ASTER, сделанный 02.07.01 г.

Метод дистанционного зондирования имеет преимущества по сравнению с наземными измерениями. Регулярные наземные геодезические съемки трудоемки и требуют достаточно больших финансовых затрат. Космические снимки расширяют возможности мониторинга береговой зоны и позволяют существенно уменьшить дефицит необходимых сведений о состоянии побережья. Опыт применения спутниковой информации для исследования береговой зоны и состояния акватории Азовского моря ограничивается определенным числом работ [2], но имеет перспективы расширения.

Геоморфологическим процессам в районе Вербной косы присуща достаточно высокая внутригодовая и межгодовая динамика, что дополнительно указывает на целесообразность использования космических снимков. Географические особенности природных и антропогенных процессов, свойственных экосистеме Азовского моря, в частности юго-восточному участку побережья, определяют задачи, которые можно решить с помощью материалов спутникового зондирования.

Существующая практика применения космических снимков для контроля состояния морского побережья ориентирована на:

- фиксацию изменений положения береговой линии с целью выделения областей устойчивой абразии (денудации), интенсивной и слабой аккумуляции;
- установление зон затопления береговой полосы штормовыми нагонами, создающими чрезвычайные ситуации.

Возможности использования таких снимков для контроля и оценки геоэкологического состояния Азовского моря гораздо шире и позволяют, например, включить в число контролируемых объектов не только побережье, но и акваторию, дельтовые участки с прямым и косвенным наблюдением за рядом геоэкологических характеристик.

Дешифрирование космических снимков обеспечивает точное проведение границ раздела береговой линии. Для дешифрирования объектов береговой зоны (в контактной области суша – вода) применяют визуальные и численные методы. Последние основаны на спектральных свойствах водной поверхности, которая обладает низкой яркостью в красном и ближнем инфракрасном диапазоне спектра [3]. В видимом диапазоне спектра она имеет более высокий коэффициент поглощения, чем суша. Это свойство позволяет все пиксели космического снимка разделить на два класса: «вода» и «не вода», достаточно точно определив границы водной поверхности.

Однако в воде многих водоемов и рек часто присутствует большое количество взвешенных органических и минеральных частиц. Это приводит к разнообразию яркостей, отраженных от акваторий различных водоемов, а также внутри акватории одного водоема и соответственно усложняет процедуру дешифрирования [3], однако в то же время дает представление о миграции наносов в береговой зоне.

Применению спутниковых данных предшествовало изучение имеющегося массива архивных снимков интересующего района. Для исследования состояния береговой зоны наиболее пригодны снимки сверхвысокого разрешения (около 1 м) спутников IKONOS и QuickBird (рис. 3), World

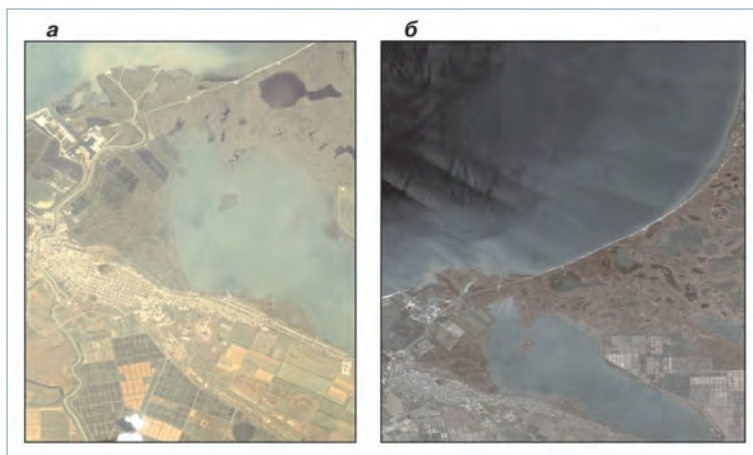


Рис. 3. Снимки спутника IKONOS (01.07.06 г.) западной части Вербной косы (а) и спутника QuickBird (11.05.03 г.) побережья между Куликовским и Соловьевским гирлами (б)

View-1, World View-2, GeoEye-1. Однако обзор материалов российского рынка показал, что архив снимков у поставщиков данных спутникового зондирования рассматриваемой территории недостаточен. Ограничения по датам съемки, пространственному охвату, качественным параметрам приводят к невозможности использования в настоящее время снимков сверхвысокого разрешения для мониторинга побережья Азовского моря.

Весьма перспективны снимки высокого разрешения (2,5-5 м) космических аппаратов ALOS, SPOT и IRS-P5, однако они пока ограничиваются единичными сценами, не позволяющими изучить динамику побережья. Кроме того, эти снимки получены при панхроматическом режиме съемки, что существенно затрудняет процедуру дешифрирования.

Авторами использованы снимки спутников серии LANDSAT и ASTER (см. рис. 2), удовлетворяющие требованиям временного охвата, периодичности съемки и качества исходных материалов. Снимки имеют относительно невысокое пространственное разрешение. Спутник ASTER позволяет проводить съемку земной поверхности в 14 спектральных диапазонах от видимого до дальнего инфракрасного диапазона с пространственным разрешением от 15 до 90 м. Из экспериментальных соображений применялись архивные снимки ресурсных спутников серии LANDSAT, уступающие по качеству снимкам спутника ASTER, но охватывающие период с 80-х годов XX века.

Критериями отбора снимков служили минимальная облачность, достаточная контрастность изображения, представительность разных сезонов, а также визуальная оценка распределения мутности воды. Циркуляция течений мелководного моря охватывает всю толщу воды, что часто приводит к ее взмучиванию и затрудняет точное определение границ распространения речных взвесей и береговой зоны. Так, на летних снимках отчетливо видно большое количество взвешенных частиц в водной массе на юго-западном фланге Вербной косы, которые поступают из рукавов дельты. Для достоверного определения количества речных взвесей рекомендуется выбирать снимки, сделанные в безветренный период [2]. На анализируемых снимках выявление береговой линии не представляло сложности.

Обработка снимков проводилась в программных комплексах ArcGIS 9.3 и ERDAS IMAGINE 9.1. Наиболее простой

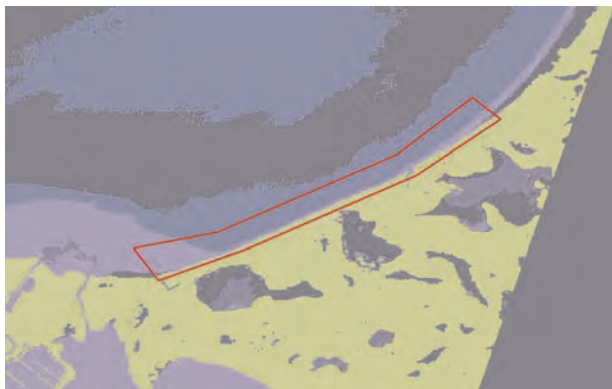


Рис. 4. Растровая модель, созданная в результате автоматизированного дешифрирования по снимку спутника ASTER (30.08.05 г.)

способ предварительной оценки динамики береговой зоны заключается в сравнении разновременных растров космических снимков для определения качественных изменений земной поверхности. Для этого целесообразно применить одну из функций сравнительного анализа растров Change Detection. Однако, несмотря на относительно невысокое разрешение имеющихся снимков, возможен также количественный анализ на основе описанных ниже процедур.

Обработка выполнялась в несколько этапов с целью получения количественных оценок динамики береговой зоны. На первом этапе в результате автоматизированного дешифрирования по заданным эталонам (море, пляж, заболоченные участки и др.) были созданы растровые модели (рис. 4). Принадлежность к определенному типу поверхности определялась по характерной спектральной яркости. На втором этапе для удобства проведения картометрических операций выполнялась векторизация полученных растров.

В данной статье авторы ограничились констатацией выполненных наблюдений, не пытаясь объяснить полученные показатели изменений состояния Вербяной косы. Однако при дальнейшей интерпретации результатов следует учитывать точность картометрических расчетов, связанную в первую очередь с разрешением снимков. Кроме того, весьма важными являются сезонные колебания и внутригодовые флуктуации уровня моря, влияющие на положение уреза воды и, следовательно, на конфигурацию косы.

Таким образом, использование космических снимков при проведении инженерных изысканий охватывает широкий спектр работ. В перечисленных пилотных проектах затронута лишь малая часть всех тех возможностей, которые предоставляют данные ДЗЗ. Однако и из них видно, что перспективы применения данной технологии очень высоки.

Выводы

1. Использование космических снимков при камеральных работах с учетом полевого дешифрирования на местности позволяет создавать ситуационные планы масштаба 1:25 000, а при хороших условиях масштаба 1:10 000.

2. При полевых геодезических работах использование этих снимков удобно в качестве обзорных схем и подложки под устаревшие планы.

3. Рассмотренный опыт обработки космических снимков свидетельствует о целесообразности их использования для решения задач экологического мониторинга побережья Азовского моря. Наиболее очевидное приложение спутниковых материалов – картометрические расчеты объектов береговой зоны, которые характеризуются точностью, позволяющей в первом приближении судить о многолетней динамике береговой линии и площади пляжа.

4. Сочетание наземных и дистанционных взаимодополняющих наблюдений – наиболее эффективный способ проведения мониторинга береговой зоны.

Список литературы

1. Артюхин Ю.В., Федорова С.И., Артюхина О.И. Геоморфологические аспекты возможных негативных последствий добычи нефти в береговой зоне юго-восточной части Азовского моря // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2006. – № 9. – С. 39–46.
2. Курбатова И.Е. Спутниковый мониторинг побережья Азовского моря – реальные возможности и специфика // Исследование Земли из космоса. – 2000. – № 3. – С. 34–56.
3. Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184 с.

References

1. Artyukhin Yu.V., Fedorova S.I., Artyukhina O.I., *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse*, 2006, no. 9, pp. 39–46.
2. Kurbatova I.E., *Issledovanie Zemli iz kosmosa*, 2000, no. 3, pp. 34–56.
3. Labutina I.A., *Deshifirovanie aerokosmicheskikh snimkov* (Interpretation of space images), Moscow: Aspekt Press Publ., 2004, 184 p.