

Көшім А.Ф., Ахмеденов К.М.,  
Габденов Н.Б., Сабырғалиев Н.Б.

**Задачи геоинформационных систем и дистанционного зондирования при разработке нефтегазового комплекса (на примере Карашыганакского месторождения)**

Деятельность современного нефтегазового комплекса требует широкого применения геопроостранственной информации и географических информационных систем (ГИС), которые позволяют решать многие задачи, начиная от проектных работ и экологического мониторинга до управления имуществом и территорией предприятий. Специалисты утверждают, что до 80% информации, связанной с производственной деятельностью, имеет пространственное распределение, что подчеркивает важность геопроостранственной информации, основным источником получения которой являются космические снимки.

ГИС дает возможность обработать информацию и о рельефе местности, полученную благодаря точным геодезическим исследованиям, появляется возможность прогнозировать потенциально возможные изменения рельефа, а также составить ряд рекомендаций для развертывания последующих работ.

**Ключевые слова:** нефтегазовый комплекс, геоинформационная система (ГИС), геопроостранственная информация, дистанционное зондирование, космические снимки, дешифрирование, картографирование.

Koshim A.G., Ahmedenov K.M.,  
Gabdenov N.B., Sabygaliev N.B.

**The objectives of information systems and remote sensing in the development of oil and gas complex (for example, Karashyganak field)**

The activities of the modern oil and gas industry requires extensive use of geospatial information and geographic information systems (GIS), which allow to solve many problems, ranging from the design work and environmental monitoring to the management of property and area businesses. Experts say that up to 80% of the information related to the production activity has a spatial distribution that emphasizes the importance of geospatial information, the main source of which are the satellite images.

GIS also provides an opportunity to process information on the terrain, obtained through the precise geodetic studies, it is possible to predict the potential of possible changes in topography, as well as to make a number of recommendations for the deployment of subsequent works.

**Key words:** oil and gas, Geographic Information System (GIS), geospatial information, remote sensing, satellite imagery, deciphering, mapping.

Көшім А.Ф., Ахмеденов К.М.,  
Габденов Н.Б., Сабырғалиев Н.Б.

**Мұнайгаз кешенін игерудегі геоақпарат жүйесі және арақашықтықтан зерделеу мәліметтерінің міндеттері (Қарашығанақ кен орны мысалында)**

Бүгінгі күндердегі мұнай-газ кешенінің қызметі геокеңістікті ақпаратты және геоақпарат жүйесін кеңінен қолдануға талап етеді. Олар көптеген міндеттерді шешуге көмектеседі: жоба жұмыстарынан және экологиялық мониторингтен бастап аймақпен басқару мен мүліктерін сақтауға дейін. Мамандар бойынша өндірістің қызметімен байланысты ақпараттың 80% кеңістікте таралған, ол геокеңістіктегі ақпараттың маңыздылығын дәлелдейді. Геокеңістіктегі ақпараттың негізі болып ғарыштық суреттер саналады.

ГАЗ жергілікті жер бедері туралы нақты геодезиялық зерттеулер арқылы алынған ақпаратты өңдеуге мүмкіндік береді, оның себебінен, бедердің өзгергенін болжауға және болашақта шаралар қолдануға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** мұнай-газ кешені, геоақпараттық жүйе, геокеңістікті ақпарат, арақашықтықтан зерделеу, ғарыштық суреттер, дешифрилеу, картографиялау.

## **ЗАДАЧИ ГЕОИН- ФОРМАЦИОН- НЫХ СИСТЕМ И ДИСТАЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФ- ТЕГАЗОВОГО КОМП- ЛЕКСА (НА ПРИМЕРЕ КАРАШЫГАНАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)**

### **Введение**

В настоящее время создаются принципиально новые геоинформационные ресурсы, ориентированные на использование перспективных технологий. К ним относятся высокоточные технологии спутникового позиционирования (GPS) для решения задач непрерывного измерения координат объектов, параметров объектов инфраструктуры и окружающей среды, включая исследования надежности грунтов, а также технологии геодезического и картографического обеспечения строительства и реконструкции объектов нефтегазовой отрасли и инженерных коммуникаций с использованием космических съемочных систем.

Использование ГИС кардинально упрощает и упорядочивает сбор и хранение информации, позволяет проводить полный пространственный анализ данных при решении общих и прикладных задач, таких, например, как разведка, сопоставление данных бурения по скважинам, контроль производства, прогноз нефте- и газоносности района, каталогизация сейсмичности, слежение за работой оборудования, природный мониторинг, составление общих и специализированных карт и многое другое.

После проведения прогнозирования разрабатывается изыскательная программа, основой которой является точная базовая карта. Космические снимки и ГИС дают возможность создания цифровых базовых карт с помощью векторизации бумажных карт, полевой геодезии и систем спутниковой привязки (GPS) [1].

Одним из районов, где на основе ГИС и ДЗЗ были составлены карты динамики изменения рельефа – это Карашыганакское месторождение в Западном Казахстане (рис. 1).

### **Район исследования**

Карачаганакское нефтегазоконденсатное месторождение было открыто в 1979 году, имеет площадь свыше 200 км<sup>2</sup> и является одним из самых продуктивных в мире по добыче нефти и газа. Месторождение расположено в Бурлинском районе Западно-Казахстанской области Республики Казахстан, в 30 км к северо-востоку от города Аксай, в 150 км к востоку от города Уральск.

Месторождение отличается сложным геологическим строением, значительным изменением рабочего давления на устье скважины различных объектов разработки, значительными колебаниями пластового состава по объектам разработки высоким содержанием конденсата от 490 до 1000 г/м<sup>3</sup> и токсичных коррозионно-активных элементов.

Начальный уровень запасов Карашыганакского месторождения составляет 1,35 триллион кубометров газа, а также 1,2 миллиарда тонн нефти, газового конденсата. В 2007 году добыча нефти и газового конденсата составила 11,6 миллионов тонн, а газа – 14,2 миллиарда кубометров. Газоконденсатно-нефтяная залежь приурочена к докунгурскому пористо-кавернозному рифу нижней перми и трещиноватым доломитам и известнякам среднего и нижнего карбона. Поднятие представляет из себя рифовую постройку, которая имеет высоту до 1,7 ки-

лометров. Залежь здесь массивная, нефтегазо-конденсатная.

Высоты газоконденсатносодержащей части достигают местами 1600 метров, а толщина нефтяного слоя составляет 200 метров. Продуктивные отложения здесь начинаются от верхнего девона и до нижней перми. Глубина залегания кровли залежи – 3700 – 5360 м. Пластовое давление – 55-60 МПа. Содержание метана – 83,2%, тяжёлых углеводородов – 8,5%, углекислого газа – 5,1%, сероводорода – 3,2%. Плотность конденсата изменяется от 778 и до 814 кг/м<sup>3</sup>, а плотность нефти – от 810 и до 888 кг/м<sup>3</sup>. Давление газа в пласте – 600 атмосфер [2].

В 35 км к северо-востоку от месторождения проходит газопровод Оренбург-Западная граница, а в 160 км к западу пролегает нефтепровод Атырау – Самара. От месторождения проложены газо- и конденсатопроводы протяженностью 130 км до Оренбургского ГПЗ.



Рисунок 1 – Территория Карашыганакского месторождения

### Исходные данные и методика исследования

Получение и обработка геопространственных данных является наиболее трудоемкой частью работ по созданию ГИС. Наиболее перспективными средствами получения данных являются космические съемочные и навигационные системы, которые обеспечивают все более высокую точность и детальность информации.

Исходные геопространственные данные, необходимые для создания ГИС, были получены нами, в основном, наземными системами GPS.

Космические данные, как архивные, так и новые, были получены в результате заказа по интернету на сайте <http://landsat.usgs.gov/index.php>. На этом сайте заранее были заказаны снимки, данные которых были получены на указанный район, в оговоренный период времени, с заданной облачностью и с требуемым пространственным

и спектральным разрешением: Landsat 4-5 TM (30 м), 1987 г. (начало освоения месторождения) и Landsat8OLI (2014 г. – современный период) (США) цифровые снимки, мультиспектральная зона, пространственное разрешение – 30,0 м

Снимки были обработаны (автоматизированное дешифрированы) в программе ENVI 4.7 и переведены для компоновки и построения легенды в ArcGIS 9.2.

### Результаты и обсуждения

Нами для наблюдения динамики рельефа земной поверхности вокруг месторождения были применены разновременные космоснимки, по которым был сделан анализ преобразования рельефа за период эксплуатации месторождения.

Для анализа и картографирования динамики изменения территории месторождения на сайте *glovis.usgs.gov* нами были заказаны разновременные космоснимки КА Landsat, которая была создана специально для природно-ресурсного мониторинга различных территорий.

Особенностью выбора снимка Landsat4-5TM является его оптико-электронная камера TM и модернизированный сканер MSS (мультиспектральное сканирующее устройство). Камера TM позволяет формировать изображение в семи участках электромагнитного спектра с пространственным разрешением 30 м в видимом и инфракрасном диапазоне с шириной полосы обзора 185 км.

Для исследований используются снимки крупного масштаба, сделанные на различные моменты времени. Они должны охватывать всю исследуемую область, быть одного типа, например, видимого диапазона. Из всех возможных вариантов выбираются наиболее качественные снимки без облачного покрова, предназначенный для картографирования прибрежных водных поверхностей. Таковыми были получены снимки, сделанные в начале и середине летнего периода (19.06.2007 г. и 24.07. 2014 г.) с ПР 30 м. На полученных снимках нам удалось увидеть территорию всего региона.

Коррекция и географическая привязка снимков осуществлялась с помощью ArcGIS. Как известно, в большинстве случаев геометрия получаемых снимков сопровождается искажениями. Вследствие этого проведение точных измерений по снимку затруднительно. Для восстановления геометрии изображений проводится фотограмметрическая обработка снимка, в ходе которой устанавливается взаимно од-

нозначное соответствие между точками на снимке и аналогичными точками, расположенными на земной поверхности. При этом устраняются геометрические искажения снимка [3].

В программном комплексе ArcGIS/ArcMap координатная (географическая) привязка в ArcMap осуществляется в несколько этапов, последовательность которых зависит от типа привязываемого материала. Нами привязка растров в ArcGIS осуществлялась при помощи инструментов с панели Пространственная привязка (Georeferencing). Для этого достаточно было знать координаты нескольких точек на растре или иметь векторные данные, которые можно потом сопоставить с данными на растре. После привязки космоснимков нами были определены границы различных типов рельефа.

При обработке космоснимков многие методы используют признаки спектральной яркости, поэтому в ходе автоматизированного дешифрирования решается задача определения количественных связей между спектральной яркостью и характеристиками объектов. Распределение пикселей по классам происходит в спектральном пространстве.

Используемая нами автоматизированная обработка основывается на том, что исследуемый объект характеризуется совокупностью количественных признаков его изображения, составляющих образ или сигнатуру. Изображение автоматически разбивается на элементы, для каждого из которых определяются численные значения признаков, образующих многомерный вектор. Задача классификации состоит в разделении пространства признаков на локальные области, соответствующие одному классу объектов. При этом программа выполняет достоверную классификацию при однозначном соответствии признаков объекту. Для повышения достоверности в добавление к спектральным признакам используются текстурные, учитываются форма и расположение объектов, информация об окружающих объектах. Эти признаки, дополняя спектральные, повышают надежность классификации [4, 5].

Обработка космоснимков исследуемой территории выполняется методом классификации в программе ENVI 4.7, в процессе которой автоматически выделяются 255 похожих цветов. Задачей классификации явилось разбиение группы объектов на количество классов *Number of Classes* (в данном случае 14 классов), число итераций *Maximum Iterations* и порог сходимости *Convergence Threshold*. Затем каждому классу присваивается определенный цвет.

На следующем этапе обработки с каждым выделенным классом связывается то или иное значение атрибутивного признака. Используя команду *Edit/AddAreaColumn*, можно вычислить площадь, соответствующую каждому выделенному классу (рис.3).

После разделения на классы (типов рельефа) каждый класс в формате ROI переводится в векторный слой с целью их использования для проведения пространственного анализа в ГИС. Векторный файл в ENVI в формате evf\* пересохраняем в шейп-файл (shp) для дальнейшей работы с ним.

Решение задач тематической обработки является этапом анализа изображения, прошедшего предварительную обработку, и конечной целью ставит реализацию процесса дешифрирования.

После перевода векторного файла снимка в шеп-файл работа продолжается в программе

ArcGIS/ArcMap, где по атрибутивной таблице снимка происходит распознавание объектов и группировка цветов, производится их объединение или разъединение по соответствующим признакам на классы. Затем по топооснове, сопоставляя объекты и используя интерпретацию комбинаций каналов данных Landsat 4-5TM, Landsat 7TM Landsat 8TM по трем каналам: 7,4,2, которые дают изображение, близкое к естественным цветам: сухостойная растительность выглядит оранжевым цветом, здоровая – ярко-зеленой, травяные сообщества – зелеными, розовые участки детектируют открытую почву (или залежи), коричневые и оранжевые тона характерны для нарушенных территорий. По данным характеристикам мы находим соответствующие объекты на космоснимках исследуемой территории и классифицируем их (рис. 2) [6].

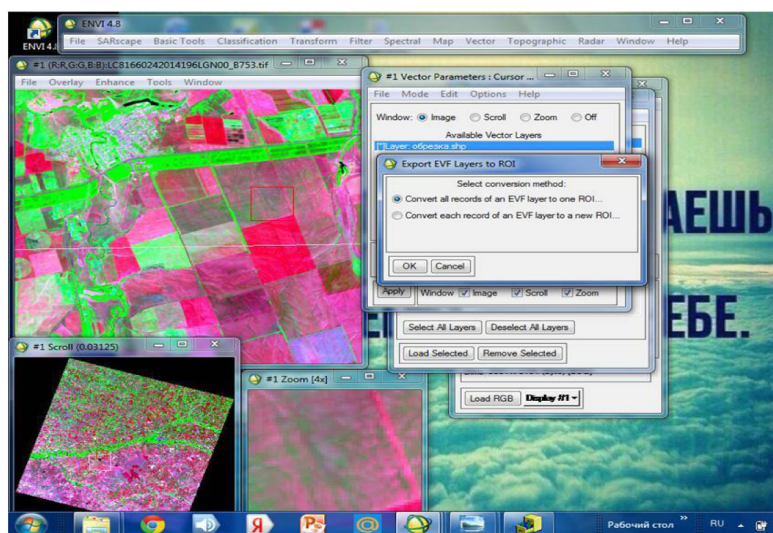


Рисунок 2 – Процесс обработки, классификации космоснимка в программе ENVI 4.7.

Для проверки правильности интерпретации информации, полученной на основе показаний программы, нами были использованы материалы проведенных полевых исследований, т.к. для оценки точности полученных результатов необходимо знать фактическое состояние наблюдаемых участков.

Таким образом, на исследуемой территории были выделены 6 классов (по снимку 1987 года) и 7 классов (2014 г.) соответствующие определенному типу или формам рельефа или комплексу ландшафтов и были составлены карты района исследования (рисунок 3, таблица 1) со следующими типами земель:

- 1 класс – территория населенных пунктов (оранжевый цвет);
- 2 класс – водные объекты (синий цвет);
- 3 класс – здоровая растительность (участки поймы рек) (светло-зеленый цвет);
- 4 класс – сельскохозяйственные угодья (темно-зеленый цвет);
- 5 класс – залежи или распаханые участки (розовый цвет);
- 6 класс – сбитые и нарушенные территории (коричневый цвет);
- 7 класс – антропогенные участки (оголенные участки) (светло-желтый).



**Рисунок 3** – Карты динамики рельефа Карашыганакского месторождения (составлены на основе космоснимков 1987 г. и 2014 г.)

**Таблица 1** – Динамика изменения рельефа в районе Карашыганакского месторождения (данные по дешифрированию космоснимков Landsat 4-5 TM (30 м), 1987 г. и Landsat 8 OLI (2014 г.)

| Классы | 1987 г.  | 2014 г.   |
|--------|--|---|
| 1      | Территория населенных пунктов – 0,1%   | Территория населенных пунктов – 0,1                                       |
| 2      | Водные объекты (речки, озера) – 1%   | Водные объекты (речки, озера) – 0,6 %                                     |
| 3      | Здоровая растительность и сельскохозяйственные угодья (посевные участки, растительность поймы рек) – 60% | Здоровая растительность (посевные участки, растительность поймы рек) – 5% |
| 4      |  | Участки сельскохозяйственных угодий) – 10%                                |
| 5      | Залежи или распаханые территории – 30 %  | Залежи или распаханые территории (сельхозугодья) – 5%                     |

|   |  |   |
|---|--|---|
| 6 | Сбитые участки – 4%  | Сбитые и сильно нарушенные территории (не покрытые растительностью – открытая почва) – 30%                            |
| 7 | Антропогенные участки (оголенные участки: территории промышленных объектов, дороги, месторождения, трубопровод) – 5% | Антропогенные участки (оголенные участки: территории промышленных объектов, дороги, месторождения, трубопровод) – 30% |

## Выводы

Таким образом, карты, составленные по космическим снимкам, как правило, более подробны, лучше отображают пространственные закономерности распределения исследуемых объектов. Однако полнота и достоверность их содержания обеспечиваются привлечением дополнительных источников, совместно с которыми и используются снимки при картографировании

На полученных картах хорошо прослеживается динамика изменения рельефа в районе Карашыганакского месторождения с момента открытия по настоящее время (таблица 1). Если на карте 1987 года в районе месторождения преобладает, в основном, естественная растительность, то уже в 2014 году – большая часть территории нарушена и представляет оголенные участки, т.е. почти за 27 лет разработки месторождения территория сильно подвержена антропогенному воздействию:

Водные объекты уменьшились почти на половину (0,4%), некоторые русла рек высохли в 2014 году (хорошо заметно на картах).

Площадь здоровой растительности вместе с сельскохозяйственными посевами уменьшилась на 45%, почти на половину.

Залежи и распаханые территории уменьшились на 25 %.

Площади сбитых и антропогенно-нарушенных участков увеличились от 5% до 60% за период освоения месторождения.

Все эти приведенные данные говорят об усилении антропогенной нагрузки на природные компоненты из-за интенсивной разработки месторождения Карашыганак.

Как видим, в нефтегазовой отрасли ГИС и космические снимки применяются для решения и других задач. В данной работе мы попытались показать динамику изменения рельефа в районе Карашыганакского месторождения с момента открытия по настоящее время.

## Литература

- 1 Электронный ресурс: <https://innoter.com/markets/868>
- 2 Электронный ресурс /<http://www.neftegaz.kz/> Карачаганакское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ).
- 3 Токарева О. С. Обработка и интерпретация данных ДЗЗ. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 148 с.
- 4 Электронный ресурс: <http://psa.kz/projects/210/Карачаганак>.
- 5 Книжников Ю.Ф., Тутубалина О.В., Кравцова В.И. Аэрокосмические методы географических исследований. – М.: Академия, 2004. – 372 – с.
- 6 Лабутина И.А. Космические снимки на расшифровку. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184 с .

## References

- 1 Jelektronnyj resurs: <https://innoter.com/markets/868>
- 2 Jelektronnyj resurs /<http://www.neftegaz.kz/> Karachaganakskoe neftegazokondensatnoe mestorozhdenie (NGKM).
- 3 Tokareva O. S. Obrabotka i interpretacija dannyh DZZ. – Tomsk: Izd-vo TPU, 2010. – 148 s.
- 4 Jelektronnyj resurs: <http://psa.kz/projects/210/Karachaganak>.
- 5 Knizhnikov Ju.F., Tutubalina O.V., Kravcova V.I. Ajerokosmicheskie metody geograficheskikh issledovaniy. – М.: Akademiya, 2004. – 372 s.
- 6 Labutina I.A. Kosmicheskie snimki na rasshifrovku. – М.: Aspekt Press, 2004. – 184 s.