Павел Евгеньевич КАРГАШИН[1]
Платон Сергеевич ЯСЕВ[2]

УДК 528.87+528.94

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ ХОХРЯКОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

[1] кандидат географических наук, доцент
кафедры картографии и геоинформатики,
географический факультет,
Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова
p.e.kargashin@mail.ru

[2] студент кафедры картографии и геоинформатики,
географический факультет,
Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова
yasevplaton@yandex.ru

Аннотация

Нефтегазовая промышленность в России является одной из ключевых отраслей экономики, в связи с чем изучение территорий, связанных с этим видом хозяйственной деятельности, имеет большую важность. В данной статье на примере Хохряковского нефтяного месторождения приведены результаты исследования промышленного освоения территории на основе данных дистанционного зондирования, методов картографии и геоинформатики. Последовательное дешифрирование серии космических снимков за период с 1985 по 2015 г. позволило получить информацию о состоянии инфраструктуры месторождения по отдельным временным срезам. Результатами исследования представлены серией карт инфраструктуры месторождения по состоянию на разные даты. Также создан анимационный ролик, который показывает промышленное освоение ис-

Цитирование: Каргашин П. Е. Картографирование промышленного освоения худруковского нефтяного месторождения / П. Е. Каргашин, П. С. Ясев // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2016. Т. 2. № 4. С. 20-32.
DOI: 10.21684/2411-7927-2016-2-4-20-32

следуемого участка. Выполненный анализ изменений, произошедших на территории за 30-тилетний период, позволил выявить ряд этапов освоения месторождения, проследить темпы и динамику изменения количества техногенных объектов, а также занимаемых ими площадей. Полученные выводы подтверждаются официальной информацией.

Ключевые слова

Картографирование, нефтяное месторождение, динамика, карта, анимация, Хохряковское месторождение.

DOI: 10.21684/2411-7927-2016-2-4-20-32

Введение

Российская Федерация обладает огромными запасами нефти и газа. Для нефтегазовой промышленности характерна обширная география и длительная история развития. Обеспечение этой отрасли качественными картографическими материалами позволяет компаниям осуществлять эффективный удаленный мониторинг объектов. Рассмотрение развития территории нефтяных месторождений во времени представляется полезным как добывающим компаниям для сопоставления планов и фактических результатов, так и организациям, занимающимся оценкой воздействия инфраструктуры месторождений на окружающую среду. Наиболее оптимальным вариантом решения такого рода задач можно считать визуализацию освоения территории с помощью разновременных карт или мультимедийных представлений, создание которых, в свою очередь, опирается на базы разновременных пространственных данных.

Целью настоящей работы является изучение и картографирование промышленного освоения Хохряковского нефтяного месторождения по серии разновременных снимков, полученных со спутников космической программы Landsat.

Описание территории

Хохряковское нефтяное месторождение находится в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского Автономного округа, в 163 км к северо-востоку от г. Нижневартовск. Открыто в 1972 г. и разрабатывается с 1985 г. Месторождение относится к Васюганской нефтегазоносной области и входит в Хохряковскую группу наряду с Пермяковским, Кошильским и Колик-Еганским месторождениями. С точки зрения природных особенностей данная территория представляет собой слабопересеченную сильно заболоченную равнину на водоразделе рек Колик-Еган, Сабун и Вах. Растительность территории представлена в основном травяно-сфагновыми и кустарничково-сфагновыми болотами с небольшой долей лесов вдоль рек. Преобладающие древесные породы: кедр, ель, береза и сосна [2; 3].

Исходные данные и метод исследования

Для изучения промышленного освоения Хохряковского месторождения было выбрано 9 снимков со спутников космической программы Landsat [14]. Данные дистанционного зондирования получены с геопортала Геологической службы США [6]. В таблице 1 представлены характеристики использованных в работе снимков.

При выборе снимков наиболее важными критериями были: 1) минимальный процент площади сцены, покрытой облаками; 2) отсутствие облачности над территорией месторождения; 3) бесснежный период, а именно с конца июня по середину сентября; 4) разрыв между датами съемки 2-4 года. Таким образом, серия снимков охватывает период с начала разработки месторождения в 1985 г. по середину 2015 г., т. е. практически весь период промышленного освоения территории. Ключевым объектом дешифрирования являются техногенные объекты нефтяного месторождения, обеспечивающие извлечение, сбор, промышленную подготовку сырья, а также объекты, выполняющие вспомогательные функции. Количественный состав и соотношение объектов разных типов не остается неизменным на протяжении существование месторождения, что показано на примере Хохряковского нефтяного месторождения.

Для выявления изменений техногенных объектов на территории с 1985 по 2015 г. был выбран метод последовательного визуального дешифрирования каждого из снимков, суть которого описана в [11]. В контексте исследования данный метод можно описать следующим образом: 1) создается схема дешифрирования в векторном формате по первому снимку серии (1985 г.); 2) она сопоставляется со следующим снимком и в случае изменений обновляется. Так

Таблица 1

Характеристики использованных снимков

Table 1

The characteristics of the snapshots

Спутник	Съемочная аппаратура	Дата съемки	Процент площади, покрытой облаками	Высота солнца	Азимут солнца
Landsat-5	TM	25.06.1985	0%	50°	151°
Landsat-5	TM	17.07.1987	0%	47°	150°
Landsat-5	TM	26.08.1990	6%	37°	153°
Landsat-5	TM	04.07.1994	11%	48°	147°
Landsat-5	TM	14.09.1997	0%	30°	160°
Landsat-7	ETM+	12.07.2000	2%	49°	158°
Landsat-5	TM	21.07.2006	0%	48°	159°
Landsat-5	TM	20.06.2009	15%	51°	158°
Landsat-8	OLI	21.06.2015	0%	51°	162°

продолжается до тех пор, пока на обновленной схеме дешифрирования не будет зафиксировано состояние территории на последний из моментов наблюдений (2015 г.). Обоснованием выбора этого алгоритма послужило большое количество снимков, различия съемочной аппаратуры и условий съемки, которые бы неизбежно внесли значительные ошибки при использовании автоматизированного метода совместного дешифрирования [9; 13; 15]. Вся работа осуществлялась в программном продукте ArcGIS 10.1.

На подготовительном этапе были выделены основные группы техногенных объектов месторождения, исходя из практики нефтегазодобычи [1; 4; 10] и исследования территории по вспомогательным материалам, в том числе космическим снимкам сверхвысокого разрешения. Были выделены следующие группы техногенных объектов, присутствующие на территории: кустовые площадки, прочие технические площадки, включая Хохряковский центральный пункт сбора и факельные установки, техногенные водоемы, гидроотвалы, дороги и трубопроводы.

Помимо исследования объектов дешифрирования был выбран оптимальный вариант синтеза каналов снимков, а также определен масштаб картографирования. В процессе работы использовался предыдущий опыт идентификации объектов нефтегазовых месторождений по космическим снимкам [8]. Наиболее пригодным для выделения описанных выше объектов стал следующий вариант синтеза каналов: средний инфракрасный — красный — синий (531 для спутников Landsat-5 и 7; 642 для спутника Landsat-8), а также синтез в псевдоцветах: ближний инфракрасный — красный — зеленый (432 для спутников Landsat-5 и 7; 543 для спутника Landsat-8). На основании [12] и изучения вариантов возможных форматов будущих карт был выбран масштаб 1:100 000.

Следующим этапом в процессе исследования стала разработка структуры базы геоданных (Рис. 1) и ее наполнение. Следуя терминологии ArcGIS, база данных состоит из 9 наборов пространственных объектов (year_1985, year_1987 и т. д.), каждый из которых содержит несколько классов пространственных объектов, которые в совокупности отражают состояние инфраструктуры месторождения на определенный временной срез.

Наполнение базы данных осуществлялось путем визуального дешифрирования каждого снимка. В ручном режиме были векторизованы все обозначенные выше объекты. В ходе работы использовались как прямые дешифровочные признаки (яркость, форма), так и косвенные. В результате получено 9 схем дешифрирования в масштабе 1:100 000, отражающих состояние инфраструктуры Хохряковского месторождения за разные годы.

Визуализацию промышленного освоения территории было решено представить в двух формах: 1) серия карт промышленной инфраструктуры месторождения по состоянию на разные даты; 2) анимация промышленного освоения территории как цельный электронный картографический продукт, позволяющий наглядно показать произошедшие за исследуемый период изменения.

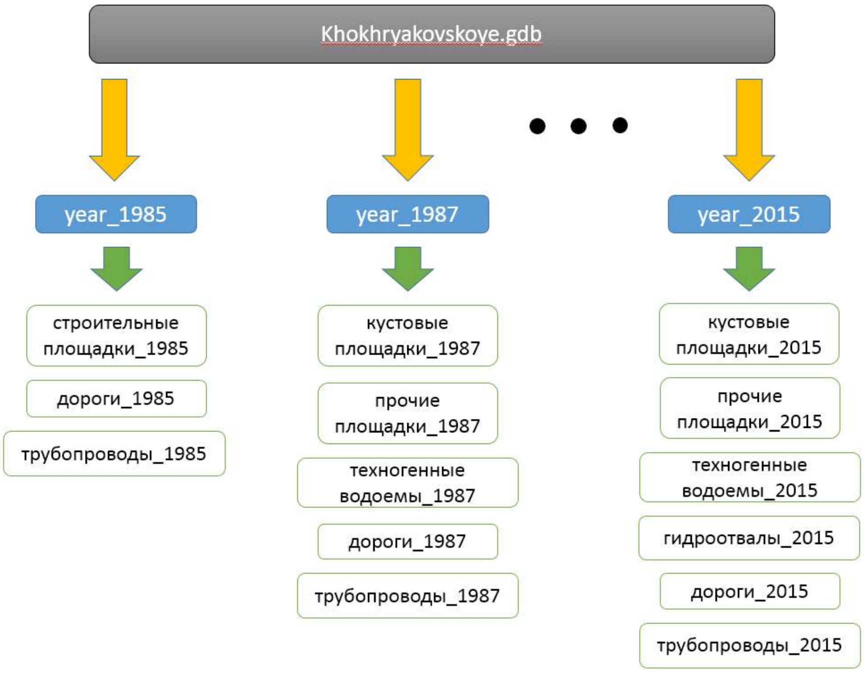

Рис. 1. Структура базы геоданных Khokhryakovskoe.gdb

Fig. 1. The structure of the geo-database Khokhryakovskoe.gdb

В качестве картографической основы для карт и анимации послужил результат классификации снимка 1985 г. и его последующей обработки. Алгоритм создания картографической основы на базе автоматизированного дешифрирования в программе ArcGIS 10.1 описан в [5], его можно разделить на 4 этапа:

1. классификация снимка;
2. фильтрация изображения;
3. преобразование растрового изображения в векторный формат;
4. окончательное редактирование.

В ходе работы были выделены следующие природные объекты: леса, болота, озера и реки. Процесс создания картографической основы представлен на Рис. 2.

Объединение схем дешифрирования и картографической основы позволило создать серию карт промышленной инфраструктуры Хохряковского нефтяного месторождения по состоянию на разные даты. Всего в серию вошли, в соответствии с использованными снимками, 9 карт масштаба 1:100 000, отражающих состояние территории за период с 1985 по 2015 г. Все карты были созданы в программном продукте ArcGIS 10.1 и оформлены в векторном графическом пакете Adobe Illustrator CC. Карты согласованы в геометрическом и тематическом отношении. Они имеют единую математическую основу и оформление. Уменьшенная копия карты, отражающей состояние территории на момент 2015 г., представлена на Рис. 3.

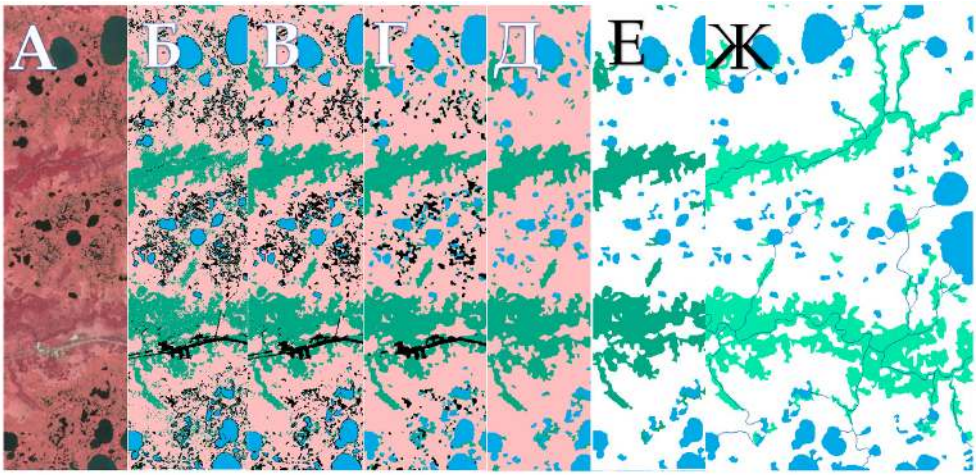

Рис. 2. Создание картографической основы путем автоматизированного дешифрирования снимка 1985 г. Обозначения: А — снимок от 25.06.1985 в синтезе псевдоцветов; Б — результат классификации методом максимального правдоподобия; В, Г, Д — результаты последовательного применения инструментов фильтрации классифицированного растрового изображения; Е — картографическая основа в векторном формате, отредактированная вручную; Ж — картографическая основа с наложенным слоем водотоков, выделенных визуально по снимку 2015 г.: зеленый цвет — леса, белый — болота, синий — озера и реки

Fig. 2. The creation of a cartographic basis through the automated interpretation of a 1985 snapshot Notes: А — shot from June 25, 1985 in the synthesis of pseudocolor; Б — the classification result of the maximum likelihood method; В, Г, Д — the results of the consistent application of the tools for filtering a classified bitmap; Е — cartographic basis in the vector format edited manually; Ж — cartographic base overlaid with a streams layer visually allocated according to the 2015 snapshot: green is for forests, white — marshes, blue — lakes and rivers

Помимо серии карт, одним из картографических результатов исследования стала анимация промышленного освоения территории, созданная на основе серии карт в программном пакете Adobe Flash Professional. Одним из преимуществ данного вида картографической продукции является его наглядность. Плавная смена карт, отражающих различные состояния месторождения, позволяет проследить за тем, что происходило на территории за 30-тилетний период освоения. Внедрение в анимацию так называемых «динамических ареалов» (полупрозрачных кругов и эллипсов разного цвета) позволяет акцентировать внимание на изменяющихся областях (Рис. 4).

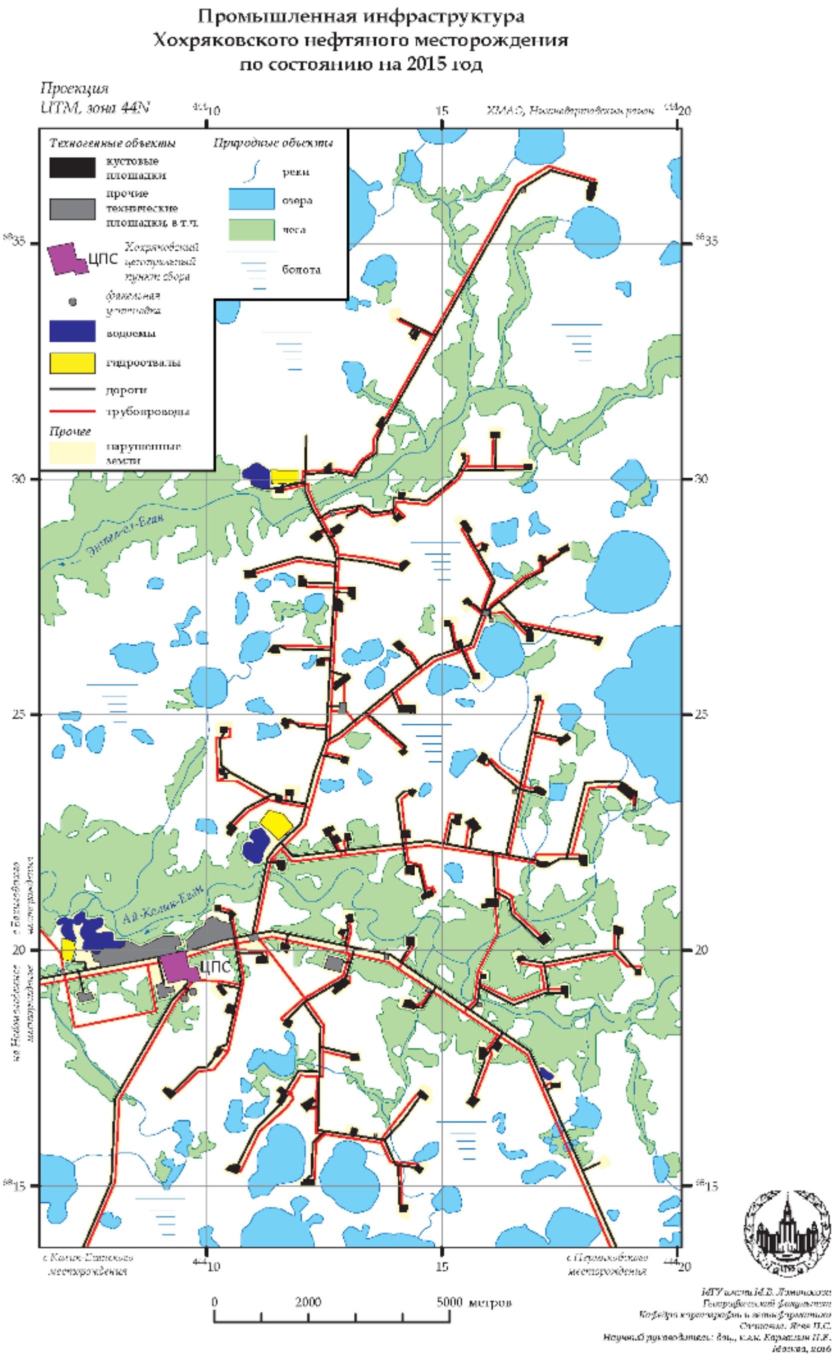

Рис. 3. Уменьшенная копия карты промышленной инфраструктуры Хохряковского нефтяного месторождения по состоянию на 2015 г.

Fig. 3. The reduced copy of the industrial infrastructure map of the Khokhryakovskoye oilfield as of 2015

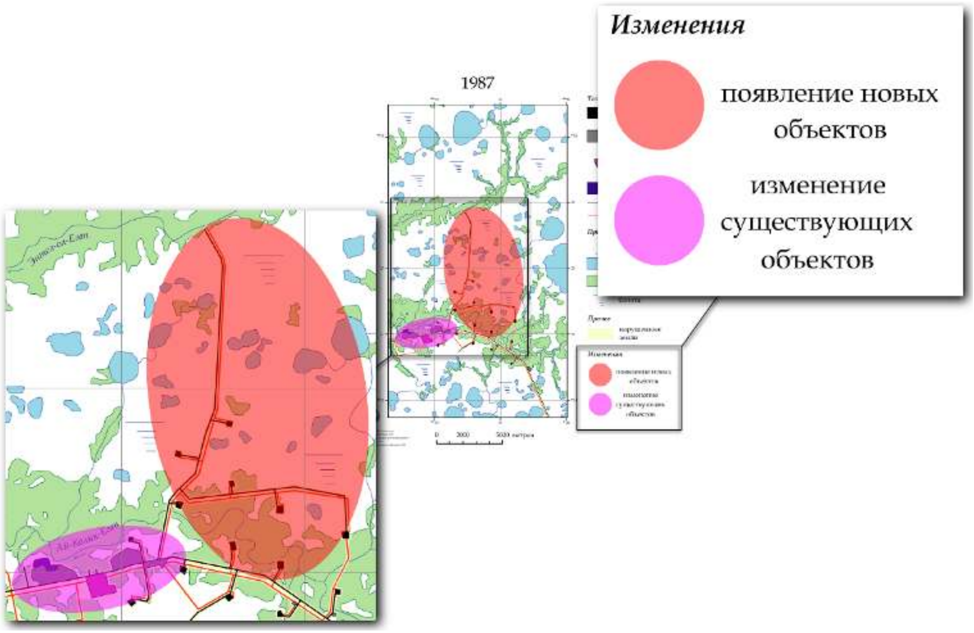

Рис. 4. «Динамические ареалы», появляющиеся и исчезающие в процессе воспроизведения анимации, позволяют акцентировать внимание на изменяющихся областях

Fig. 4. "Dynamic ranges," appearing and disappearing in the process of the animation playback, allow to focus on the changing areas

Анализ полученных результатов

Созданные картографические материалы дают возможность провести как качественный, так и количественный анализ произошедших на территории изменений. На Рис. 5 и 6 представлены графики, иллюстрирующие результаты статистической обработки данных, полученных в ходе создания карт.

Анализ графиков позволяет выделить несколько этапов жизни месторождения: 1985–1990, 1990–1997, 1997–2000, 2000–2009, 2009–2015 гг. Эти этапы характеризуются разной интенсивностью освоения, выражающейся в различной скорости роста числа площадок (от 11 шт/год на первом этапе до 1 шт/год в период с 2000 по 2009 г.) и общей протяженности линейных объектов (от 17 км/год на первом этапе до 60 м/год в последние два этапа). Кроме того, заметно, что наибольшее число площадок достигается в 2009 г., а к 2015 г. оно начинает постепенно снижаться. То же самое можно сказать и про общую протяженность линейных объектов. Кроме того, проведенное исследование позволяет увидеть, что суммарная площадь территории, занятой техногенными объектами (без учета линейной инфраструктуры), увеличилась со 111 га (0,54% от площади месторождения) в 1985 г. до 647 га (3,1% от площади месторождения) в 2009 г. В 2015 г. наблюдается уменьшение этой площади до 620 га. Таким образом, можно сделать предположение, что в 2009 г. добыча сырья достигла своего

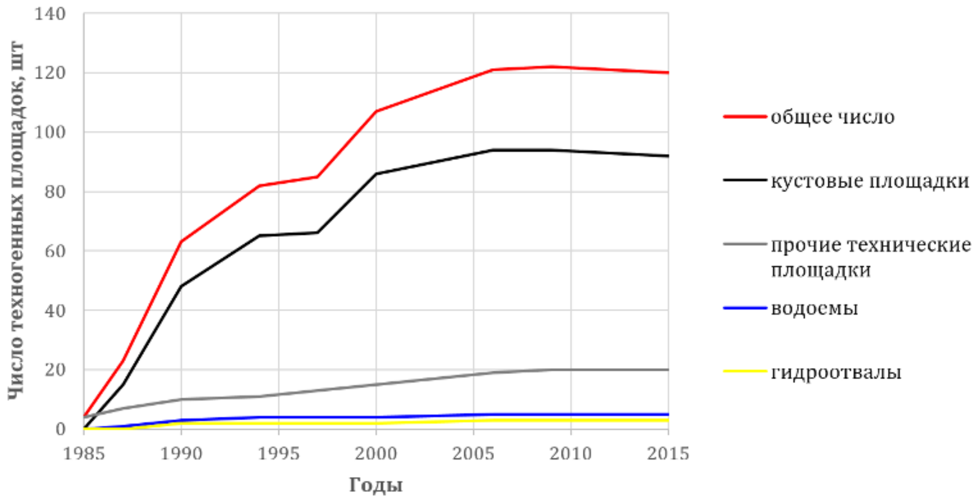

Рис. 5. Динамика числа техногенных площадок Хохряковского нефтяного месторождения

Fig. 5. The dynamics of technological platforms' number in the Khokhryakovskoye oilfield

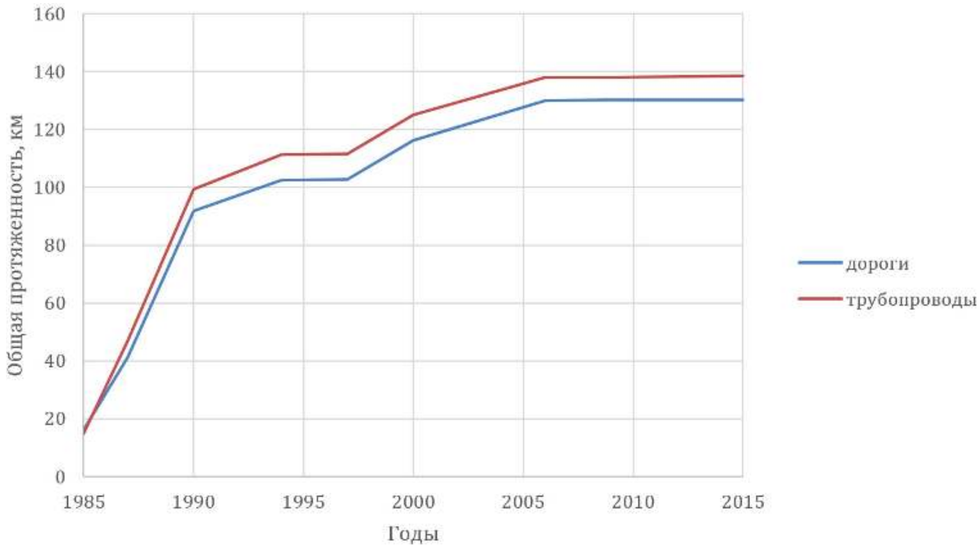

Рис. 6. Динамика общей протяженности линейных объектов Хохряковского нефтяного месторождения

Fig. 6. The dynamics of the total length of line objects in the Khokhryakovskoye oilfield

максимума, и дальнейший вектор развития месторождения должен определяться либо стабилизацией добычи, либо ее уменьшением. Этот прогноз подтверждается данными, размещенными на сайте предприятия-разработчика [7], где сказано, что Хохряковское месторождение, наряду с другими месторождениями из этой группы, уже прошло свой пик, и это требует от специалистов более аккуратного и грамотного подхода к применению современных технологий разработки нефтегазоносных пластов.

Выводы

В рамках данного исследования на основе серии разновременных снимков со спутников программы Landsat были созданы серия карт промышленной инфраструктуры Хохряковского нефтяного месторождения и анимация промышленного освоения территории.

Результатами работы можно считать оценку пригодности снимков высокого пространственного разрешения для дешифрирования техногенных объектов нефтяных месторождений; созданную базу данных инфраструктуры месторождения, которая может быть использована в дальнейших исследованиях; картографические материалы, а также краткий анализ произошедших на территории изменений. Следует подчеркнуть, что полученные по результатам анализа серии снимков выводы о состоянии месторождения подтверждаются официальной информацией. Это позволяет рассматривать последовательное изучение космических снимков как важный элемент географических исследований месторождений углеводородов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонова Е. О. Основы нефтегазового дела: Учеб. для вузов / Е. О. Антонова, Г. В. Крылов, А. Д. Прохоров, О. А. Степанова. М.: Недра-Бизнесцентр, 2003. 307 с.
2. Атлас Тюменской области. Выпуск I / МГУ им. Ломоносова. Географический факультет. М.-Тюмень: Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР, 1971.
3. Атлас Тюменской области. Выпуск II / МГУ им. Ломоносова. Географический факультет. М.-Тюмень: Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР, 1976.
4. Беляева В. Я. Нефтегазовое строительство: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Менеджмент. Менеджмент в отраслях нефтегазового комплекса» / В. Я. Беляева, А. М. Михайличенко, А. Н. Бараз и др.; под общ. ред. И. И. Мазура и В. Д. Шапиро. М.: ОМЕГА-Л, 2005. 774 с.
5. Веб-сайт ArcGIS. URL: http://desktop.arcgis.com/ru/desktop/latest/guide-books/extensions/spatial-analyst/image-classification/processing-classified-output.htm (дата обращения 01.03.2016).
6. Веб-сайт USGS. URL: https://www.usgs.gov/ (дата обращения 01.12.2015).
7. Веб-сайт НК «Роснефть». URL: http://www.rosneft.ru/Upstream/ProductionAndDevelopment/western_siberia/nignevartovskneftegaz (дата обращения 08.12.2015).
8. Каргашин П. Е. Дешифрирование промышленного освоения территории Заполярного месторождения / П. Е. Каргашин // НАУ: Ежемесячный научный журнал. 2014. № 4. С. 132-135.

9. Книжников Ю. Ф. Аэрокосмические методы географических исследований: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Ю. Ф. Книжников, В. И. Кравцова, О. В. Тутубалина. М.: Академия, 2004. 336 с.
10. Коршак А. А. Основы нефтегазового дела: Учебник для вузов / А. А. Коршак, А. М. Шаммазов. 3-е изд., испр. и доп. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2005. 528 с.
11. Лабутина И. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: Учеб пособие для студентов вузов / И. А. Лабутина. М.: Аспект-Пресс, 2004. 184 с.
12. Обновление карт по космическим снимкам / ГК «Сканекс». URL: http://www.scanex.com/ru/data/Applications_ScanEx_p7-16.pdf (дата обращения 25.12.2015).
13. Чандра А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош. М.: Техносфера, 2008. 312 с.
14. Landsat-Missions. URL: http://landsat.usgs.gov/ (дата обращения 01.12.2015).
15. Lu D. Change Detection Techniques / D. Lu, P. Mausel. E. Brondizio, E. Moran // International Journal of Remote Sensing. 2004. Vol. 25. No 12. Pp. 2365-2407. DOI: 10.1080/0143116031000139863

Pavel E. KARGASHIN[1]
Platon S. YASEV[2]

THE MAPPING OF THE INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF THE KHOKHRYAKOVSKOYE OIL FIELD

[1] Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor,
Department of Cartography and Geoinformatics,
Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University
p.e.kargashin@mail.ru

[2] Student, Department of Cartography and Geoinformatics,
Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University
yasevplaton@yandex.ru

Abstract

The petroleum industry is one of the key sectors of the Russian economy, therefore, the study of the territories related to this economic activity is of great importance. The article shows the results of investigation performed to outline the land use and cover changes of the Khohryakovskoe oil field located in the Khanty-Mansiyskiy region. Our work is based on remote probing data, cartography methods, and GIS techniques. We have used a series of Landsat images covering the period from 1985 to 2015. The image interpretation allowed to determine all the changes, including appearance and disappearance of the facilities. The results include a series of 9 maps describing the field infrastructure and the animation, which illustrates the industrial development of the area. Moreover, the analysis of the land use and the cover changes over a 30-year period allowed to determine several stages of the development.

Keywords

Mapping, oil field, dynamics, map, animation, remote sensing, Landsat.

DOI: 10.21684/2411-7927-2016-2-4-20-32

Citation: Kargashin P. E., Yasev P. S. 2016. “The Mapping of the Industrial Development of the Khokhryakovskoye Oil Field”. Tyumen State University Herald. Natural Resource Use and Ecology, vol. 2, no 4, pp. 20-32.
DOI: 10.21684/2411-7927-2016-2-4-20-32

REFERENCES

1. Antonova E. O., Krylov G. V., Prokhorov A. D., Stepanov O. A. 2003. Osnovy neftegazovogo dela: Ucheb. dlya vuzov [The Fundamentals of Oil and Gas Engineering: University Textbook]. Moscow: Nedra-Biznestsentr.
2. Belyaeva V. Ya., Michaylichenko A. M., Baraz, A. N. et al. 2005. Neftegazovoe stroitelstvo: ucheb. posobie dlya studentov vuzov, obuchayushchikhsya po spetsialnosti “Menedzhment. Menedzhment v otraslyakh neftegazovogo kompleksa” [Oil and Gas Construction: University Textbook for the Students of “Management. Management of the Oil and Gas Industry” Course]. Edited by I. I. Mazur and V. D. Shapiro. Moscow: OMEGA-L.
3. Chandra A. M., Ghosh S. K. 2008. Distantsionnoe zondirovanie i geograficheskie informatsionnye sistemy [Remote Sensing and Geographical Information Systems]. Moscow: Technosphere.
4. Kargashin P. E. 2014. “Deshifrirovanie promyshlennogo osvoeniya territorii Zapolyarnogo mestorozhdeniya” [Interpretation of the Industrial Development of the Territory of the Zapolyarnoye Field]. National Scientific Association: Monthly Scientific Journal, no 4, p. 132-135.
5. Knizhnikov Yu. F., Kravtsova V. I., Tutubalina O. V. 2004. Aerokosmicheskie metody geograficheskikh issledovaniy: Ucheb. dlya stud. vyssh. ucheb. zavedeniy [Aerospace Methods of Geographical Research: University Textbook]. Moscow: Akademiya.
6. Korshak A. A., Shammazov A. M. 2005. Osnovy neftegazovogo dela: Uchebnik dlya vuzov [The Basics of Oil and Gas Engineering: University Textbook]. 3rd edition, revised and supplemented. Ufa: DesignPolygraphService.
7. Labutina I. A. 2004. Deshifrirovanie aerokosmicheskikh snimkov: Ucheb posobie dlya studentov vuzov [Interpretation of Aerospace Imagery: University Textbook]. Moscow: Aspect-Press.
8. Landsat Missions. Accessed on December 1, 2015. http://landsat.usgs.gov
9. Lomonosov MSU. Faculty of Geography. 1971. Atlas Tyumenskoy oblasti [The Atlas of the Tyumen Region], no 1. Moscow, Tyumen: Main Administration of Geodesy and Cartography under the USSR Council of Ministers.
10. Lomonosov MSU. Faculty of Geography. 1976. Atlas Tyumenskoy oblasti [The Atlas of the Tyumen Region], no 2. Moscow, Tyumen: Main Administration of Geodesy and Cartography under the USSR Council of Ministers.

Lu D., Mausel P., Brondizio E., Moran E. 2004. “Change Detection Techniques.” International Journal of Remote Sensing, vol. 25, no 12, pp. 2365-2407. DOI: 10.1080/0143116031000139863

11. ScanEx. “Obnovlenie kart po kosmicheskim snimkam” [Maps Update with Satellite Images]. Accessed on December 25, 2015. http://www.scanex.com/ru/data/Applications_ScanEx_p7-16.pdf
12. Veb-sayt ArcGIS [ArcGIS Website]. Accessed on March 1, 2016. http://desktop.arcgis.com/ru/desktop/latest/guide-books/extensions/spatial-analyst/image-classification/processing-classified-output.htm
13. Veb-sayt NK “Rosneft” [Rosneft Website]. Accessed on December 8, 2015. http://www.rosneft.ru/Upstream/ProductionAndDevelopment/western_siberia/nignevartovskneftegaz
14. Veb-sayt USGS [USGS Website]. Accessed on December 1, 2015. https://www.usgs.gov