

УДК 550.839

Б.Л. Столов, А.А. Джюра

СТОЛОВ БОРИС ЛАЗАРЕВИЧ – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии, геофизики и геоэкологии Инженерной школы (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток).

E-mail: borstol@mail.ru

ДЖУРА АНАСТАСИЯ АНДРЕЕВНА – магистрант, Инженерная школа (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток). E-mail: nastya_dgura@mail.ru

Возможности тепловой инфракрасной аэросъемки при исследовании нефтегазовых объектов

Рассмотрены возможности тепловой инфракрасной аэросъемки для решения задач постоянного изучения состояния нефтегазовых объектов, включающих разрабатываемые нефтегазовые месторождения, хранилища нефти и газа, трубопроводы, а также геолого-экологические особенности территорий предприятий газо- и нефтедобывающих и перерабатывающих комплексов, с помощью тепловой инфракрасной аэросъемки (ТИКАС). Освещены вопросы технического оснащения работ, особенности методики исследований, а также интерпретации полученных материалов. Приведены примеры результатов проведенных работ. Показана роль ТИКАС при геофизическом мониторинге состояния нефтегазовых объектов, техногенных аномалий геофизических полей. Рассмотрены достоинства и возможности метода для исследований на объектах Дальневосточного региона.

Ключевые слова: нефтегазовый объект, техногенная аномалия, загрязнение нефтепродуктами, геофизический мониторинг, трубопровод.

Введение

Важнейшим фактором устойчивого развития экономики современной России является обеспечение непрерывного производства энергии посредством добычи первичных топливных ресурсов, в качестве которых сегодня и в обозримом будущем остаются нефть и газ. Поэтому, с одной стороны, необходимо неуклонно развивать геологоразведочные работы с целью обеспечения и пополнения запасов энергетического сырья, с другой – проводить постоянное изучение состояния нефтегазовых объектов, включающих разрабатываемые месторождения, перерабатывающие предприятия, хранилища нефти и газа, средства транспортировки сырья и в целом территорию, вмещающую эти элементы нефтегазовых комплексов. Кроме того, территории, занятые предприятиями газо-, нефтедобывающего и перерабатывающего комплексов, рассматриваются как зоны интенсивного освоения и, соответственно, повышенного техногенного воздействия на все компоненты природной среды.

При освоении и эксплуатации месторождений нефти и газа на территории нефтегазовых объектов происходит формирование техногенных аномалий акустического, вибрационного, электромагнитного, температурного и радиационного полей, которые оказывают влияние на

человека, окружающую среду, ее экологию. Характеристика этого воздействия также требует регулярного изучения [1].

Техногенные геофизические аномалии в сочетании с естественными физическими полями, формирующимися в зоне влияния нефтегазовых промыслов, трубопроводов и перерабатывающих предприятий. характеризуются размерами от 0,2 до 1000 км² по площади и по глубине от 0,01 до 10 км и более [1].

Для нейтрализации отрицательного воздействия техногенных и естественных физических полей на нефтегазовых объектах и динамики их изменения со временем необходимо регулярное их изучение с помощью комплекса геофизических методов.

Данная статья посвящен анализу возможностей и особенностей одного из геофизических методов – тепловой инфракрасной аэросъемки (ТИКАС).

Краткая характеристика сущности ТИКАС

Тепловая инфракрасная съемка фиксирует излучение поверхности Земли, определяемое как собственной температурой геологических тел, так и отраженным солнечным излучением.

Длины волн излучения 0,5 – 9–10 мкм, последнее значение – собственное тепловое излучение геологических объектов, представляющих практический интерес.

Излучающая способность зависит от теплоемкости и теплопроводности геологических тел. Специальная аппаратура преобразует тепловые контрасты в волновые и регистрирует их в виде фотографического изображения. Таким образом, инфракрасная съемка основана на получении снимков, фиксирующих излучение в тепловом диапазоне, которое человеческий глаз не воспринимает, и невидимые лучи становятся доступными для визуального анализа.

Собственное излучение объектов, представляющее интерес для их выявления, характеризуется относительно длинноволновой частью (3–30 мкм). В коротковолновом диапазоне (менее 3 мкм) преобладает солнечное излучение.

Решаемые с применением ТИКАС целевые задачи и техническое обеспечение исследования техногенных нефтегазовых объектов

Тепловая ИК аэросъемка решает следующие задачи:

- картирование участков сбросов коммунальных и промышленных вод в реки и водоемы, образующихся при разработке месторождений углеводородного сырья;
- выявление мест загрязнений нефтепродуктами;
- картирование, дистанционная диагностика газо- и нефтепроводов, выявление в них мест подземной утечки нефти и газа;
- определение глубины залегания продуктопроводов;
- выявление участков подтопления газо-, нефтепроводов и других нефтегазовых объектов;
- выявление очагов подземного возгорания на полигонах твердых бытовых отходов в пределах нефтегазовых объектов, в торфяниках и лесных массивах, что позволяет заблаговременно осуществлять целевое планирование организационно-технических мероприятий по пожаротушению.

Тепловая инфракрасная аэросъемка традиционно входит в комплекс методов дистанционного зондирования. При этом возможности ее применения зависят от аппаратурно-программной реализации бортового измерительного комплекса и системы камеральной обработки материалов.

В настоящее время для выполнения ТИКАС применяется специальная авиационная тепловизионная система высокого разрешения – тепловизор «ИКАР-002» (разработан в Геофизическом научно-производственном предприятии «Аэрогеофизика» [2]), позволяющий с высоты 350 м и менее получать тепловые инфракрасные (ИК) изображения в оптическом угле 120° с пространственным разрешением 0,2 м и температурной чувствительностью 0,04 °С (при температуре фона 20 °С) [4].

Небольшие габариты (500*300*300 мм), вес (20 кг) и энергопотребление (200 Вт) позволяют устанавливать тепловизор даже на сверхлегкие воздушные суда, при этом возможен монтаж тепловизора как внутри, так и снаружи воздушного судна (на выносной крепежной консоли). Фиксируемое проявление в тепловом поле химических загрязнений обусловлено перепадом между температурами сбрасываемых и фоновых вод.

В случае пленочных загрязнений нефтепродуктами поверхностных вод световая аномалия обусловлена изменением оптических характеристик водной поверхности, уменьшением скорости испарения воды, более низкими теплопроводностью и теплоемкостью нефтепродуктов по сравнению с незагрязненной водой.

Некоторые результаты ТИКАС

Ниже приводится краткая информация о результатах ТИКАС при исследовании нефтегазовых объектов (работы выполнены ГНПП «Аэрогеофизика»).

С высокой эффективностью ТИКАС позволяет осуществлять поиск пятен нефтяного загрязнения акваторий в районе нефтедобычи, в зонах интенсивного движения танкеров, транспортирующих нефть. В отличие от визуальных методов выявления таких загрязнений, тепловой съемкой фиксируются микронные по толщине пленки, т.е. очень слабые загрязнения.

Пример выделения нефтяного загрязнения приведен на рис. 1 [4, с. 63]. Здесь темной зоной выделяется участок пленочного загрязнения водной поверхности нефтепродуктами вблизи промышленной зоны. Так же четко, но уже в виде цветной аномалии проявляются места сброса загрязненных вод (промышленных и коммунальных) (рис. 2). Следует отметить, что форма аномалии зависит от характера принимающего водоема. При проточном водоеме аномалия будет иметь вытянутую форму, а в случае замкнутого водоема (рис. 2) – аномалии квазиизометричны [4]. При работах в Саратовской области в районе прохождения газопровода методом ТИКАС выделено положение подземного газопровода и места подземной утечки газа. Исследования проведены (март, дневное время) в спектральном диапазоне 8–14 мкм. Положение газопровода фиксируется желтым вытянутым прямолинейным объектом, место утечки газа – черным локальным пятном на этом объекте (рис. 3) [4].

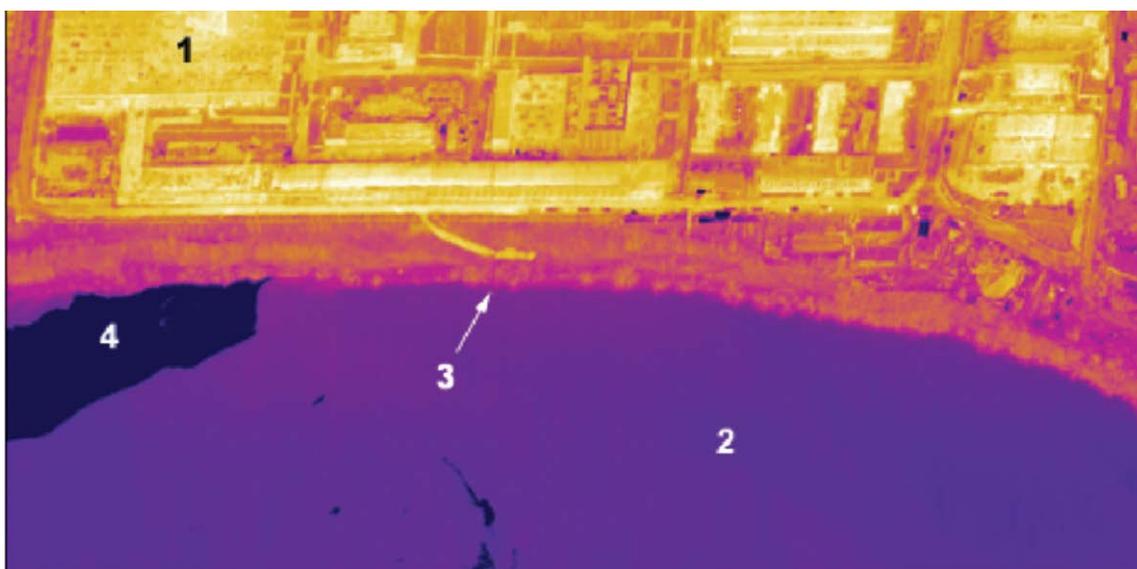


Рис. 1. Характер проявления в тепловом поле пленочного загрязнения водной поверхности нефтепродуктами. 1 – промзона, 2 – русло реки, 3 – береговая линия, 4 – пленочное загрязнение нефтепродуктами [4]

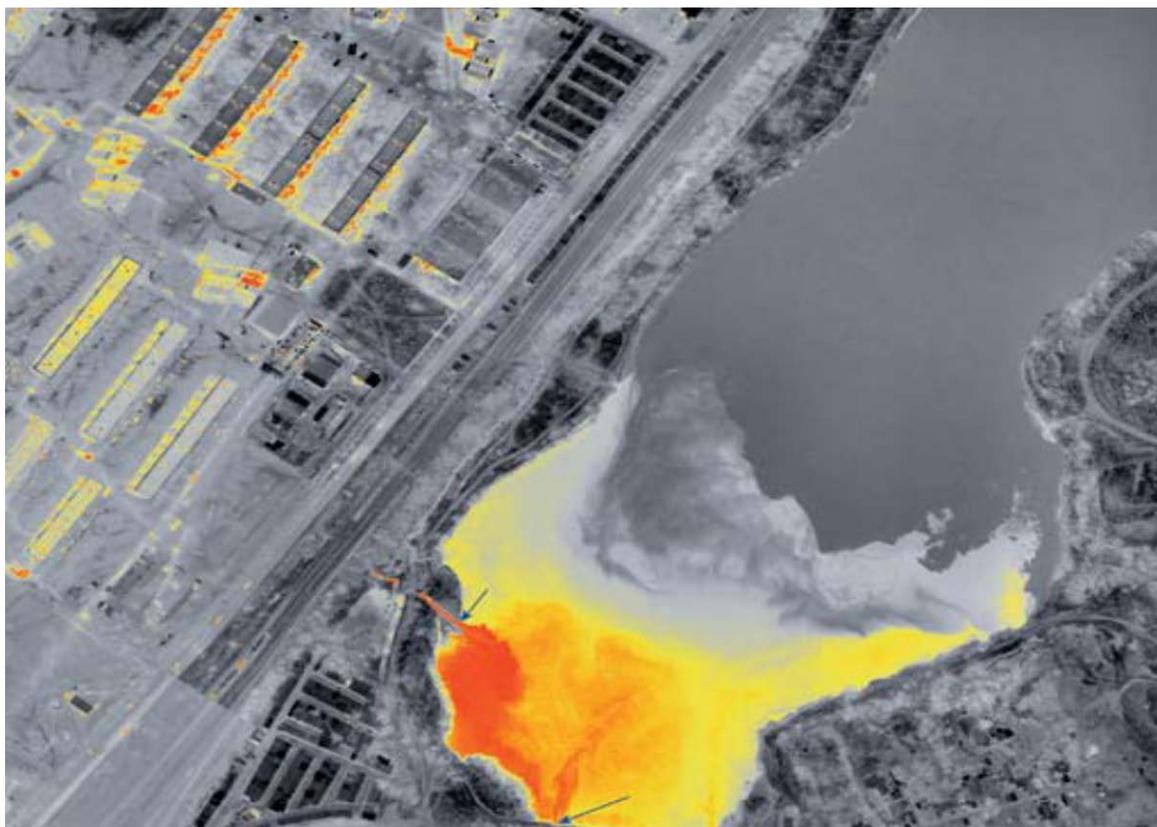


Рис. 2. Выявление сбросов в реки и водоемы: место сброса [4]

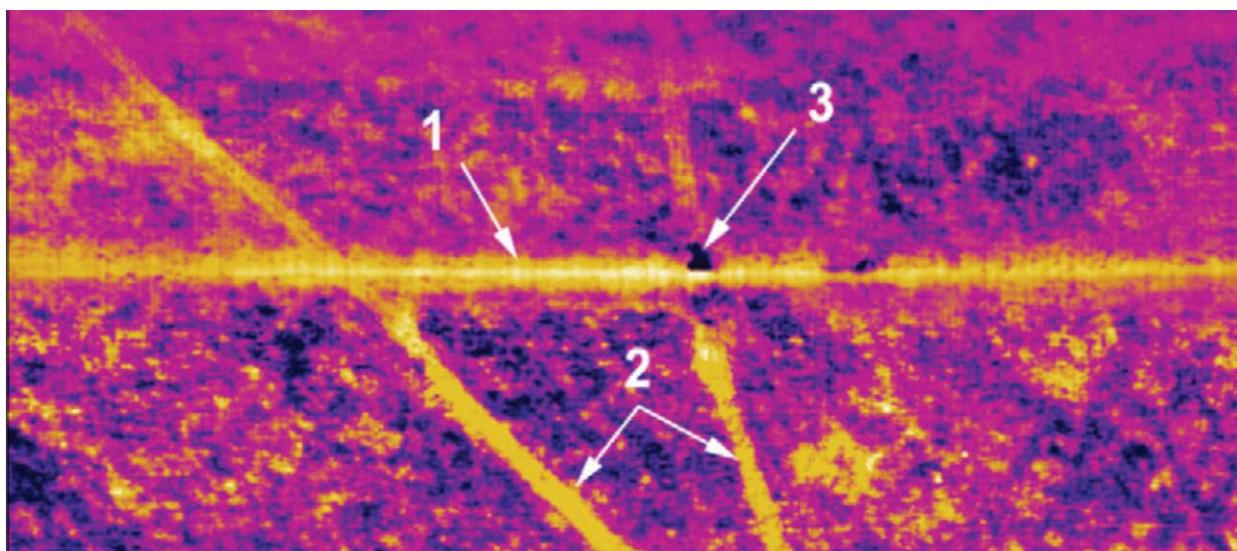


Рис. 3. Пример подземной утечки газа из газопровода. Спектральный диапазон 8–14 мкм, март, день (Саратовская область). 1 – «нитка» газопровода; 2 – грунтовые дороги; 3 – подземная утечка газа [4]

При исследованиях с помощью ТИКАС в Пермской области [4, с. 70] проведено картирование коридора магистральных газопроводов, которые четко проявляются на рис. 4. Работы проведены при высоте полета 100 м. Пространственное разрешение 5 см, угол зрения 120°.

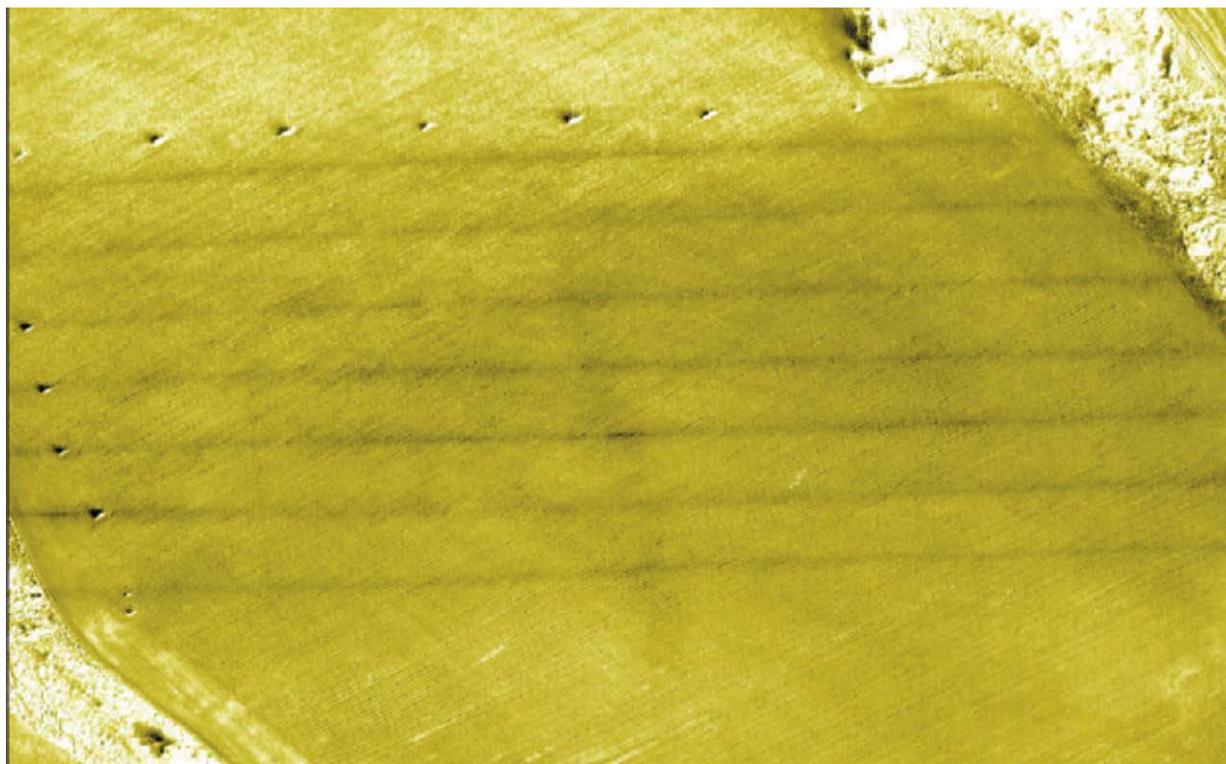


Рис. 4. Картирование коридора магистральных газопроводов (Пермский край). Высота полета 100 м, пространственное разрешение 5 см, угол зрения 120°[4]

На ряде объектов с учетом знания о диаметре трубопровода по данным ТИКАС, выполненной с малых высот, определена глубина залегания трубопровода (с погрешностью до 15%) [4]. Известны и другие многочисленные примеры эффективности ТИКАС в различных регионах страны.

Таким образом, исследования ТИКАС являются важным элементом в комплексе дистанционных (геофизических) методов по изучению нефтегазовых объектов. Большим достоинством и преимуществом ТИКАС перед другими методами является ее высокая производительность, оперативность и относительно низкая себестоимость. Это весьма важно при осуществлении геофизического мониторинга района нефтегазовых объектов, так как при добыче, переработке, хранении и транспортировке углеводородного сырья происходят изменяющиеся во времени процессы (изменение техногенных физических полей), влияющие на состояние экологии окружающей среды [1]. Кроме того, проведение мониторинга важно для факелов сжигания попутного нефтяного газа [3]. Знание состояния этих процессов, получение информации об их изменении в течение времени необходимы для принятия мер по нейтрализации отрицательного воздействия ряда факторов, влияющих в том числе и на здоровье человека.

Учитывая размеры нефтегазовых объектов, для выполнения изложенных выше задач, как правило, используются крупномасштабные съемки ТИКАС (масштаба 1:50 000–1 : 10 000).

Итак, мы показали, что исследования ТИКАС эффективны при изучении состояния нефтегазовых объектов. Работы этим дистанционным методом необходимо продолжать, совершенствуя методику его проведения и интерпретации полученных материалов. Очевидна целесообразность проведения этих работ и на нефтегазовых объектах Дальневосточного региона, включая трассы газо-, нефтепроводов, а также разрабатываемые месторождения на шельфе дальневосточных морей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богословский В.А., Жигалин А.Д., Хмелевской В.К. Эколого-геофизические аспекты разработки нефтегазовых месторождений // Геофизика. 2013. № 2. С. 63–73.
2. Контарович Р.С., Бабаянц П.С. Аэрогеофизика – эффективный инструмент решения геолого-поисковых задач // Разведка и охрана недр. 2011. № 6. С. 3–10.
3. Кутепова Е.А., Книжников А.Ю., Кочи К.В. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России // Ежегодный обзор. Вып. 3. М.: WWF России: КПМГ, 2011. 43 с.
4. Пируева Т.Г., Скловский С.А. Методические аспекты дистанционного теплового мониторинга городских территорий и природных объектов // Разведка и охрана недр. 2011. № 7. С. 65–70.

THIS ARTICLE IN ENGLISH SEE NEXT PAGE

Stolov B.L., Dzhura A.A.

BORIS L. STOLOV, PhD, School of Engineering, Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: borstol@mail.ru; ANASTASIA A. DZHURA, Graduate Student, School of Engineering, Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: nastya_dgura@mail.ru

The capabilities of the thermal infrared airborne survey (TRIAS) in the exploration of oil-and-gas infrastructure

The article deals with the capabilities of the thermal infrared airborne survey for the oil-and-gas infrastructure including fields under development, oil and gas storage facilities, pipelines, and geo-ecological characteristics of the territories occupied by oil and gas producers and refineries. The issues of the operational technological infrastructure, peculiarities of the surveying technique and data interpretation procedure are covered in it. Presented are some samples of the conducted work, the opportunities of the thermal infrared airborne survey (TIRAS) for geophysical monitoring of oil-and-gas infrastructure and the technology-related physical field anomalies as well as the benefits and informative potentials of the technique to be applied in the conditions of the Russian Far East.

Key words: oil-and-gas infrastructure, technology-related anomaly, oil pollution, geophysical monitoring, pipeline.

REFERENCES

1. Bogoslovskiy V.A., Zhigalin A.D., Khmelevskoy V.K., Ecological and geophysical aspects of oil and gas development. *Geophysics*. 2013;2:63-73. (in Russ.). [Bogoslovskiy V.A., Zhigalin A.D., Hmelevskoy V.K. Ekologo-geofizicheskie aspekty razrabotki neftegazovyih mestorozhdeniy // *Geofizika*. 2013. № 2. S. 63-73].
2. Kontarovich R.S., Babayants P.S. Aerogeophysica – effective tool for solving prospecting tasks. *Exploration and protection of natural resources*. 2011;6:3-10. (in Russ.). [Kontarovich R.S., Babayants P.S. Aerogeofizika – effektivnyiy instrument resheniya geologo-poiskovyih zadach // *Razvedka i ohrana nedr*. 2011. № 6. S. 3-10].
3. Kutepova E.A., Knizhnikov A.K., Kochi K.V. Problems and Prospects of associated gas in Russia. An annual review. Vol. 3. M., WWF Russia, KPMG, 2011, 43 p. (in Russ.). [Kutepova E.A., Knizhnikov A.Yu., Kochi K.V. Problemy i perspektivy ispolzovaniya poputnogo neftyanogo gaza v Rossii // *Ezhegodnyiy obzor*. Vyp. 3. M.: WWF Rossii, KPMG, 2011. 43 s.].
4. Pirueva T.G., Sklovsky S.A. Methodological aspects of remote thermal monitoring of urban areas and natural objects. *Exploration and protection of natural resources*. 2011;7:65-70. (in Russ.). [Pirueva T.G., Sklovskiy S.A. Metodicheskie aspekty distantsionnogo teplovogo monitoringa gorodskih territoriy i prirodnyih ob'ektov // *Razvedka i ohrana nedr*. 2011. № 7. S. 65-70].