

КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ НЕФТЕГАЗОВЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ
COMPREHENSIVE MONITORING OF OIL AND GAS POLLUTION



DOI:10.24411/2588-0209-2020-10275

Антонец Кирилл Владимирович, Пермский национальный, Исследовательский политехнический университет (ПНИПУ), специальность: Сооружение и ремонт систем трубопроводного транспорта, группа: ГНП-17-1б. Эл. почта: Gerton234@mail.ru

Antonets Kirill Vladimirovich, Perm National, Research Polytechnic University (PNRPU), specialty: Construction and repair of pipeline transport systems, group: GNP-17-1b. Email mail: Gerton234@mail.ru

Аннотация: в статье описаны основные методы мониторинга нефтегазовых загрязнений как на суше, так и на водной поверхности. Рассмотрены основные критерии, с помощью которых выбирается метод мониторинга, также проанализированы основные преимущества и недостатки дистанционного, а именно спутникового и авиационного мониторинга загрязнений. Приведены примеры использования на практике методов мониторинга нефтегазового комплекса. Описаны перспективы развития комплексного мониторинга.

Abstract: the article describes the main methods for monitoring oil and gas pollution both on land and on the water surface. The main criteria for selecting a monitoring method are considered, and the main advantages and disadvantages of remote, namely satellite and aviation pollution monitoring are analyzed. Examples of practical use of oil and gas monitoring methods are given. Prospects for the development of integrated monitoring are described.

Ключевые слова: мониторинг, нефтегазовое загрязнение, данные дистанционного зондирования Земли (данные ДЗЗ), беспилотные летательные аппараты (БПЛА).

Keywords: monitoring, oil and gas pollution, remote sensing data, unmanned aerial vehicles (UAVs).

Под комплексным мониторингом принято понимать непрерывный всесторонний процесс наблюдения за состоянием объекта. Комплексность мониторинга заключается в

системности и полноценности производимого исследования. Начиная от сбора проб, заканчивая прогнозом и вынесением суждения о поведении, состоянии данного объекта в целом.

Также под комплексностью принято понимать разностороннее изучение объекта, т.е. с использованием различных средств и техник исследования. Начиная от натуральных наблюдений и измерений (измерения волнений, уровня моря, скорости ветра, толщины льда, сейсмической активности и другие), заканчивая космическим и авиационным мониторингом (рис. 1).



Рисунок 1. Многоуровневая структура системы экологического мониторинга для нефтедобывающих платформ на морском шельфе.

1 – ИС дистанционное зондирование Земли, 2 – радиолокатор, 3 – метеостанция, 4 – лидарный комплекс, 5 – подводный профильный зонд, 6 – измеритель волнения и уровня моря, 7 – измеритель толщины морского льда, 8 – сейсмическая станция, 9 – судовой комплекс мониторинга (2-4 на платформе, 6-7 на дне) [4].

Поисково-разведочные работы, непосредственно добыча и первичная переработка нефти и газа безусловно сопровождаются нарушениями естественного состояния природной среды и ее загрязнением. Поэтому нефтегазовые месторождения несомненно являются объектами повышенной опасности, а проведение их комплексного мониторинга является не столько актуальной, сколько крайне необходимой задачей.

Так, по экспертным оценкам ежегодные потери нефти в России достигают 5% от объема добычи, а потери жидкого углеводородного топлива оцениваются в 0,1-0,5% от его потребления [1]. Т.е. несмотря на все реализуемые природоохранные программы и меры, площадь загрязнения увеличивается, а количество отходов добычи и переработки нефти не уменьшается. В связи с этим, актуальность работ по совершенствованию методов идентификации и мониторинга нефтяных загрязнений не вызывает сомнения.

Попадание нефти и нефтепродуктов в окружающую среду нарушает протекание практически всех естественных процессов. Причем сложность мониторинга нефтяных

загрязнений заключается не только в масштабах и условиях аварии, но и в уникальности исследуемого вещества.

Каждый из нефтепродуктов, имея собственный химический состав, обладает индивидуальной растворимостью и биодegradацией. Для нефти, показатель растворимости колеблется от 10 до 50 мг/л, а для бензинов – 9–505 мг/л [5].

В связи с этим методы и средства мониторинга отбираются по нескольким критериям:

- 1) Объект и цель мониторинга (локальный, региональный или глобальный мониторинг)
- 2) Свойства вещества
- 3) Доступность изучаемой территории
- 4) Природные условия и особенности геологического строения
- 5) Время реагирования и другие.

Наибольшее распространение при количественных оценках уровня загрязнения получили методы инфракрасной спектromетрии, ультрафиолетовой люминесценции, газовой хроматографии.

Анализ с помощью инфракрасной (ИК) спектromетрии требует малого количества вещества любой молекулярной массы в любом агрегатном состоянии.

Все органические вещества имеют в ИК диапазоне свои индивидуальные спектры поглощения. Для ИК-анализа углеводов используют диапазон от 0,7 до 25 мкм [2].

Область основных частот используется чаще всего. Происходит это по следующим причинам: достаточно чувствительные и дешевые приемники, а также наличие интенсивных полос поглощения. Дальний ИК используется прежде всего для обнаружения источника загрязнения и определения типов нефти.

Наиболее перспективным методом экологического мониторинга нефтегазовых загрязнений принято считать дистанционные методы (это связано как с условиями проведения исследования, так и со скоростью обработки).

Дистанционный мониторинг можно классифицировать следующим образом:

1. Космический
2. Авиационный
3. Наземный
4. Подземный или подводный

Тем самым, дистанционный мониторинг – это наблюдение за той или иной территорией с какого-либо расстояния. Как мы видим из классификации данный вид мониторинга может производиться как над, так и под землей или водой.

В качестве основного источника используют данные дистанционного зондирования Земли (данные ДЗЗ или данные космического мониторинга). Их также можно классифицировать по типу сенсора на:

1. Пассивные (основаны на регистрации отраженного солнечного излучения). К ним относятся тепловизионные системы, многоспектральные сканеры и другие [2].

Оптико-электронные космические системы (мульти- и гиперспектральная съемка) являются универсальными поставщиком данных ДЗЗ. На их основе возможно получить множество продуктов, которые активно используются в мониторинге нефтяной отрасли.

Например, за счет спектрального синтеза или комбинации каналов («естественные или искусственные цвета») удастся распознать участки, нарушенные нефтепродуктами. Например, при комбинации каналов 7-5-3 (съемочная аппаратура - Landsat-8) появляется

возможность наиболее точно отделить последствия пожаров и гарей от нефтегазовых загрязнений.

Выявление новых участков, загрязнённых нефтью, растекание и нефтяных продуктов с течением времени можно производить с помощью одновременного синтеза мультиспектральных или гиперспектральных данных.

Для оценки изменений на какой-либо территории с течением времени достаточно создать мультитременной композит или синтез одновременных изображений.

К тому же съёмка в оптическом и тепловом диапазоне дает возможность оценить концентрацию хлорофилла и взвесей, а также температуру поверхности, скорость направления ветра, аномалии морской поверхности и другие показатели.

В результате применения различных методов обработки космической информации, визуального или экспертного дешифрирования, сравнения отчётных данных недропользователей возможно произвести оперативное картографирование участков, которые подверглись загрязнению нефтью и нефтепродуктами.

1. Активные (основаны на регистрации собственного излучения).

Преимущество данного типа съёмки заключается в возможности производить съёмку в любую погоду, в любое время суток (в отличие от пассивной съёмки). Однако сложность заключается в обработке полученных снимков (удаление спекл-шумов, шероховатости и другое).

К активным сенсорам относятся лидары, основанные на принципе комбинированного рассеяния.

Нефть и нефтепродукты интенсивно флуоресцируют при возбуждении ультрафиолетом [7]. Поэтому зачастую при мониторинге нефтегазовых загрязнений на поверхности моря используют именно флуоресцентные лидары.

Кроме того лидар может не только обнаруживать загрязнения нефтепродуктами вокруг платформы, но и оценивать толщину нефтяной пленки, давая тем самым возможность рассчитать объем утечки.

Спутниковые радиолокационные наблюдения дают возможность получать актуальные изображения всей территории с пространственным разрешением до нескольких метров. К тому же радиолокационная съёмка в разы дешевле, чем лидарная [7].

Радиолокационные снимки, как и лидарные используют не только в качестве основного источника данных для обнаружения нефтегазового загрязнения, но и для измерения толщины пленки.

На снимках нефтяные пленки проявляются в виде темных пятен или пленочных сликов (выглаженных областей). На поверхности океана образуются области пониженного рассеяния, которые могут служить индикаторами наличия нефтяных загрязнений на поверхности моря или океана. К тому же разливы нефти обычно имеют правильную геометрическую форму, они небольшие по размеру (большие пятна обычно природного происхождения, например скопление водорослей).

Мониторинг с помощью радиолокаторов осуществляют не только в местах нефтедобычи и аварий танкеров, но и там, где происходит транспортировка нефти, а именно по пути следования нефтяных танкеров. Так как зачастую корабли сбрасывают топливные отходы недалеко от порта, чтобы не платить за утилизацию или переработку топлива [3].

Стоит сказать и о другом популярном дистанционном методе получения информации о состоянии нефтегазовых объектов. Это беспилотные летательные аппараты. С помощью БПЛА получают наиболее актуальную информацию о состоянии объекта (в

отличие от данных ДЗЗ, некоторые спутниковые системы не отличаются оперативностью доставки данных потребителю), летательные аппараты совершают облет территории и пользователь в режиме реального времени имеет возможность получить качественные изображения, позволяющие обнаружить нефтяные разливы, проанализировать техническое состояние трубопроводов и многое другое.

Зачастую БПЛА используют для обследования аварийных ситуации, произошедших на участках трубопровода или нефтяных месторождениях (что ускоряет скорость реагирования, а также исключает риск нахождения людей на месте происшествия).

Так например, воздушный мониторинг в «Газпромнефть - Муравленко» позволил существенно повысить эффективность обслуживания нефтепроводов.

С помощью БПЛА на 9 месторождениях предприятия произведено обследование более 15 тыс. км трубопроводов. Ежедневно летательные аппараты совершают несколько вылетов и обследуют территорию нефтегазового комплекса [6].

Основное преимущество БЛА – их сравнительно невысокая стоимость, доступность и достаточно высокая скорость реагирования. С помощью беспилотных летательных средств появилась возможность с воздуха контролировать и регулировать потерю сырья, что достаточной мере повышает эффективность работы.

Однако спутниковый мониторинг не всегда может обеспечить потребителя полной информацией пользователя. Комплексный мониторинг предполагает использовать помимо данных ДЗЗ натурные наблюдения (с платформы, судна или на дне), статистическую и атрибутивную информацию и другие. Таким образом, система многоуровневого мониторинга предполагает их оптимальное сочетание, что подразумевает комплексный мониторинг и анализ обстановки [4].

Чтобы обработать и проанализировать всю поступившую информацию о состоянии объекта нефтегазовой отрасли (его состояние, степень загрязнения, прогноз и др.) используют геоинформационные системы (ГИС).

Таким образом, важной научно-практической задачей на сегодняшний день является разработка для объектов нефтегазового комплекса единой системы контроля и надзора. Данная система позволила бы контролировать и заблаговременно выявлять вещества-загрязнители. Кроме того идея создания данной системы заключается не только в комплексном сборе, но и в автоматизированном анализе поступающей информации о том или ином объекте. Важно учитывать все критерии, начиная от того, какое вещество-загрязнитель по составу, заканчивая свойствами исследуемой территории.

На сегодняшний день создано множество методик и приборов для мониторинга нефтегазового загрязнения. Однако пока не выявлено наиболее оптимально метода обнаружения загрязнений в области нефтегазового дела, у каждого метода существуют свои достоинства и недостатки. К тому же, само вещество достаточно сложно по своему химическому составу, растворимости и разнообразию форм и состояний, поэтому вопрос комплексного мониторинга остается актуальным и на данный момент времени.

Список литературы

1. Лаврова О.Ю., Костяной А.Г., Лебедев С. А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России – 2011. – С. 361 -380.
2. Саксонов М. Н., Абалаков А. Д., Данько Л. В. Экологический мониторинг нефтегазовой отрасли. Физико-химические и биологические методы. – 2007. – С. 3-10
3. Гузёмина Е.М., Пуртов В.А., Алёшин С.А. Мониторинг участков, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами, по данным дистанционного зондирования земли

на территории ХМАО – Югры // Вестник недропользователя ХМАО. URL: <http://www.oilnews.ru/28-28/monitoring-uchastkov-zagryaznyonnykh-neftyu-i-nefteproduktami-po-dannym-distancionnogo-zondirovaniya-zemli-na-territorii-xmao-yugry/>

4. Лобковский Л., Зацепин А., Ковачев С., Копелевич О., Островский А., Флинт М., Монахов С. Технология многоуровневого экологического мониторинга в целях информационного обеспечения безопасности морской добычи нефти и газа // Технологии топливно-энергетического комплекса. – 2007. – №7. – С. 72-78

5. Меркушев А.Д., Кувшинников Д.Н. Мониторинг нефтяного загрязнения // Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <http://scienceforum.ru/2020/article/2018017895>

6. Чибисова Т.А. Мониторинг загрязнения нефтепродуктами морей и океанов на основе данных дистанционного зондирования Земли // Международная научно-техническая интернет-конференция «Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов» URL: <http://www.kadastr.org/conf/2012/pub/monitprir/zagr-nefteprod-dzz.htm>

7. Чистяков Д.А., Нечаева О.А. Экологический мониторинг разливов нефти и нефтепродуктов с использованием летательных аппаратов // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – С. 18-23

Spisok literatury

1. Lavrova O.YU., Kostyanoi A.G., Lebedev S. A. Kompleksnyi sputnikovyi monitoring morei Rossii – 2011. – S. 361 -380.

2. Saksonov M. N., Abalakov A. D., Dan'ko L. V. Ehkologicheskii monitoring neftegazovoi otrasli. Fiziko-khimicheskie i biologicheskie metody. – 2007. – S. 3-10

3. Guzemina E.M., Purtov V.A., Aleshin S.A. Monitoring uchastkov, zagryaznennykh neft'yu i nefteproduktami, po dannym distantsionnogo zondirovaniya zemli na territorii KHMAO – Yugry // Vestnik nedropol'zovatelya KHMAO. URL: <http://www.oilnews.ru/28-28/monitoring-uchastkov-zagryaznyonnykh-neftyu-i-nefteproduktami-po-dannym-distancionnogo-zondirovaniya-zemli-na-territorii-xmao-yugry/>

4. Lobkovskii L., Zatsepin A., Kovachev S., Kopelevich O., Ostrovskii A., Flint M., Monakhov S. Tekhnologiya mnogourovnevego ehkologicheskogo monitoringa v tselyakh informatsionnogo obespecheniya bezopasnosti morskoi dobychi nefti i gaza // Tekhnologii toplivno-ehnergeticheskogo kompleksa. – 2007. – №7. – S. 72-78

5. Merkushev A.D., Kuvshinnikov D.N. Monitoring neftyanogo zagryazneniya // Materialy XII Mezhdunarodnoi studencheskoi nauchnoi konferentsii «Studencheskii nauchnyi foruM» URL: <http://scienceforum.ru/2020/article/2018017895>

6. Chibisova T.A. Monitoring zagryazneniya nefteproduktami morei i okeanov na osnove dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli // Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya internet-konferentsiya «Kadastr nedvizhimosti i monitoring prirodnykh resursoV» URL: <http://www.kadastr.org/conf/2012/pub/monitprir/zagr-nefteprod-dzz.htm>

7. Chistyakov D.A., Nechaeva O.A. Ehkologicheskii monitoring razlivov nefti i nefteproduktov s ispol'zovaniem letatel'nykh apparatov // Novaya nauka: Problemy i perspektivy. – 2016. – S. 18-23