

Повышение эффективности автоматической идентификации разливов нефти с помощью беспилотных летательных аппаратов

М.А. Сафин, Р.И. Бикбулатов, А.М. Пирогова

Казанский Государственный Энергетический Университет

Аннотация: Ввиду интенсивного развития цифровых технологий наблюдаются значительный прогресс в области создания автоматизированных систем и технологий. Одной из наиболее актуальных проблем на современном этапе развития промышленности является наличие случаев разливов нефти, вызванных в результате технологических аварий и происшествий. Посредством использования передовых достижений из области цифровых технологий представляется возможным автоматизация процесса идентификации разливов нефти. Основной целью текущей статьи является анализ возможности использования беспилотных летательных аппаратов с целью выполнения автоматической идентификации разливов нефти. Авторами исследуется указанный вопрос, а также представляется вариант повышения использования данных систем на основе разработки специального алгоритма обработки изображений на основе экспоненциального накопления и метода дисперсий. Результаты работы подтверждают гипотезу эффективного использования беспилотных летательных аппаратов для автоматической идентификации разливов нефти.

Ключевые слова: Автоматизация, беспилотный летательный аппарат, разлив нефти, идентификация, обработка изображений.

Введение

Сфера информационных технологий (ИТ) представляет ключевое место в рамках современного технологического прогресса, а также становлении и развитии многих профессиональных областей жизнедеятельности человека. Посредством разработки и интеграции инновационных инструментов автоматизации значительно повышается эффективность и рациональность использования ресурсов на предприятии, происходит сокращение ручного труда и, как следствие, сведение человеческого фактора к минимуму, а также ряд иных позитивно-влияющих на производство факторов. Таким образом, рассматриваемая научная область представляет колоссальную актуальность для современного промышленного

комплекса, заключающуюся в повышении эффективности и экономического эффекта работы промышленных предприятий [1].

Автоматизированные технологии находят свое применение в абсолютно разных областях деятельности человека. Активное использование наблюдается в архитектуре и строительстве, экономике, военно-промышленной и иных актуальных на сегодняшний день профессиональных сферах. Именно поэтому в современном мире уделяется колоссальное внимание не только повсеместной интеграции цифровых решений, но и активному развитию самого инструментария информационных технологий. Именно инновационный потенциал данных технологий способен привести к качественным изменениям в сферах своей интеграции.

На сегодняшний день существует проблема, связанная с колоссальным и в то же время негативным влиянием разливов нефти на экологию. Для решения данной задачи необходимо не только усовершенствование технологического оборудования, но и создание специальных систем, способных быстро и эффективно обнаруживать очаги разливов. В рамках данной работы предполагается, что беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с встроенной камерой станут эффективным решением представленной проблемы [2,3].

Материалы и методы

Авторами используются теоретические и эмпирические методы исследования. С целью получения более подробной информации и актуальных данных, в работе используются научные работы отечественного и зарубежного авторства. В результате работы авторами используются научные материалы таких авторов, как: Антоненц К.В., Вытовтов А.В., Разиньков С.Ю., Жужгов Ю.В., Калач Е.В., Mammadov I.E., Аникаева А.Д. и других. В каждой из данных работ затрагиваются фундаментальные вопросы,

необходимые с целью воспроизведения общего анализа, касающегося использования БПЛА для идентификации разливов нефти.

Таким образом, в используемой авторами настоящей статьи литературе раскрываются такие вопросы, как: комплексный мониторинг нефтегазовых загрязнений; перспективы использования БПЛА для обеспечения безопасности линейных объектов нефтегазовой отрасли; методы совершенствования методов мониторинга объектов нефтегазового комплекса и другие.

Результаты и обсуждение

Одной из наиболее актуальных областей интеграции цифровых решений является использование беспилотных летательных аппаратов в нефтегазовой отрасли (рис. 1). Именно ИТ решения способны значительно повысить развитие данной отрасли, увеличивая эффективность управления и снижая затраты разработки месторождений. Использование беспилотных аппаратов способно облегчить проверку и сбор критически важных данных на объектах нефтегазовой отрасли. Стоит отметить, что экономический эффект использования подобных систем в конце 2020 года составил более 40 миллионов долларов по оценке Goldman Sachs [4,5].

Наиболее значимой проблемой современной нефтегазовой отрасли является своевременная идентификация разливов нефти на море и суше. Для решения данной проблемы уже активно используется пилотируемая авиация, однако использование БПЛА представляет уникальный инструмент мониторинга экологической обстановки.

Использование БПЛА в нефтегазовой отрасли способно сократить расходы на исследовательскую деятельность. Основным преимуществом беспилотных аппаратов является возможность вплотную приблизиться к инфраструктуре, безопасно собирая более точные данные [6].



Рис. 1. Области использования БПЛА в нефтегазовой отрасли

Современные беспилотные аппараты и использование на базе них современных аппаратно-программных комплексов позволяет оперативно измерить состояние параметров суши и иных подводных объектов. БПЛА позволяют автоматически и в режиме реального времени устанавливать факт разлива нефтепродуктов, а также отслеживать динамику распространения масляных пятен. Помимо этого, посредством данных инструментов представляется возможным оценка объемов загрязнений и проведение идентификации нефтесодержащих продуктов. Современные БПЛА, имеющие на борту большое количество датчиков с камерами широкого разрешения и инновационное программное обеспечение, позволяют осуществлять качественный контроль и мониторинг разливов нефти. Высокая точность измерений и возможность сокращения эксплуатационных затрат повышают инвестиционную привлекательность мониторинга с помощью БПЛА, что увеличивает возможности для роста данного рынка [7].

На сегодняшний день уже тестируются первые результаты разработок подобных систем. При этом некоторые решения уже стоят на вооружении предприятий, производя мониторинг окружающей среды в режиме реального

времени. Современные БПЛА до оснащаются инновационными цифровыми решениями, способными более быстро и эффективно производить мониторинг объектов. Таким образом, на базе беспилотных аппаратов появляются лазерные спектрометры, системы компьютерного зрения и иные инновации, способные точно определить тип нефтяных пленок и оценить количественный ущерб, нанесенный морским экосистемам.

Одним из ключевых вопросов практического использования беспилотных аппаратов для идентификации разливов нефти является создание специального программного обеспечения, способного быстро и качественно определять различные аномалии. Для решения данных задач активно интегрируются радиолокационные системы миллиметрового диапазона. Эффективное использование данных систем возможно только в результате создания алгоритмической базы, включающей в себя математическую обработку [8].

При получении изображения с камеры БПЛА предполагаемого разлива нефти требуется произвести дальнейшую обработку с целью подтверждения или опровержения найденной аномалии. Рассмотрим возможность обработки исходного изображения (рис. 2, а) предполагаемой аномалии на море с помощью математических преобразований, представленных в своей статье автором Трофимовым Б.С. [9].

В работе указывается, что с целью экономии оперативной памяти требуется использовать метод экспоненциального накопления:

$$F_n = (1 - \alpha) F_{n-1} + \alpha I_n, \quad (1)$$

где I_n – представляет двумерный массив n-го оборота радиолокационной системы, α – коэффициент экспоненциального накопления, F_n – результат накопления предыдущих оборотов.

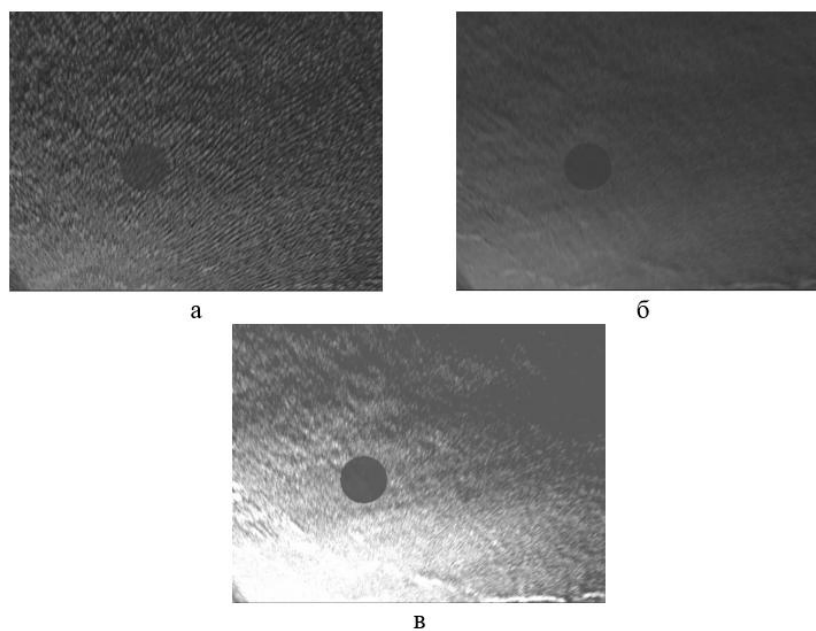


Рис. 2. Результаты обработки изображений:
а – изначальное изображение; б – первичная обработка;
в – вторичная обработка

По результатам этой обработки первичное с камеры БПЛА изображение будет сглаживаться до такой степени, при которой будут неразличимы гребни волны. На рис 2 (б) изображен результат данной обработки, показатель α при которой равен 20.

Автором [9] указывается, что нефтяное пятно способно снизить не только абсолютную величину отраженного сигнала, но также и его дисперсию. Автоматизированное программное обеспечение обработки изображений на беспилотных летательных аппаратах должно использовать факт уменьшения дисперсии с целью увеличения контрастности полученного изображения. Это может быть выполнено, как отмечается в цитируемой работе, на основе по пиксельного перемножения накопленной яркости F_n на накопленную дисперсию D_n :

$$Z_n = F_n \cdot D_n, \quad (2)$$

где F_n и D_n – являются результатами накопления соответственно отраженного сигнала и дисперсии отраженного сигнала на n -м шаге. На рис. 2 (в) представлен результат обработки по данной операции [10].

Как можно заметить, в результате обработки наблюдается увеличение контрастности нефтяного пятна. Таким образом, представленный в работе математический алгоритм способен более явно идентифицировать аномалии на изображении. Использование программного обеспечения, включающего в себя данный алгоритм на борту БПЛА, способно позволить эффективно в режиме реального времени идентифицировать разлив нефти.

Заключение

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось исследование вопроса автоматизированной идентификации разливов нефти посредством беспилотных летательных аппаратов. В результате выполненной работы были более подробно рассмотрены такие вопросы, как: актуальность развития цифровых решений в нефтегазовой отрасли; перспективные направления развития беспилотных летательных аппаратов в нефтегазовой отрасли; актуальность и необходимость идентификации разливов нефти с помощью БПЛА; алгоритм математической обработки изображения с целью более быстрой и достоверной идентификации разлива нефти.

В результате работы была обоснована эффективность и рациональность использования средств математической обработки изображения в программном обеспечении беспилотных летательных аппаратов. Данная обработка, реализованная в автоматизированном режиме, предоставляет возможность современным исследователям более качественно и быстро производить обнаружение и идентификацию нефтяных разливов.

Список литературы

1. Антонец К.В. Комплексный мониторинг нефтегазовых загрязнений // ИАСЖ. 2021. №1. С.1-6.
 2. Вишневецкий В.Ю., Ледяева В.С. Экспериментальные исследования загрязнений тяжелыми металлами в донных отложениях в Таганрогском заливе // Инженерный вестник Дона. 2012. №4/1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1141/.
 3. Вишневецкий В.Ю., Ледяева В.С. Экспериментальные исследования динамики концентрации тяжелых металлов в поверхностном слое воды в Таганрогском заливе // Инженерный вестник Дона. 2012. №4/1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1140/.
 4. Вытовтов А.В., Разиньков С.Ю. Перспективы использования БПЛА для обеспечения пожарной безопасности линейных объектов нефтегазовой отрасли // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2015. №1. С. 19-21.
 5. Жужгов Ю.В., Калач Е.В. Совершенствование методов мониторинга объектов нефтегазового комплекса // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9. С. 1022-1025.
 6. Akovetsky V.G., Afanasyev A.V. Methods and technologies of interpretation of aerospace monitoring observations of forest vegetation // Vestnik MGUL – Forest Bulletin. 2020. pp. 29-36.
 7. Аникаева А.Д., Мартюшев Д.А. Оценка потенциала применения беспилотных летательных аппаратов в нефтегазовой отрасли // Недропользование. 2020. №4. С.344-355.
 8. Mammadov I.E. Issues of the use of unmanned aerial vehicles for the detection of oil spills in the coastal part of the marine water area // Problems of regional ecology. 2019. pp. 88-91.
-



9. Айроян З.А., Коркишко О.А., Сухарев Г.В. Мониторинг магистральных нефтепроводов с помощью беспилотных летательных аппаратов // Инженерный вестник Дона. 2016. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3898/.

10. Хлебникова Т.А., Опритова О.А., Аубакирова С.М. Экспериментальные исследования точности построения фотограмметрической модели по материалам БПЛА // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2018. № 4. С. 32-37.

References

1. Antonecz K.V. IACJ. 2021. №1. pp.1-6.
2. Vishneveczkij V.Yu., Ledyaeva V.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012. №4/1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1141/.
3. Vishneveczkij V.Yu., Ledyaeva V.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012. №4/1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1140/.
4. Vy`tovtov A.V., Razin`kov S.Yu. Sovremennyye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoj oborony` i likvidacii posledstvij chrezvy`chajny`x situacij. 2015. №1. pp. 19-21.
5. Zhuzhgov Yu.V., Kalach E.V. Pozharnaya bezopasnost`: problemy` i perspektivy`. 2018. №9. pp. 1022-1025.
6. Akovetsky V.G., Afanasyev A.V. Vestnik MGUL - Forest Bulletin. 2020. pp. 29-36.
7. Anikaeva A.D., Martyushev D.A. Nedropol`zovanie. 2020. №4. pp. 344-355.
8. Mammadov I.E. Problems of regional ecology. 2019. pp. 88-91.
9. Ajroyan Z.A., Korkishko O.A., Suxarev G.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2016. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3898/.



10. Xlebnikova T.A., Opritova O.A., Aubakirova S.M. Intere`kspo Geo-Sibir`. 2018. № 4. pp. 32-37.