

УДК 338.45

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ НЕФТЕДОБЫЧИ С УЧЕТОМ РИСКОВ

О. Ф. ВАСИЛЬЕВА¹, М. П. ГАЛИМОВА²

¹oksana14-99@mail.ru, ²polli66@mail.ru,

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (УУНИТ)

Поступила в редакцию 26.04.2023

Аннотация. Актуальность данной работы заключается в исследовании одного из инновационных направлений стратегического изменения на предприятиях нефтегазовой промышленности. А конкретнее - внедрение беспилотных летательных аппаратов в процесс инвентаризации площадных объектов с учетом рисков, которые могут возникнуть. Потенциал внедрения БПЛА в нефтегазовую сферу в сегодняшнее время велик. Многие вопросы безопасности и надежности, на которые компании нефтегазовой отрасли традиционно тратят существенные средства, могут эффективно решаться с использованием БПЛА. Также в данной работе оцениваются преимущества и недостатки использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на практике.

Ключевые слова: БПЛА, нефтегазовая отрасль, внедрение, риски, инвентаризация, дроны, экологический мониторинг, скважины, нефть, GPS.

ВВЕДЕНИЕ

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) представляют собой летательные аппараты, которые управляются без экипажа. Ими можно управлять дистанционно (например, с земли), с помощью GPS-навигации, а также с помощью автономного программного обеспечения, которое установлено на борту БПЛА.

Их функционал позволяет решить задачи мониторинга труднодоступных объектов, объектов, находящихся в неблагоприятных климатических условиях, в зоне повышенного риска, техногенных аварий.

Актуальна проблема доступности и экономичности и для нефтегазовых компаний, которым важно проведение мониторинга по выявлению состояния безопасности оборудования. В интересах самой нефтегазовой компании поддержание своего оборудования в отличном состоянии. Сама транспортировка и добыча газа и нефти проходит в неблагоприятных климатических условиях, а также в труднодоступных для человека районах. Поэтому в таких условиях риск возникновения техногенной аварии очень высок.

Для того чтобы снизить этот риск, необходимо быстро и своевременно получать информацию о техническом состоянии оборудования. Благодаря беспилотным летательным аппаратам получать эту информацию в короткие сроки стало гораздо легче. Большой выбор бортового оборудования и способность нести большую полезную нагрузку делают их применение крайне востребованным на предприятиях, занимающихся нефтегазопереработкой.

Также немаловажным является вопрос повышения качества процесса работы, и с помощью БПЛА можно будет увидеть экологические проблемы, например разлив нефти. С помощью БПЛА можно обеспечить более качественную работу при проведении инвентаризации и т. п.

Ключевым ограничением использования БПЛА являются высокие риски, связанные с технологическими и экономическими аспектами эксплуатации. Часто обеспечение качества происходит в ущерб эффективности, что приводит к убыточности использования БПЛА.

В связи с этим актуальной становится проблема оценки эффективности использования БПЛА для исследования инфраструктуры объектов нефтедобычи, которая бы учитывала риски и обеспечивала оптимальное соотношение «Стоимость – Качество».

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА

На объектах нефтедобычи проводят процесс инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ, для этого проводят расчет воздействия химических и физических факторов на атмосферный воздух. Для решения множества экологических проблем на сегодняшний день стало доступно применение методов дистанционного мониторинга с использованием беспилотных летательных аппаратов [1].

Во-первых, инженерам, которые проводят инвентаризацию, не придется заходить в глубь расположения площадки, так как в неблагоприятных погодных условиях эта задача осложнена. Во-вторых, в случае непонятного снимка или записи в листе инвентаризации не придется повторно выезжать на место, так как будет видеозапись, которую можно будет пересмотреть.

Выполнение таких задач, как мониторинг (обследование) магистральных нефтегазопроводов, экологический контроль прилегающей территории и многое другое – это перечень возможного применения беспилотной авиационной техники. Для наглядного представления широкого спектра возможностей применения беспилотных летательных аппаратов рассмотрим использование российского летательного аппарата Geodron-GDM (рис. 1).



Рис. 1. БПЛА - Geodron-GDM [2]

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА

Для добычи нефти создается комплекс производственных сооружений. Они разбросаны территориально, но взаимосвязаны системами трубопроводов, энергопередач и организацией работы. К основным сооружениям этого комплекса относятся скважины, компрессорно-насосные станции, сборные пункты, нефтехранилища, пункты первичной подготовки нефти, трубопроводы, отстойники, площадки для сжигания газа и конденсата, электрические подстанции (рис. 2).

Каждое из перечисленных сооружений представляет собой потенциальный источник разливов нефти либо выбросов вредных веществ в атмосферу, а многие из них того и другого, что может быть причиной загрязнения окружающей среды.

Основными причинами аварий на промысловых нефтепроводах являются:

- коррозия;
- наезд техники;
- увеличение давления;
- пульсация;
- динамические нагрузки;
- разгерметизация;

- механические повреждения трубопроводов;
- вибрация гребенки;
- неправильно организованная работа;
- нарушение технологии;
- усталость металла;
- заводской брак [1].

Поддержание бесперебойной работы нефтепровода – одна из самых непростых задач, с которыми приходится сталкиваться сотрудникам нефтяных компаний. В некоторых местах передвижение инженеров совершенно невозможно, поэтому в настоящее время наблюдение возможно осуществлять с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Бывают случаи, когда объект расположен под землей и особо не видно, есть ли у него какие-либо повреждения, кроме как угнетенной почвы и растительности на поверхности земли. С помощью дрона эта проблема будет решена, и будет возможность распознать аварию, произошедшую под землей [2].

Применение БПЛА для наблюдения за нефтяными объектами способствует повышению эффективности затрат и уменьшению опасности для окружающей среды. В состав бортового оборудования БПЛА входят различные приборы, которые в зависимости от текущей задачи могут вести видеосъемку или выполнять фотоснимки высокого качества. Вся информация может храниться на карте памяти внутри самого прибора либо по желанию оператора синхронно записывать и передавать данные на пульт управления. При помощи современных программных комплексов маршрут проектируется заранее. После загрузки полетного задания дрон может выполнять полет самостоятельно или, в случае необходимости, оператор может внести коррективы в полет в ручном режиме. Большинство моделей производителей БПЛА могут выполнять полеты в различных погодных условиях, что дает ряд преимуществ перед другими методами обследования нефтяных объектов [3].

Большой охват ранее недоступной территории, это один из основных и главных достоинств этой техники. А сочетание низкой цены и простота управления не оставляет конкурентам ни малейшего шанса в этой области [4].

РИСКИ ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА

Однако применение летательных аппаратов в промышленности сопряжено с определенными рисками.



Рис. 2. Снимок с БПЛА [4]

Большинство исследователей определяют риск как возможность того, что случится нечто нежелательное: кража, крах партнёра, появление нового конкурента, обесценение, банкротство и многое другое. Не существует единой классификации рисков. Как правило, все виды

рисков взаимосвязаны и оказывают влияния на деятельность предпринимателя. При этом изменение одного вида риска может вызывать изменение большинства остальных [5].

Основные причины возникновения технических рисков при разработке беспилотного летательного аппарата: некачественные детали, выход из строя систем навигации/дистанционного управления БПЛА, сбой программного обеспечения, неправильная сборка/монтаж, выход из строя систем полета (лопастей, двигателя), выход из строя систем мониторинга (камеры), недозаряд аккумулятора. Основные мероприятия по снижению негативных последствий данных рисков приведены в табл. 1 [6].

Виной такому положению дел является целый комплекс проблем, с которыми сталкиваются разработчики и пользователи. Проблемы эти делятся на несколько типов.

Во-первых, основной недостаток всех БПЛА – это крайне высокая стоимость эксплуатации и низкая степень автоматизации. Несмотря на развитие компьютерных технологий и систем автоматического управления, использование БПЛА без оператора в настоящее время невозможно. Беспилотники нуждаются в человеческом контроле, либо постоянно, либо частично, на наиболее сложных этапах полета.

Вторая проблема – неполный контроль над аппаратом, поскольку канал связи со спутником или оператором можно заглушить и перехватить управление.

Третья проблема – цена. Достаточно дорогие аппараты уязвимы для средств радиоэлектронной борьбы, и могут быть потеряны или перехвачены.

Четвертая проблема – нехватка квалифицированных операторов БПЛА. Даже если оператор научился хорошо управлять летательным аппаратом, он должен еще разбираться в той сфере, в которой используется аппарат и понимать, что он делает и с какой целью.

При применении БПЛА в реальных условиях появляются определенные трудности, такие как:

- относительно малый срок службы (2–3 года);
- малая дальность и длительность полета (до 3 км и до 45 мин), недостаточная для решения некоторых задач;
- влияние погодных условий;
- высокое разрешение съемки, которое не всегда нужно;
- маленький и бликующий экран для наблюдения за обстановкой онлайн, не позволяющий специалисту проводить оценку обстановки сразу [2].

Таблица 1

Возможные технико-технологические риски

№ п/п	Наименование риска	Направления снижения риска
1	Некачественные детали	Тщательный выбор поставщиков
2	Выход из строя систем навигации/дистанционного управления БПЛА	Внедрение аварийной парашютной системы
3	Сбой программного обеспечения	Изучение причин данного вида неисправности, привлечение IT специалистов для решения проблемы
4	Выход из строя систем полета (лопастей, двигателя)	Закупка запасного оборудования, страхование от возможных убытков
5	Выход из строя систем мониторинга	Тщательный выбор поставщиков, закупка запасного оборудования
6	Недозаряд аккумулятора	Закупка запасного оборудования, изучение причин данного вида неисправности
7	Малая дальность полета	Увеличение емкости аккумулятора
8	Невозможность передачи информации в реальном масштабе времени	Установка FPV технологий
9	Возникновение нештанных ситуаций (столкновение с птицами)	Установка аварийного громкого звукового сигнала

Источник: разработано автором.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА

Существенными преимуществами использования БПЛА являются компактность, многозадачность, возможность объективного анализа загрязнения, что стало возможно благодаря разнообразной технической оснащённости. Существующие модели БПЛА, такие как: беспилотный гибридный комплекс SeaDrone – Me, Fixar 007, Geodrone-GDM как раз имеют перечисленные выше технические характеристики. Они мобильны, компактны, многозадачны, оснащены различными миниатюрными датчиками, которые по своей эффективности не уступают, а в некоторых случаях даже превосходят стационарные устройства [7].

Использование БПЛА как средство экологического мониторинга дает возможность решить следующие задачи:

- исследование и определение токсичности атмосферного воздуха в приземном слое атмосферы;
- обследования водных объектов с целью выявления загрязнения нефтью, нефтесодержащими веществами, мелкодисперсными и спав веществами, а также забор проб;
- исследование флоры и фауны как в фоновом наблюдении, так и в случае катастрофы техногенного или природного характера;
- оценка радиационного загрязнения окружающей среды;
- оказание оперативной помощи в случае аварии различного генеза для спасения пострадавших и лиц, осуществляющих спасательную деятельность;
- получение оперативной информации в случае лесного пожара;
- наблюдение за безопасностью проведения культурно-массовых мероприятий;
- контроль за целостностью периметра режимных объектов;
- геодезические исследования;
- исследование сейсмоактивности земли;
- отслеживание дорожной обстановки [8].

При изготовлении современных БПЛА широко используются композиционные материалы, которые имеют ряд преимуществ в сравнении с материалами, используемыми при создании других летательных аппаратов.

Композиционные материалы устойчивы к коррозии, более прочные, например, чем алюминий, легкие, имеется возможность быстрой замены деталей в случае их повреждения, на длительное время не выводя беспилотник в случае ремонтных работ из эксплуатации, что обеспечивает его длительное использование.

Техническое оборудование на БПЛА также возможно заменить в кратчайшие сроки, не только на аналогичное, но и на более перспективное.

На данный момент в основную комплектацию БПЛА устанавливаются тепловизоры, фото- и видеофиксация, системы отслеживания по координатам (gps глонасс), дозиметрическое оборудование, газо- и пылеуловители, источники электропитания.

Система управления цифровая с использованием элементов искусственного интеллекта. Получает все большую популярность возможность отбора проб воздуха, воды, почвы благодаря системам вертикальной стабилизации и использование моделей БПЛА, которые осуществляют посадку и взлет в автоматическом режиме под управлением специалиста-оператора [9].

Такая специфика беспилотного летательного аппарата исключает присутствие человека в месте загрязнения и позволяет исследовать взятые образцы более досконально в лабораторных условиях. На данный момент идет разработка по установке на БПЛА систем подавления теплового излучения и радиосигнала с целью не обнаружения, так как беспилотники оставляют тепловой след и радиосигнал [10].

Для предварительной оценки возможности использования проектов БПЛА предлагается использовать матрицу «Эффективность – Риск», которая имеет следующий вид (табл. 2).

Эффективность-Риск

Уровень эффективности	Уровень риска	
	Высокий	Низкий
Высокий	Успешный и перспективный проекта БПЛА при условии эффективного риск-менеджмента	Успешный и перспективный проекта БПЛА
Низкий	Убыточный проект БПЛА Требуется коррективы или отказ от проекта	Безубыточный проект БПЛА без значительных перспектив

Безусловно, при разработке проектов по применению БПЛА требуется более глубокая проработка рисков, но на первых этапах принятия решений такая матрица позволит увидеть стратегические ориентиры [11, 12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено, что применение беспилотных летательных аппаратов в различных сферах нефтегазовой деятельности для решения нефтегазовых задач является неотъемлемой частью любой компании, занимающейся добычей и транспортировкой нефти и газа.

Применение БПЛА с точки зрения качества проведения инвентаризации, экологического мониторинга рентабельно в случае реализации мероприятий по снижению или устранению рисков. Современные технологии, основанные на использовании БПЛА, сокращают экономические риски. Также БПЛА будет полезен в обнаружении аварий на объектах нефтедобычи, таких как разливы нефти, подвижка грунта, выбросы вредных веществ в атмосферу, угнетение почвы и растительности.

Основным преимуществом БПЛА является полное или частичное исключение человеческого фактора, что позволяет минимизировать риск потери человеческих ресурсов при выполнении поставленной задачи и исключить возможность угрозы жизни человека.

Стоит упомянуть и значительную дешевизну комплектующих, возможность выбора аналогов или с большим функционалом, или более дешевых по стоимости, а, следовательно, и более экономичный ремонт БПЛА и его компонентов.

Применение беспилотников не ограничивается только разведкой местности и экологическим мониторингом, но позволяет своевременно спрогнозировать последствия катастрофы, свести к минимуму предполагаемый ущерб еще на стадии проектирования объекта, с учетом геодезических данных, особенностей рельефа, розы ветров, возможных тектонических подвижек земной коры, наличия близлежащих населенных пунктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мусина Г. А., Ожигин Д. С., Ожигина С. Б. Экологический мониторинг на основе снимков, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskij-monitoring-na-osnove-snimkov-poluchennyh-s-pomoschyu-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov/viewer> (дата обращения 08.03.2023).
2. Аникаева А. Д., Мартошев Д. А. Оценка потенциала применения беспилотных летательных аппаратов в нефтегазовой отрасли [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-potentsiala-primeneniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-v-neftegazovoy-otrasli> (дата обращения 08.03.2023).
3. Андриюшкина Т. А., Кусаинов А. А. Разработка динамической модели беспилотного летательного аппарата [Электронный ресурс]. URL: <https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/550/01%20%D0%90%D0%BD%D0%B4%D1%80%D1%8E%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9A%D1%83%D1%81%D0%B0%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (дата обращения 08.03.2023).
4. Шубина М. А. Использование беспилотных летательных аппаратов в целях картографирования наземных объектов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25425150> (дата обращения 08.03.2023).
5. Низамова Г. З., Гайфуллина М. И. Оценка влияния факторов риска на эффективность инвестиционного проекта. [Электронный ресурс]. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_35737165_24518105.pdf (дата обращения 08.03.2023).

6. **Исламова А. И., Исламов Д. И., Гайфуллина М. М.** Снижение рисков при применении беспилотных летательных аппаратов в промышленности [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-riskov-pri-primeneni-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-v-promyshlennosti/viewer> (дата обращения 08.03.2023).
7. **Российские беспилотники.** [Электронный ресурс]. URL: <https://russiandrone.ru/catalog/bespilotnye-kompleksy/multirotornye/seadrone-me/> (дата обращения 08.03.2023).
8. **Никитова А. К., Ключков В. В.** БПЛА в топливно-энергетическом комплексе и экологическом мониторинге [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18863722> (дата обращения 08.03.2023).
9. **Колтовская М. А., Зайцев Н. И.** Перспективность использования БПЛА для оценки экологической обстановки для нужд ВС РФ [Электронный ресурс]. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47699981_18490731.pdf (дата обращения 08.03.2023).
10. **Шимон Н. С.** Проблемы и перспективы использования беспилотных летательных аппаратов при прогнозировании и предупреждении ЧС в Воронежской области [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-ispolzovaniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-pri-prognozirovanii-i-preduprezhdenii-chs-v-voronezhskoy-oblasti> (дата обращения 08.03.2023).
11. **Галимова М. П., Тамбов В. В.** Стратегические разрывы и окна возможностей развития транспортных систем РФ // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования, 2016. № 5 (15). С. 36–43.
12. **Семенова М. В., Галимова М. П.** Анализ сценариев проекта и оценка влияния рисков // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика: Сб. научных статей 7-й Международной научно-практической конференции. В 3-х т. М., 2017. С. 140–143.

ОБ АВТОРАХ

Васильева Оксана Федоровна, магистр. каф. экономика предпринимательства. Дипл. Инженер-эколог (УГНТУ, 2021).

Галимова Маргарита Петровна, канд. наук. каф. экономика предпринимательства. Дипл. Инженер-экономист (Уфимский авиационный инст-т, 1988). Канд. экон. наук по экономике и управлению в народном хозяйстве (по отраслям) (УГАТУ, 1997). Иссл. в обл. Экономического управления и инвестиционного проектирования в инновационных системах

METADATA

Title: Web OLAP conceptual data model design on the basis of situation-oriented database.

Authors: O. F. Vasilyeva¹, M. P. Galimova²

Affiliation:

¹ Ufa University of Science and Technology (UUST), Russia.

Email: ¹ oksana14-99@mai.ru, ² polli66@mail.ru.

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa University of Science and Technology), no. 3 (29), pp. 91-97, 2023, ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: The relevance of this work lies in the study of one of the innovative areas of strategic change in the oil and gas industry. More specifically, the introduction of unmanned aerial vehicles in the inventory of areal facilities, taking into account the risks that may arise. The potential for the introduction of UAVs in the oil and gas sector today is great. Many safety and reliability issues that oil and gas companies traditionally spend significant amounts of money on can be effectively addressed using UAVs. Also, this paper evaluates the advantages and disadvantages of using unmanned aerial vehicles (UAVs) in practice.

Key words: UAV, oil and gas industry, implementation, risks, inventory, drones, environmental monitoring, wells, oil, GPS.

About authors:

Vasilyeva Oksana Fedorovna, Master. Dept. business economics. Dipl. environmental engineer (UGNTU, 2021).

Galimova Margarita Petrovna, cand. Sciences. cafe business economics. Dipl. Engineer-economist (Ufa Aviation Institute, 1988). Cand. economy Sciences in Economics and Management in the National Economy (by industry) (UGATU, 1997). Research in the region Economic management and investment in innovation.