

Система информационной поддержки при чрезвычайных ситуациях на железнодорожном транспорте с использованием беспилотных летательных аппаратов

А. Абдукаюмов¹, Ш. Ш. Холов²

¹ Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

² НИИ ПБиЧС МЧС Республики Узбекистан

Sherzodxolov110@gmail.com

Аннотация. Проведен анализ информационных решений, направленных на совершенствование системы мониторинга крупных пожаров. Выявлена необходимость алгоритмизации и программной реализации теоретических моделей мониторинга крупных пожаров, приведена иерархическая структура системы поддержки управления на основе мониторинга крупных пожаров. Структура системы состоит из двух основных подсистем: подсистемы многокритериального мониторинга в оперативном режиме работы и подсистемы многокритериального мониторинга на этапах планирования.

Ключевые слова: система автоматического управления, беспилотный летательный аппарат, мониторинг крупных пожаров, управление силами и средствами при пожарах, спутниковая навигационная система, автономный полёт

I. ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее востребованных способов транспортировки нефтепродуктов к местам хранения, распределения и потребления является их перевозка железнодорожным транспортом. Учитывая сложность технологического процесса и конфигурацию оборудования, пожары на железнодорожном транспорте могут привести к гибели людей, серьёзным материальным ущербам, а также дополнительно осложняются опасностью распространения пожара на соседние цистерны с возникновением угрозы полного уничтожения производственного объекта. В связи с этим, ликвидация подобного рода пожаров является одной из наиболее сложных и опасных задач для подразделений пожарной охраны.

Общая концепция борьбы с крупными пожарами предусматривает управление разрозненными во времени и пространстве элементами сложной системы прогнозирования, предупреждения и ликвидации пожаров. Для тушения крупных пожаров привлекаются значительные государственные ресурсы – силы и средства подразделений пожарной охраны, а также подразделения других министерств и ведомств. Поэтому с одной стороны, тушение крупного пожара определяет необходимость применения значительных государственных ресурсов, повышая успех тушения

пожара, с другой стороны, это приводит к усложнению системы управления данными ресурсами, возникновению избыточности и противоречивости информации, поступающей к руководителю тушения пожара, и как следствие создание дополнительных организационных структур управления, таких как оперативный штаб на пожаре и оперативная группа мониторинга пожара. Таким образом, совершенствования информационного обеспечения системы управления, создаваемой на крупных пожарах, за счет разработки моделей и алгоритмов поддержки принятия управленческих решений при организации мониторинга крупных пожаров является весьма актуальным вопросом.

Одним из решений, позволяющих снизить материальные потери от крупных пожаров, является проведение оперативного и качественного мониторинга обстановки, обеспечивающего информационную и методическую поддержку должностных лиц управления при организации борьбы с крупными пожарами.

Автоматизация процессов обнаружения очага возгорания на нефтяных объектах также является актуальной задачей по предупреждению крупных пожаров. В работах [1, 2, 3,4] коллективом авторов были разработаны программные средства, позволяющие в автоматическом режиме обследовать линейные объекты нефтяной отрасли на наличие пламенного горения. Благодаря мобильным средствам мониторинга в виде беспилотных воздушных систем, в автоматическом режиме осуществляется сбор данных и анализ полученных видеоматериалов на наличие открытых источников горения на объектах транспортировки нефтепродуктов. Также авторами был разработан ряд программ, позволяющих определять розлив нефтепродуктов на акватории с борта беспилотного летательного аппарата.

Структура системы поддержки управления БПЛА

Основной задачей системы мониторинга является непрерывное обеспечение должностных лиц на месте пожара объективной информацией о динамике развития оперативной обстановки и результатов применения сил и

средств подразделений пожарной охраны и других министерств и ведомств. При решении данной задачи главенствующая роль отводится понятию, поддержке принятия решений, заключающаяся в анализе имеющихся вариантов применения сил и средств и построении множества вариантов решений, удовлетворяющих предпочтениям и претендующих на окончательный выбор [5, 6, 7]. Исходя из данного формального определения для математической постановки задачи используется модель многокритериального выбора, которая в работе [8] была применена для формализации принципов определения решающего направления ведения действий по тушению пожаров.

Система поддержки управления представляет собой иерархическую структуру, состоящую из следующих ступеней: высший уровень, средний уровень и низший уровень, содержащих в себе набор подсистем (рис. 1).

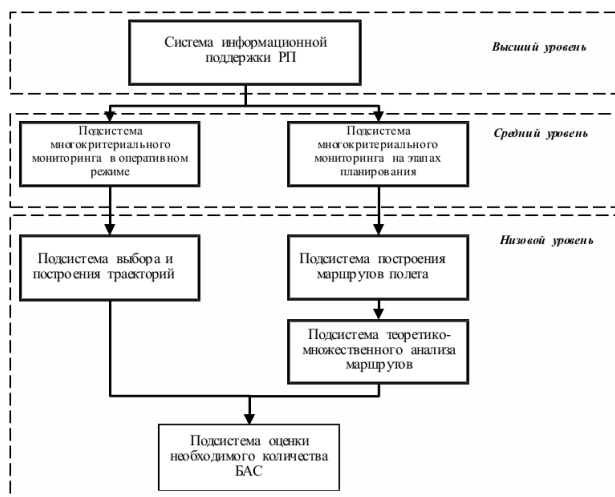


Рис. 1. Функциональная структура программного комплекса для информационной поддержки РП

Алгоритмы логики управления полетом БПЛА может осуществляться как в ручном режиме, так и в автоматическом. Кроме того, присутствует иерархическая структура режимов полета, при которой каждый следующий режим с более высоким уровнем автономности включает в себя алгоритмы предыдущего режима, у которого уровень автономности ниже.

На основе функциональной структуры системы поддержки управления рассматривается алгоритм управления (рис. 2)

Система управления беспилотными летательными аппаратами при чрезвычайных ситуациях

Предлагаемая система управления включает в себя следующее режимы полета:

Ручной режим. Управление производится полностью оператором.

Режим стабилизации. Управление производится также оператором, но летательный аппарат автоматически поддерживает нулевой крен, тангаж и

стабилизирует угол курса при отсутствии действий со стороны оператора, тем самым удерживаясь в воздухе.

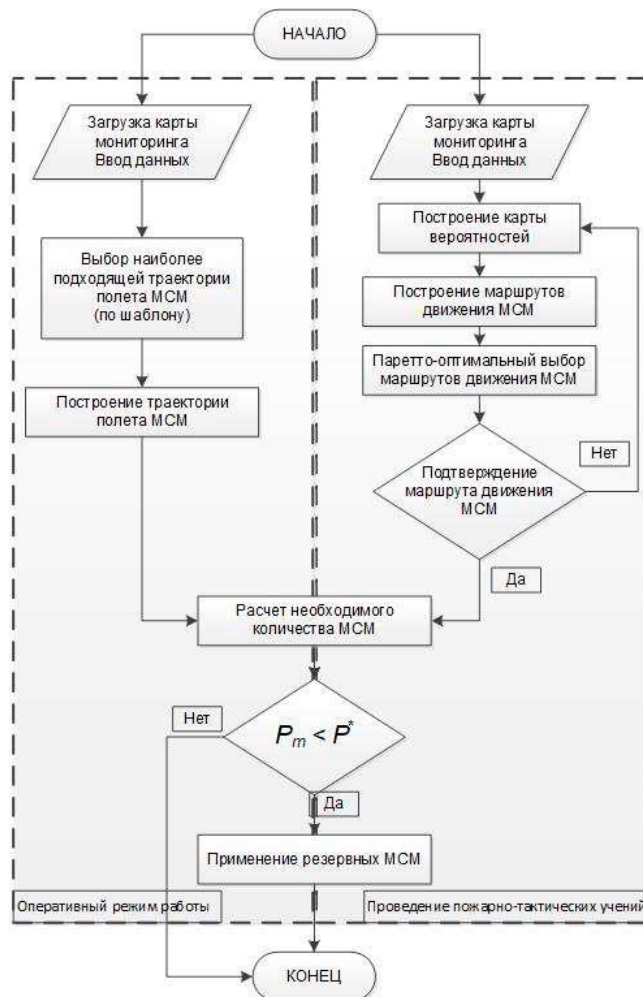


Рис. 2. Принципиальная схема алгоритма системы поддержки управления

Режим удержания высоты. При переходе в данный режим аппарат автоматически выдерживает высоту, которая была на момент включения данного режима, используя данные сонара и датчика давления.

Режим удержания позиции по GPS. При переходе в данный режим аппарат автоматически выдерживает позицию, которая была на момент включения данного режима, используя данные с GPS-приемника.

Режим возврата на точку старта. При включении данного режима аппарат независимо от его текущего положения автоматически возвращается на точку взлета и переходит в режим удержания позиции.

Режим автоматического полета по точкам. В данном режиме полета аппарат автоматически следует по заранее заданному маршруту. Режим автоматического взлета и посадки.

Автоматический режим полета по точкам основывается на режиме полета, который был рассмотрен ранее. Доработка алгоритма заключается в том, что при приближении к контрольной точке на

заранее заданное расстояние, которое называется радиус контрольной точки, происходит установка следующей точки маршрута в качестве желаемой. На рис. 3 представлены снимки с БПЛА и интерфейс рабочего места оператора.



Рис. 3. Вид интерфейса автоматизированного рабочего места

Режим удержания позиции

Как уже было отмечено ранее, для работы данного режима требуются данные с GPS приемника. По протоколу NMEA широта и долгота отображаются в формате:

широта: DDMM.MMMM;

долгота: DDDMM.MMMM, то есть градусы, минуты и доля минуты. Работать с таким форматом для дальнейших вычислений неудобно, поэтому выполняется пересчет в следующий формат:

широта: DD.DDDDDD;

долгота: DD.DDDDDD, то есть градусы и доля градуса.

Перевод осуществляется по следующим формулам, где LAT — широта (от англ. Latitude), LON — долгота (от англ. Longitude). Индекс D означает систему измерения в долях градусах, M — систему измерения в долях минуты. $floor()$ — функция округления до целого в меньшую сторону.

$$LAT_D = floor\left(\frac{LAT_M}{100}\right) + \frac{[LAT_M - 100floor\left(\frac{LAT_M}{100}\right)]}{60} \quad (1)$$

$$LON_D = floor\left(\frac{LON_M}{100}\right) + \frac{[LON_M - 100floor\left(\frac{LON_M}{100}\right)]}{60} \quad (2)$$

Поскольку стабилизация позиции по GPS использует аналогичный PI-каскад, описанный выше, то в качестве входных величин удобнее использовать расстояние, измеряемое в метрах. Для этого необходимо знать число метров в одном градусе широты и долготы.

Для меридиональных направлений эта величина постоянна, а вот для параллельных изменяется в зависимости от текущей широты по закону

$$S_x = \frac{2\pi R_E \cos(LAT)}{360} \quad (3)$$

где S_x — число метров в одном градусе долготы, R_E — радиус Земли. Тогда положение в X, Y метрах может быть определено как

$$X = S_x LON_D, \quad Y = S_y LAT_D \quad (4)$$

II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практическое применение программного комплекса, реализующего разработанные модели и алгоритмы для организации непрерывного мониторинга динамики оперативной обстановки на месте пожара, повышает качество информационного обеспечения системы управления, создаваемой при тушении крупных пожаров. Дальнейшее развитие основных идей исследования состоит в адаптации разработанных моделей и алгоритмов к условиям использования средств мониторинга динамики пожара в реальных боевых условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Кузнецов А.В. Модели и алгоритмы поддержки принятия управленческих решений при мониторинге крупных пожаров/ Автореферат ГПС МЧС России, 2023. 1-3 с.
- [2] Выговтов А.В. Видеодетектор пламени 2.0 (FD): свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018616001, 21.05.2018 / А.В. Выговтов, А.В. Калач, В.В. Шумилин, Д.В. Русских.
- [3] Выговтов А.В. Видеодетектор разлива нефтепродуктов 1.0 (PD): свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019615393, 25.04.2019 / А.В. Выговтов, Р.В. Баранкевич, А.В. Калач.
- [4] Выговтов А.В. Видеодетектор разлива нефтепродуктов на водной поверхности 2.0 (PD): свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019615393, 25.04.2019 / А.В. Выговтов, Р.В. Баранкевич, П.С. Купrienko, А.В. Калач.
- [5] Алексин Е.М. Проверка адекватности математических моделей процесса функционирования аварийно-спасательных служб / Е.М. Алексин, Н.Н. Брушлинский, Ю.И. Коломнец [и др.] // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 1997. № 10. С. 47.
- [6] Тараканов Д.В. Программное средство для разработки электронных документов предварительного планирования действий по тушению пожаров в зданиях: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015612925, 26.02.2015 / Д.В. Тараканов, М.В. Илеменов.
- [7] Renshaw G. Maths for Economics. New York: Oxford University Press, 2005. P. 516-526.
- [8] Топольский Н.Г. Теоретические основы поддержки управления пожарными подразделениями на основе мониторинга динамики пожара в здании: монография / Под общей ред. д-ра техн. наук, профессора Н.Г. Топольского – М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. 320 с.