

УДК 630.43:005.584.1

## **УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА АВИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА, ОСУЩЕСТВЛЯЕМОГО ПУТЕМ ОПТИЧЕСКОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ, КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ОПЕРАТИВНОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ**

**Сизиков А.С.\*, Прудников С.П.\*\*, Хвалей С.В., к.ф.-м.н., доцент\*\*\***

**\*Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Беларусь**

**\*\*Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь**

**\*\*\*Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко» БГУ**

**e-mail: mail@kii.gov.by**

*В статье приводятся последовательности действий при обнаружении ЧС (последствий) с помощью существующих отечественных образцов систем авиационного мониторинга чрезвычайных ситуаций различного характера и универсальной системы осуществления авиационного мониторинга, не зависимой от оператора. Обосновываются преимущества последней для повышения оперативности реагирования на чрезвычайные ситуации.*

*The article provides the sequences of actions emergency situation detection using the existing domestic samples of aviation monitoring system of different nature emergency situations and a universal system of aviation monitoring which is independent of the operator. The advantages of the last one to enhance the effectiveness of emergency response in this article are substantiated.*

(Поступила в редакцию 23 октября 2012 г.)

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время использование технических средств оптического дистанционного зондирования земной поверхности при осуществлении авиационного мониторинга чрезвычайных ситуаций различного характера получило широкое распространение не только за рубежом, но и в Республике Беларусь [1-5]. В рамках реализации государственных научно-технических программ были созданы отечественные образцы систем авиационного мониторинга: комплекс ВСК-2 (эксплуатируемый на борту вертолета Ми-2) [6-8] и авиационная система контроля чрезвычайных ситуаций АСК-ЧС (эксплуатируемая на борту самолета Ан-2) [9-13].

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Последовательность действий при обнаружении ЧС (последствий) с помощью данных систем, зависящих от оператора, можно условно свести к следующим основным процессам:

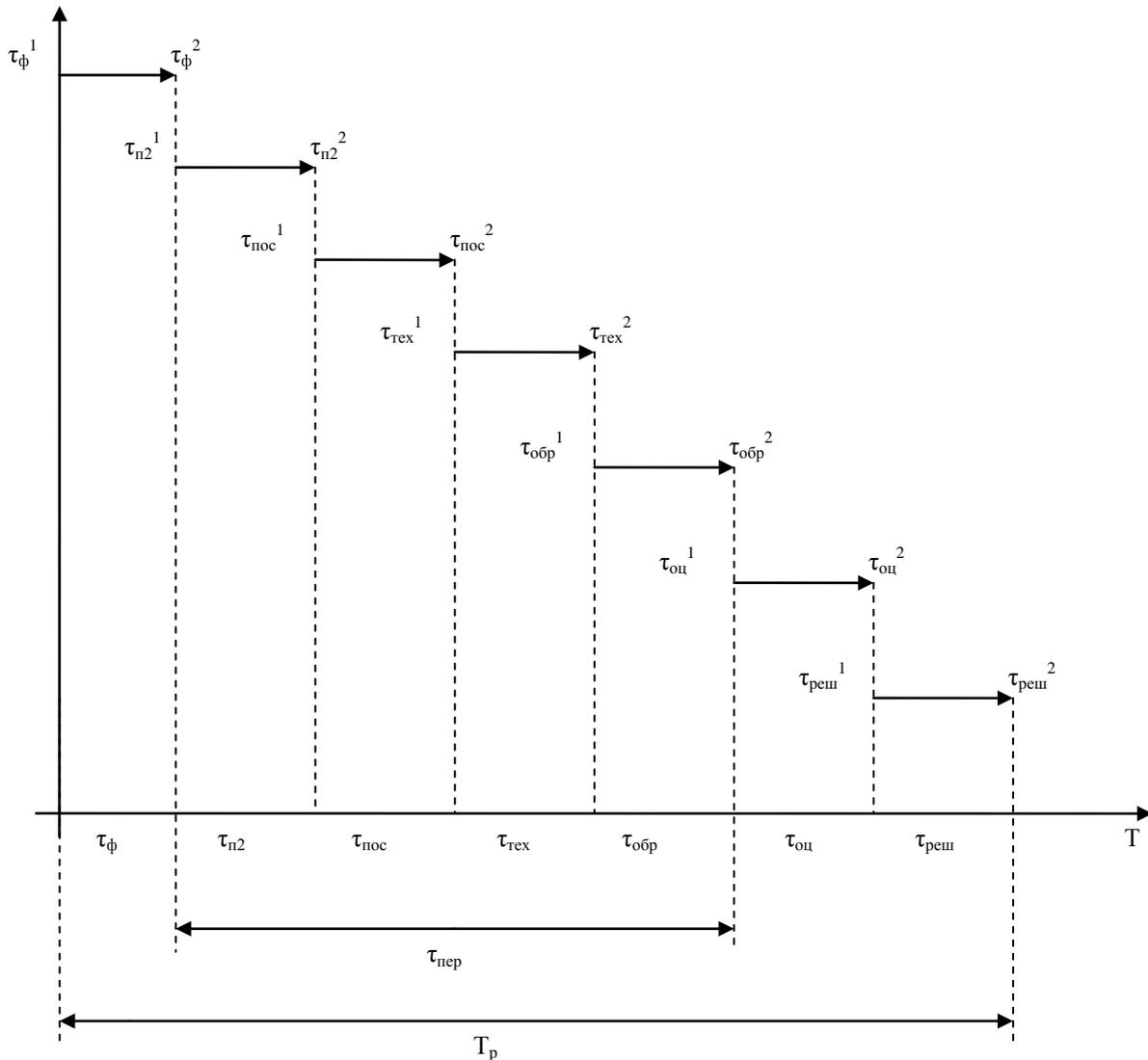
- фиксация ЧС имеющимися на борту воздушного судна техническими средствами и сохранение полученной информации в виде зашифрованных информационных пакетов;
- возвращение воздушного судна на место базирования (аэродром);
- посадка воздушного судна;
- съем полученной информации с борта воздушного судна и доставка к оператору, имеющему специальное оборудование для ее последующей дешифровки и обработки;

обработка полученных информационных материалов оператором, расшифровка и преобразование в форму, удобную для использования руководителем;

оценка руководителем по полученным информационным материалам ЧС, ее последствий для последующего принятия управленческого решения;

принятие руководителем конкретного управленческого решения о средствах и способах ликвидации ЧС (ее последствий).

Графически последовательность данных действий может быть представлена на ленточном графике, приведенном на рис. 1.



**Рисунок 1 – Последовательность событий реагирования на ЧС (ее последствия), обнаруженную посредством имеющихся технических средств авиационного мониторинга земной поверхности путем оптического дистанционного зондирования**

Время фиксации чрезвычайной ситуации (ЧС)  $\tau_{\phi}$  будет равно разности между временем начала съемки ЧС  $\tau_{\phi}^1$  и временем окончания съемки ЧС  $\tau_{\phi}^2$  (1):

$$\tau_{\phi} = \tau_{\phi}^2 - \tau_{\phi}^1. \quad (1)$$

Время полета  $\tau_n$  будет определяться как сумма трех слагаемых: времени следования воздушного судна (ВС) к месту ЧС,  $\tau_{n1}$ , времени фиксации ЧС,  $\tau_{\phi}$ , и времени следования ВС обратно на место базирования (дислокации) после завершения съемки ЧС  $\tau_{n2}$  (2):

$$\tau_n = \tau_{n1} + \tau_{\phi} + \tau_{n2} \quad (2)$$

Время работы  $\tau_{раб}$  воздушного судна будет определяться как сумма времени взлета,  $\tau_{взл}$  времени полета,  $\tau_n$  и времени посадки,  $\tau_{нос}$  (3):

$$\tau_{раб} = \tau_{взл} + \tau_n + \tau_{нос} \quad (3)$$

где  $\tau_{взл}$  – время от начала взлета (запуска двигателя) до взятия курса;

$\tau_{нос}$  – время от начала захода на аэродром с целью посадки, до остановки двигателя;

$\tau_{тех}$  – техническое время, необходимое для снятия информационного пакета о ЧС с борта воздушного судна и доставки его к месту работы оператора, имеющего необходимое оборудование для расшифровки и обработки данной информации;

$\tau_{обр}$  – время обработки полученной информации оператором и ее преобразование в форму, удобную для использования руководителем;

$\tau_{оц}$  – время оценки ЧС (от момента получения расшифрованной информации в удобной для работы форме,  $\tau_{оц}^1$  до завершения процесса анализа полученной информации и ее оценки,  $\tau_{оц}^2$ );

$\tau_{реш}$  – время принятия решения о ликвидации ЧС (ее последствий).

Тогда время реагирования  $T_p$  – время от момента обнаружения и фиксации ЧС с борта воздушного судна до момента принятия решения о его ликвидации (ликвидации его последствий) руководителем (специальным уполномоченным лицом, имеющим соответствующую компетенцию) будет определяться выражением (4):

$$T_p = \tau_{\phi} + \tau_{n2} + \tau_{нос} + \tau_{тех} + \tau_{обр} + \tau_{оц} + \tau_{реш} \quad (4)$$

Основным критерием оперативности реагирования на ЧС будет являться время передачи получаемой информации с борта ВС на оперативный пункт командования для последующей оценки и принятия управленческого решения,  $\tau_{пер}$  определяемое из выражения (5):

$$\tau_{пер} = \tau_{n2} + \tau_{нос} + \tau_{тех} + \tau_{обр} \quad (5)$$

где  $\tau_{тех}$  – зависит от расстояния между местом приземления воздушного судна (как правило, аэродрома) и специальным пунктом, имеющим оператора и необходимое оборудование для расшифровки и обработки данной информации.  $\tau_{тех}$  может варьироваться от 2 до 3 часов;

$\tau_{обр}$  – в зависимости от характеристик оборудования и квалификации оператора может варьироваться от 2 до 5 мин;

$\tau_{n2}$  – зависит от типа ВС, скорости полета, погодных условий, расстояния от места обнаружения ЧС до места посадки (аэродрома) ВС.  $\tau_{n2}$  ориентировочно может варьироваться в пределах от 30 минут до 3-4 часов;

$\tau_{нос}$  – зависит от типа ВС, типа аэродрома, ВПП, погодных условий и может варьироваться в пределах от 5 до 15 мин.

С учетом (5) выражение (4) примет следующий вид:

$$T_p = \tau_{\phi} + \tau_{пер} + \tau_{оц} + \tau_{реш} \quad (6)$$

где  $\tau_{\phi}$  – зависит от критериев ЧС, последствий, поставленной задачи и может колебаться в пределах от 5 до 30 мин.

Таким образом, условно-минимальное время реагирования на ЧС, обнаруженную и зафиксированную имеющимися на вооружении МЧС техническими средствами, будет равно 162 мин, т. е. составит порядка двух с половиной часов.

Использование универсальной системы осуществления авиационного мониторинга, не зависящей от оператора, имеющей в составе конструкции передатчик [14] позволит значительно повысить оперативность принятия необходимых мер по ликвидации обнаруженной ЧС (ее последствий) и сократить до минимума время реагирования  $T_p$ . При автономном функционировании данного оборудования (без оператора) с передачей получаемой информации в реальном времени и в удобной для работы форме (без необходимости дешифровки) на оперативный пункт командования начало временного отрезка процесса оценки ЧС,  $\tau_{оц}^1$  будет практически совпадать со временем начала фиксации ЧС -  $\tau_{ф}^1$  (рис. 2) и определяться выражением (7):

$$\tau_{оц}^1 = \tau_{ф}^1 + \tau_{пер} \quad (7)$$

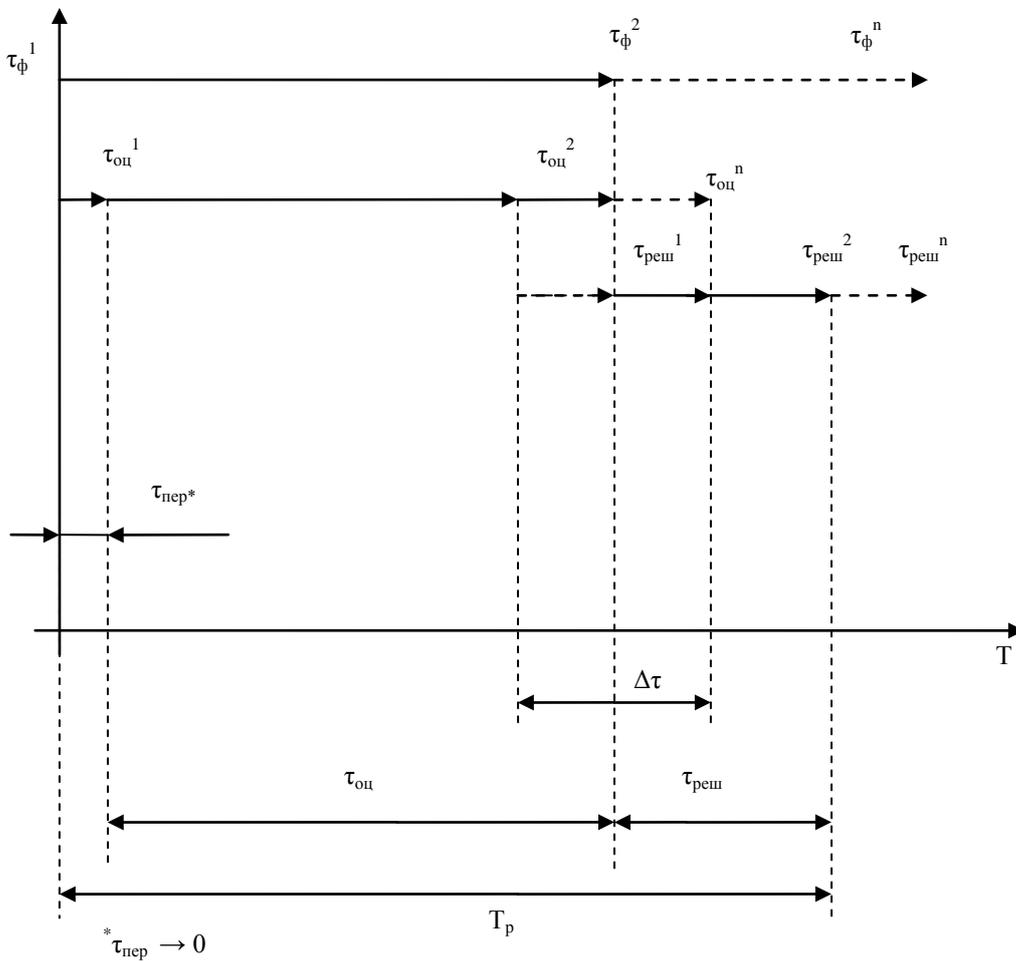


Рисунок 2 – Последовательность событий реагирования на ЧС (ее последствия), обнаруженную с помощью универсальной системы авиационного мониторинга

Для универсальной системы осуществления авиационного мониторинга при имеющихся технических средствах (в т. ч. передатчика) справедливо выражение (8):

$$\tau_{пер} \rightarrow 0. \quad (8)$$

Тем самым, при реагировании на ЧС (ее последствия) полностью удастся сократить время  $\tau_{пер} = \tau_{n2} + \tau_{noc} + \tau_{mex} + \tau_{обр}$ , то есть как минимум порядка 2,5 часов.

С учетом (8) начало процесса оценки ЧС руководителем будет совпадать с моментом начала фиксации данной ЧС приборами оптического дистанционного зондирования универсальной системы, размещенной на борту воздушного судна. И тогда выражение (7) примет вид (9):

$$\tau_{оц}^I = \tau_{ф}^I. \quad (9)$$

То есть с момента обнаружения и начала фиксации ЧС универсальной системой с борта ВС, руководитель (начальник штаба) уже имеет возможность анализа и оценки данной ЧС в реальном времени фиксации.

В зависимости от факторов и особенностей обнаруженной ЧС, выполнение анализа и оценки по получаемой в реальном времени информации и конкретное решение о средствах и способах ее ликвидации (ликвидации последствий) может быть принято до завершения фиксации ЧС приборами системы оптического дистанционного зондирования в борту воздушного судна.

В таком случае будет справедливо выражение (10):

$$\tau_{ф}^n \geq (\tau_{оц} + \tau_{реш}). \quad (10)$$

Важно отметить, что процесс оценки ЧС (ее последствий) может продолжаться и после принятия решения о ее ликвидации, с целью корректировки последнего, другими словами процессы оценки и принятия решений будут при несомненной общей взаимосвязи осуществляться параллельно (участок  $\Delta\tau$  на рис. 2), а не строго последовательно, как на рис. 1.

## ВЫВОДЫ

Еще одним преимуществом использования универсальной системы авиационного мониторинга ЧС будет наличие обратной связи между процессами фиксации ЧС и оценки данной ЧС (ее последствий). Во-первых, при необходимости получения дополнительных информационных материалов, их можно получать в реальном времени одновременно с процессом анализа и оценки ЧС и с учетом их принимать окончательное решение о средствах и способах ликвидации ЧС. Во-вторых, фиксацию ЧС можно осуществлять после принятия решения о ее ликвидации, в период следования к месту ЧС аварийно-спасательных подразделений, и при необходимости благодаря получению новых информационных материалов о ЧС в реальном времени выполнять корректировку принятых управленческих решений. И, в-третьих, процесс фиксации ЧС при необходимости можно осуществлять в реальном времени и в период непосредственной ликвидации ЧС аварийно-спасательными подразделениями.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, создание и внедрение универсальной системы авиационного мониторинга ЧС позволит значительно повысить оперативность реагирования на чрезвычайные ситуации (их последствия), сократить время оценки и принятия решений по ликвидации ЧС и их последствий, а также обеспечит возможность более качественной координации сил и средств, осуществляющих ликвидацию ЧС в период ведения ими боевых действий при непосредственном наблюдении через технические средства с борта ВС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев, Б.И. Оптическое дистанционное зондирование / Б.И. Беляев, Л.В. Катковский. – Минск : БГУ, 2006. – 455 с.
2. Беспилотные летательные аппараты: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.racurs.ru/?page=681>. – Дата доступа : 15.04.2012.
3. Цифровые камеры для аэрофотосъемки. Обзор моделей (декабрь 2011). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.racurs.ru/?page=630>. – Дата доступа: 10.04.2012.
4. Сизиков, А.С. Современные тенденции развития аэрокосмического мониторинга чрезвычайных ситуаций. / А.С. Сизиков, С.В. Хвалей // Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации-2012: Тез. докл. междунар. научно-практич. конф. Гомель, 24-25 мая 2012 г. Ч. 1. С. 115-116.
5. Беляев, Б.И. Приборы и методы аэрокосмического дистанционного зондирования природных объектов / Б.И. Беляев, Л.В. Катковский, В.А. Сосенко // – Вестн. БГУ. Сер. 1. – 2011. – № 3. – С. 18–23.
6. Беляев, Б.И. Системы наблюдения, мониторинга и дистанционного зондирования Земли / Б.И. Беляев, В.А. Сосенко, Т.Г. Протько, А.Ф. Чернявский // VI Науч.-техн. конф., Адлер (Россия), 14–18 сент. 2009 г.
7. Съемка и обработка изображений авиационной системы контроля чрезвычайных ситуаций / Б.И. Беляев [и др.] // Журн. прикл. Спектроскопии. – 1998. – Т. 65. – № 2. – С. 128–131.
8. Приборы и методы аэрокосмического дистанционного зондирования природных объектов / Б.И. Беляев [и др.] // Журн. прикл. Спектроскопии. – 2000. – Т. 67. – № 4. – С. 141–152.
9. Беляев, Б.И. Новые технологии оценки ущерба от аварий и катастроф на базе авиационной системы контроля чрезвычайных ситуаций. / Б.И. Беляев // MILEX-2009: Тез. докл. 4-й Междунар. науч. конф. по военно-техн. проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения. – 2009 г. – С. 83.
10. Катковский, Л.В. Применение авиационной системы контроля ЧС для оценки пожарной опасности лесов, обнаружения пожаров и оценки их последствий. / Л.В. Катковский // Доклады БГУИР. – 2010 г. – № 6 (52). – С. 5–13.
11. Съемка и обработка изображений авиационной системы контроля чрезвычайных ситуаций / Б.И. Беляев [и др.] // Космічна наука і технологія. – 2010. – Т. 6. – № 2. – С. 41–45.
12. Обработка и представление данных авиационной системы контроля чрезвычайных / Б.И. Беляев [и др.] // Вестн. БГУ. – 2008. – Сер. 1. – № 1. – С. 25.
13. Воробьев, С.Ю. Применение авиационной системы контроля ЧС для оценки пожарной опасности лесов, обнаружения пожаров и оценки их последствий. / С.Ю. Воробьев // Доклады БГУИР. – 2010 г. – № 6 (52). – С. 5-13.
14. Перспективы развития технических средств дистанционного зондирования Земли для мониторинга чрезвычайных ситуаций / А.С. Сизиков [и др.] // Журн. Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2012. – № 1 (31). – С. 20–36.