

УДК 656.7.08

DOI: 10.26467/2079-0619-2018-21-4-17-28

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ПЛАНИРОВАНИИ В СИСТЕМЕ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОГО ПОИСКА И СПАСАНИЯ

А.В. СОБОЛЕВ¹, В.А. ПОПОВ²

¹Якутский поисково-спасательный отряд МЧС России, г. Якутск, Россия

²Ульяновский институт гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б.П. Бугаева,
г. Ульяновск, Россия

В статье рассмотрено программное обеспечение технологии оптимизации, позволяющее дополнить работу системы авиационно-космического поиска и спасания в части принятия решений по использованию воздушных судов (ВС). В связи с тем, что на данный момент не полностью отработаны научно-обоснованные принципы принятия оперативных решений для оптимального распределения и привлечения ВС к поиску и спасанию, особенно с использованием автоматизированных процессов, подобные решения принимаются на основе личного опыта руководителя поисково-спасательных работ (РПСР). В статье дается анализ отечественных разработок в области информационно-технического обеспечения поисково-спасательных работ (ПСР), предложен алгоритм принятия решений, в основу которого положены факторы, влияющие на выбор поисково-спасательных сил и средств. Представлено программное обеспечение (ПО), реализованное на средстве визуального программирования Visual Basic for Applications, в котором заложена математическая модель оптимизации ВС по: минимальному расходу финансовых средств на основе теории линейного программирования, минимальному времени обследования заданной площади и вероятности безотказности с прогнозом метеорологических условий на три дня. Результаты расчетов представляются в виде рекомендаций с графо-аналитическими пояснениями по каждому блоку проводимой оптимизации с целью отражения полной «картины» прогнозируемой поисково-спасательной операции (ПСО). Реализованный комплексный подход в ПО способен предоставлять унифицированные рекомендации для РПСР не только во время оперативного планирования, но и при организации транспортных задач, мониторинга и доставки гуманитарных грузов. Это позволяет органам управления давать оптимальные (по принципу «эффективность – качество – экономичность») рекомендации и при необходимости формировать научно-обоснованные предложения по задействованию сил и средств в системе авиационно-космического поиска и спасания.

Ключевые слова: оптимизация, поиск и спасание, оперативное планирование, программное обеспечение, воздушное судно, авиация.

ВВЕДЕНИЕ

На территории нашей страны в среднем ежегодно проводится более 30 поисково-спасательных операций (работ). На сегодня еще невозможно полностью исключить возникновение авиационных происшествий и нештатных ситуаций в авиации. Причин тому много, но основными в последние четверть века так или иначе являются производные от человеческого фактора. Около 80 % авиационных происшествий связаны с ошибками эксплуатации авиационной техники, деструктивным подходом руководящих структур к управлению авиационно-космической отраслью и развитию данной отрасли, делающих высокую ставку на коммерческую выгоду, а не на обеспечение всесторонней безопасности полетов и т. п.¹ [1–3]. Существенный негативный «вклад» вносит эксплуатация устаревших и дорогостоящих образцов техники. Так, например, себестоимость летного часа вертолета Ми-8МТВ, являющегося основным поисково-спасательным воздушным судном (ПСВС), в среднем составляет 250 тысяч рублей, в зависимости от региона его эксплуатации.

¹ Росавиация и Росстандарт: Актуальные вопросы управления безопасностью авиационной деятельности // Крылья Родины. 2012. № 6. С. 8–14.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Одним из направлений, позволяющих повысить уровень безопасности полетов, является снижение тяжести авиационных происшествий. Для чего в системе АКПС организуются и внедряются новые технологические процессы и осуществляются различные мероприятия с применением большого разнообразия технических средств, систем и оборудования. Главными принципами органов управления в функционировании системы поиска и спасания остаются «эффективность, качество и экономичность». Для их реализации необходимо оптимально распределять привлекаемые силы и средства в районах поиска и спасания. Однако подобные решения, как правило, принимаются на основе личного профессионального опыта руководителя ПСР в связи с тем, что не существует всеобъемлющей научно-обоснованной методики принятия оперативных решений, особенно с использованием автоматизированных процессов.

Проблемами принятия решений в различных условиях посвящены работы многих ученых, в том числе: Р. Кини, О.И. Ларичев, Р. Огэнсфидд, А.И. Орлов, В.В. Подиновский, Х. Райф, М. Эдцоус и др. [4–8].

При получении первоначальной информации в оперативном центре прорабатываются варианты развития ситуации (обстановки) и определяется район поисков. Некоторая наиболее существенная информация при планировании представлена на рис. 1. В соответствии с выработанными вариантами составляется план действий и формируется перечень необходимых мероприятий.



Рис. 1. Блок-схема принципиального процесса оперативного планирования ПСО
Fig. 1. Block diagram of the principle process of operational planning of the SAR

Блок t_1 характеризуется тем, что происходит сбор, обработка и передача информации. Блок t_2 играет решающую роль для оперативности, экономичности и непрерывности ПСР, так как эти показатели линейно зависят от качества аналитических возможностей РПСР. Блок t_3 является физическим осуществлением плана действий и определяется как «активная фаза» работ.

МЕТОДОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для руководителя существенным является количество и тип спасательных СиС, так как от них в основном зависит площадь и время обследования, качество оказанной помощи и финансовые расходы, непрерывность и полнота проводимых работ. В интересах оптимизации при оперативном планировании был предложен алгоритм принятия решений, в основу которого положены факторы, влияющие на выбор поисково-спасательных сил и средств (рис. 2).

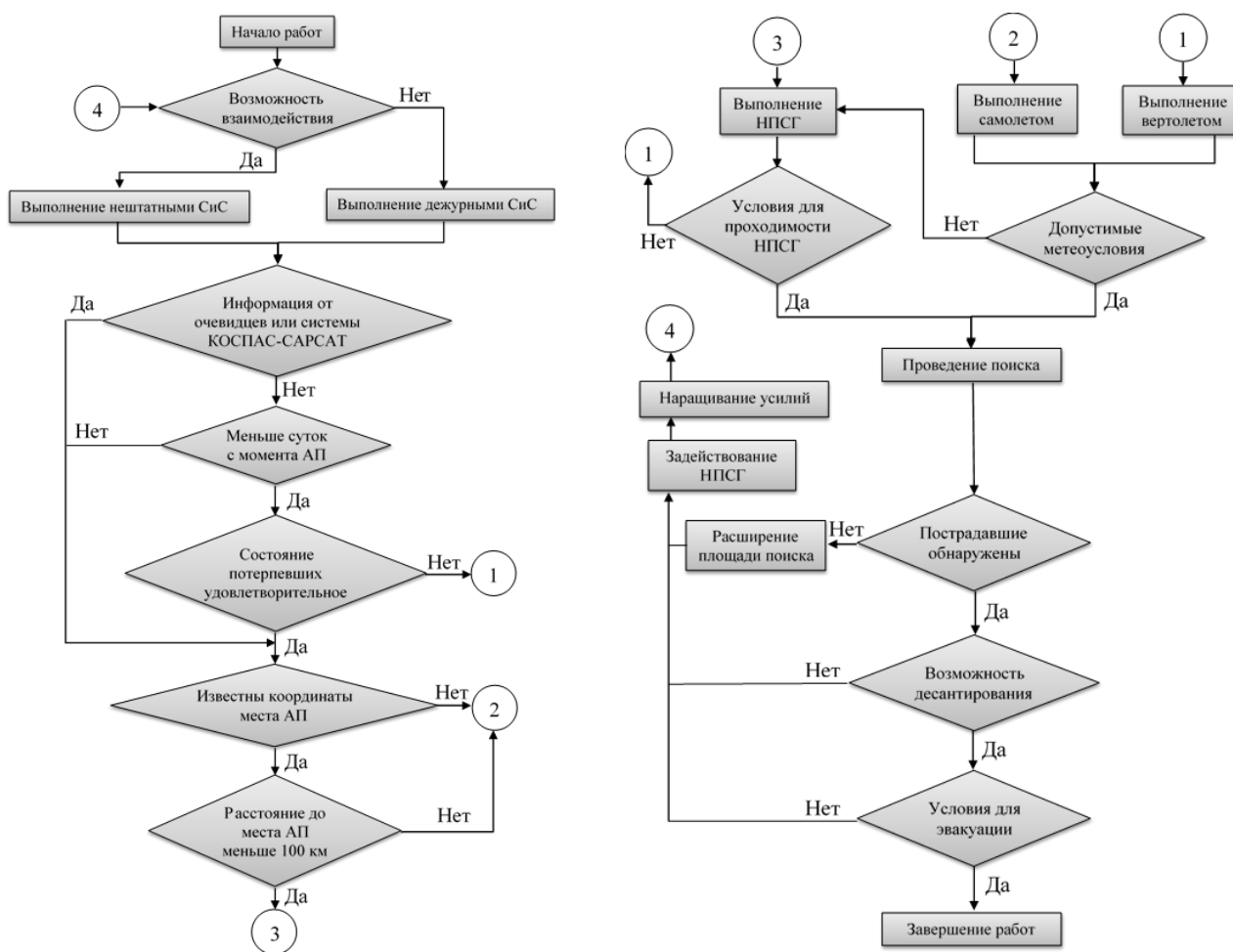


Рис. 2. Алгоритм применения сил и средств при оперативном планировании ПСР на воздушном транспорте

Fig. 2. Algorithm of the use of forces and resources in the operational planning of SAR in air transport

Если принять во внимание то, что разработанное в стране законодательство позволяет привлекать сторонние ВС для выполнения ПСР, то неадекватная оценка обстановки и принятые вследствие ее решения могут повлечь ряд негативных последствий, прежде всего связанных с нецелесообразным расходом финансовых и человеческих ресурсов.

Для выработки целесообразных и рациональных решений требуется научный подход, в котором процесс оперативного планирования может оптимизироваться благодаря автоматизированным расчетам, предотвращая при этом следование методу «проб и ошибок».

На сегодняшний момент передовыми отечественными разработками в области информационно-технического обеспечения поисково-спасательных работ является автоматизированная информационно-управляющая система (АИУС) «Пирамида» и информационно-аналитическая система (ИАС) «Поиск»:

– ИАС «Поиск» обеспечивает информационную поддержку, решение аналитических и организационных задач авиационно-космического поиска и спасания. Система также обеспечивает поддержку проведения ПСР, мониторинг состояния обстановки, состояния дежурных поисково-спасательных СиС и т. д.;

– АИУС «Пирамида» – это программное обеспечение, разработанное ОАО «НПО «ЛЭМЗ» с целью модернизации ЕС АКПС, введенное в эксплуатацию в 2015 году. Данная система обладает множеством достоинств и позволяет анализировать поступающую информацию о ВС, отслеживать его перемещение, взаимодействовать и координировать действия всех участников ПСР.

Обе системы имеют широкий спектр решаемых задач в области поддержки в принятии решений, организации и проведения ПСР. Однако следует отметить, что в этих системах: не реализована функция оптимизации использования ВС с учетом минимизации стоимости применения сил и средств при имеющихся поисковых ресурсах; ограничена система оценки и сравнения технических средств, позволяющая производить расчеты с учетом, например, метеорологической обстановки; ограничена возможность равномерного распределения поисковых усилий между имеющимися ВС с учетом мест их базирования и летно-технических характеристик (ЛТХ), позволяющая минимизировать время обследования заданного района. Решение данных вопросов осуществляется РПСР на основе личного опыта.

На основании выделенных особенностей предлагается комплексный подход к оптимизации состава ВС, реализуемый в разработке программного обеспечения, который позволяет рационально подойти к оценке возможностей ВС при оперативном планировании в системе АКПС.

Для разработки ПО использовано средство визуального программирования Visual Basic for Applications на базе Microsoft Excel операционной системы Windows со встроенными в него компонентами, позволяющими реализовать требуемый функционал с наименьшими затратами человеческих ресурсов. Такой подход позволяет оператору без установок дополнительных программ приступить к использованию ПО.

Структурно программное обеспечение состоит из модулей, представленных на рис. 3.

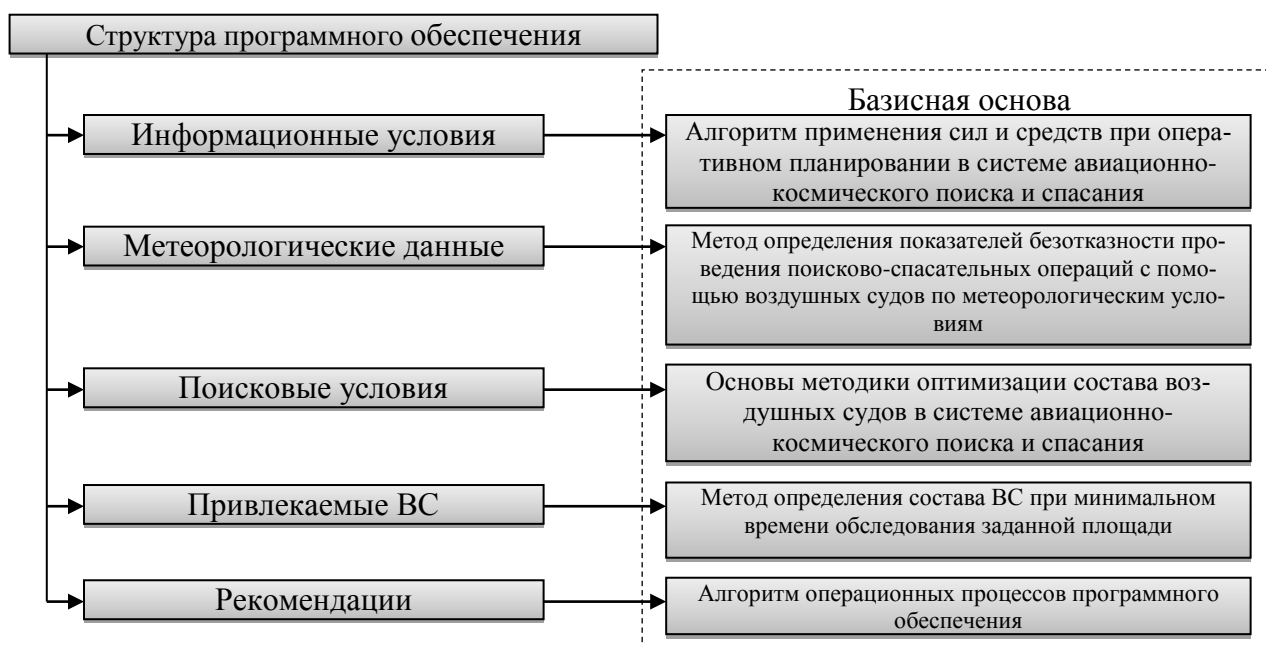


Рис. 3. Структура программного обеспечения
Fig. 3. Software structure

Теоретические основы, используемые при построении ПО подробно рассмотрены в работах авторов [10, 11, 12] и консолидируют в себе следующие необходимые элементы математического обеспечения.

1. Оптимизация состава ВС по минимальному расходу финансовых средств на основании теории линейного программирования.

В общем виде задачу оптимизации состава ВС можно сформулировать следующим образом: при заданном комплексе условий Q найти такое решение $x_i(A_i)$, которое обращает целевую функцию W в минимум:

$$W = \sum_{i=1}^x C_i(A_i) \rightarrow \min, \quad (1)$$

при выполнении ограничений вида

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^x s_i(A_i) &\geq S_x, \\ \sum_{i=1}^x s_m(A_i) &\geq S_{\text{прям}}, \\ \sum_{i=1}^{\kappa} q_{di}(A_i) &\geq Q_d, \\ \sum_{i=1}^{\kappa} q_{ui}(A_i) &\geq Q_u, \\ \sum_{i=1}^{\kappa} q_{ei}(A_i) &\geq Q_h, \end{aligned}$$

где $C_i(A_i)$ – себестоимость часа эксплуатации ВС; S_x – необходимая площадь обследования; $s_i(A_i)$ – показатели площади обследования ПСВС; $S_{\text{прям}}$ – необходимая длина предполагаемого пути; $s_m(A_i)$ – показатели максимальной дальности полета ПСВС; Q_d – необходимость десантирования; $q_{di}(A_i)$ – показатель возможности ВС осуществлять десантирование; Q_u – необходимость работать в горной местности; $q_{ui}(A_i)$ – показатель возможности ВС эксплуатироваться в горной местности; Q_h – необходимость эвакуировать всех пострадавших; $q_{ei}(A_i)$ – показатель числа людей в ВС.

2. Определение состава воздушных судов при минимальном времени обследования заданной площади.

Определение минимального времени (T_{\min}) осуществляется по формуле

$$T_{\min} = \frac{S_{BC}}{N_{\text{факт}}(A_1)}, \quad (2)$$

где S_{BC} – доля площади обследования ВС от заданной площади обследования, км²; $N_{\text{факт}}(A_1)$ – фактическая поисковая производительность основного (первого) ВС в заданных условиях, км².

3. Определение показателей безотказности проведения поисково-спасательных операций с помощью воздушных судов по метеорологическим условиям.

Формула расчета безотказности (P_i):

$$P_i = \frac{X_\phi + X_\phi(-1)}{X_\phi F} 100, \quad 0 \leq P_i \leq 1, \quad (3)$$

где X_ϕ – фактический показатель метеорологического критерия; X_ϕ – допустимый показатель метеорологического критерия; F – показатель динамичности метеорологического критерия, изменяемый от 1 до 100 %.

Детально изучить все нюансы расчетов можно в указанных выше работах авторов.

Каждый модуль обеспечивает работу отдельных компонентов программного обеспечения. Визуальная реализация модулей представлена на рис. 4.

The screenshot displays the main software window with four distinct panels for configuration:

- Информационные условия (Informational conditions):** Contains five checkboxes: "Информация от очевидцев или системы 'КОСПАС-САРСАТ'" (unchecked), "Прошло меньше суток с момента АП" (unchecked), "Состояние пострадавших удовлетворительное" (unchecked), "Известны координаты места АП" (unchecked), and "Расстояние меньше 100 км" (unchecked).
- Метеорологические данные (Meteorological data):** A table with two columns: "по температуре" (by temperature) and "по скорости ветра" (by wind speed).

Максимальное дневное колебание	10	15
Средне-часовое колебание	2	10
Показатель динамики	20	67

Buttons "Изменить" (Change) and "Применить" (Apply) are located below the table.
- Поисковые условия (Search conditions):** Includes dropdown menus for "Объект поиска" (Search object), "Регон поиска" (Search region), and "Район поиска" (Search district). It also has input fields for "Количество пострадавших, чел" (Number of victims, persons) and "Необходимая площадь обследования, км2 или" (Required search area, km² or). Radio buttons are present for "Необходимая площадь обследования, км2 или" (selected) and "Дальность прямолинейного маршрута, км" (Distance of the straight-line route, km).
- Привлекаемые ВС (Attracted aircraft):** A table with two columns: "ВС" (Aircraft) and "Удаление от аэродрома обслуживания, км" (Distance from the servicing airport, km).

ВС 1		
ВС 2		
ВС 3		
ВС 4		
ВС 5		

A "Редактировать типы ВС" (Edit aircraft types) button is at the bottom.

An "Оптимизировать" (Optimize) button is located at the bottom center of the window.

Рис. 4. Основное окно программного обеспечения

Fig. 4. Main Software Window

Первоначально в модуле «Информационные условия» оператором определяется соответствие заданных условий путем выделения необходимого пункта.

В модуле «Поисковые условия» вводятся необходимые для расчетов данные: объект, район, регион поиска, количество пострадавших, необходимая площадь обследования или дальность прямолинейного маршрута.

При необходимости изменяют показатель динамики в модуле «Метеорологические данные». Формирование значения отклонений и метеорологических данных может происходить на основании информации, полученной от метеослужб аэропорта, иных данных программ «Пирамида», «Поиск» или сайтов метеорологической обстановки.

Выбираются типы ВС, привлекаемых к ПСО. Возможен выбор одновременно до пяти воздушных судов. Формирование базы данных по типам ВС осуществляется в отдельном окне, вызываемом нажатием кнопки «Редактировать типы ВС» (рис. 5). При этом, если оператор не нашел необходимое ВС из базы данных, то он может добавить его самостоятельно (вручную), исходя из фактически имеющихся сил и средств, не нарушая вычислений программы. Модуль имеет набор визуальных элементов, который предназначен для настройки базы данных, используемых при расчете и представляет собой параметрический ряд ВС со своими значениями летно-технических характеристик и возможностями.

Введите данные по новому типу воздушного судна

Наименование	Тип ВС	Скорость перебазирования, км/ч	Объем топлива, кг	Расход топлива, кг	Дальность действия поисковой аппаратуры, км	Взлетная масса пустого, кг	Температура эксплуатации, °С	Макс.	Мин.	Минимально допустимая скорость ветра, м/с	Себестоимость часа работы, руб/час	Длина ВС, м	Десантирование СПДГ и грузов	Наличие двух двигателей	Посадка на палубу	Число пострадавших, чел
													<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

База данных типов ВС

		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ми-8МТВ	Вертолет	240	4000	680	15	7381	50	-50	15	200000	9	Да	Да	Нет	12	
Ка-27ПС	Вертолет	270	4770	610	15	6100	50	-50	10	300000	10	Да	Да	Да	21	
R-66	Вертолет	240	290	87	10	645	50	-50	10	80000	10	Нет	Нет	Нет	5	
R-44	Вертолет	210	192	57	10	380	38	-30	10	60000	9	Нет	Нет	Нет	3	
Ми-2	Вертолет	194	835	235	10	210	50	-50	10	80000	11,4	Да	Да	Нет	6	
Ми-26	Вертолет	265	12000	3100	25	20000	50	-50	15	600000	40	Да	Да	Нет	85	
Ан-2	Самолет	180	1200	140	30	1500	50	-50	15	25000	12,4	Да	Да	Нет	12	
Ан-24	Самолет	450	4790	920	90	5500	50	-50	15	70000	9,7	Да	Да	Нет	50	
Дозор-85	БПЛА	120	800	100	10	85	50	-40	7	15000	6	Нет	Нет	Да	0	

Рис. 5. Окно программного обеспечения для редактирования летно-технических характеристик воздушных судов (вариант)
Fig. 5. Window editing flight performance of aircraft software (option)

После заполнения всех необходимых полей автоматизированный процесс оптимизации запускается после нажатия кнопки «Оптимизировать». Результаты расчетов представлены в виде рекомендаций и графо-аналитическими пояснениями с целью отражения полной «картины», прогнозируемой ПСО (рис. 6).

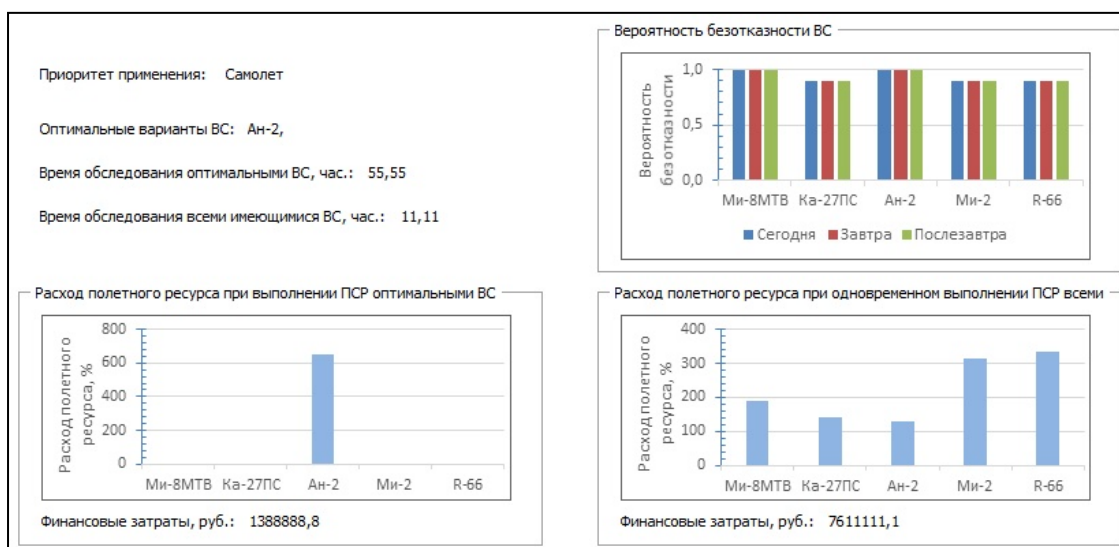


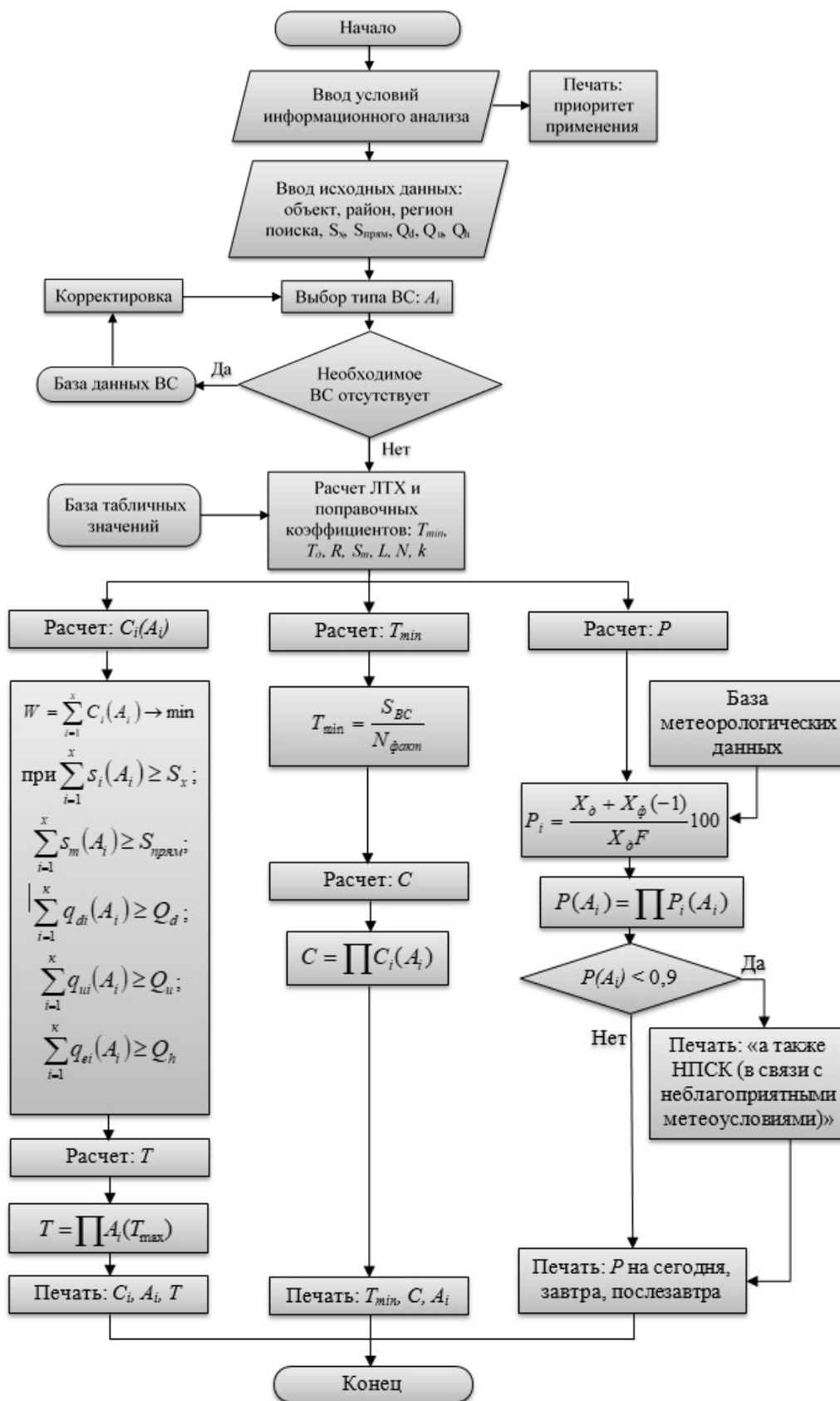
Рис. 6. Окно результатов расчетов программного обеспечения
Fig. 6. Software calculation results window

Рисунок, представляет собой визуализацию результатов расчетов программного обеспечения по каждому рассматриваемому элементу математического обеспечения.

Также отражаются данные по расходу полетного ресурса каждого ВС с учетом выполнения всех задаваемых условий. Дополнительно указывается информация по количеству затраченного времени и финансовых средств.

Элементы модуля имеют единообразный интерфейс для унификации и упрощения взаимодействия оператора с программой.

Математические расчеты реализованы внутри программы, что обеспечивает быстрый доступ к ним. Логическая последовательность вычислений программного обеспечения соответствует обобщенному алгоритму (рис. 7).



где C – затраты, руб.; T – время, ч; T_{max} – максимальное время, ч; A_i – тип ВС

Рис. 7. Алгоритм операционных процессов программного обеспечения
Fig. 7. Algorithm of operating software processes

После проведения корректировок, апробации и доработок программного обеспечения с учетом поправок специалистов в области авиационно-космического поиска и спасания был проведен анализ ПСР, проводимых в 2014 году, по результатам которого в 5 из 30 ПСР предлагаются поправки (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Рекомендации программы по проведенным ПСР в 2014 году
The recommendations of the program on the implementation of the SAR in 2014

Порядковый номер ПСР (дата)	Результаты	Рекомендации
8 (14.05.2014)	Место бедствия обнаружено; пилот и пассажир погибли. Выполнено: ПСВС – 7 полетов с налетом 12 часов 40 минут; частными ВС – 96 полетов с налетом 175 часов	Во второй и последующие дни исключить ПСВС Ми-8, использовать для поиска частные ВС. Приоритет – самолеты. В случае необходимости применить ПСВС «по наведению»
24 (10.10.2014)	Поиск результата не дал. Выполнено: 182 полета с налетом 584 часа 22 минуты	Во второй и последующие дни исключить ПСВС Ми-8, использовать для поиска частные ВС. Приоритет – самолеты. В случае необходимости применить ПСВС «по наведению»
12 (28.06.2014)	ПСР выполнены наземными командами МЧС	При получении сведений привлечь наземную поисково-спасательную команду (НПСК)
29 (28.10.2014)	Спасены 2 члена экипажа и 2 пассажира. Выполнен 1 полет с налетом 01 час 13 минут	При получении сведений привлечь НПСК
30 (07.12.2014)	Спасены 2 члена экипажа и 3 пассажира, один член экипажа (борт-механик) и один пассажир погибли. Выполнено: 2 полета с налетом 02 часа 13 минут	При получении сведений привлечь НПСК

Рекомендации позволяют сократить затраты финансовых средств при проведении крупномасштабных ПСР в среднем на 16,31 %, с учетом, что средняя себестоимость часа работы Ми-8 по всем регионам составляет 200000 рублей:

в работе № 8 налет ПСВС Ми-8 сократится на 8 часов 12 минут. Тогда сокращение финансовых затрат составит 1,64 млн рублей, что составляет 15,62 % от общих расходов на ПСР;

в работе № 24 налет ПСВС Ми-8 сократится на 84 часа 56 минут. Тогда сокращение финансовых затрат составит 16,98 млн рублей, что составляет 17,01 % от общих расходов на ПСР.

В трех ПСР, согласно рекомендациям, с момента принятия решения уменьшается время реагирования в среднем на 102 минуты путем привлечения НПСК, которое обеспечивает наземное дублирование поисково-спасательных функций отказавшего ВС при неблагоприятной метеорологической обстановке:

в работе 12 время оказания помощи сокращается на 120 минут;

в работе 29 время оказания помощи сокращается на 122 минуты;

в работе 30 время оказания помощи сокращается на 64 минуты.

ВЫВОДЫ

Использование программного обеспечения позволяет производить оптимизацию ВС и другой техники, которая может применяться по различным направлениям деятельности системы авиационно-космического поиска и спасания. Комплексный подход к проводимым мероприятиям способен предоставлять унифицированные рекомендации для РПСР не только во время оперативного планирования, но и при организации транспортных задач, мониторинга и доставки гуманитарных грузов. Это позволяет органам управления формировать при необходимости научно-обоснованные предложения по задействованию сил и средств.

Методы и алгоритмы расчета определения оптимального состава ВС, реализованные в программном обеспечении, позволяют проводить расчеты не только для целей системы авиационно-космического поиска и спасания, но и для повседневной работы по применению техники с целью поиска, спасания и мониторинга в формированиях, например, МЧС России и служб спасения. Универсальность программного обеспечения подтверждается фактом внедрения в работу ФГКУ «Якутский поисково-спасательный отряд МЧС России» (филиал ФГКУ «ДВРПСО МЧС России»).

Таким образом, технологическое построение и использование предлагаемого программного обеспечения является доступным, понятным в использовании и исключает установку дополнительного оборудования при его внедрении, которое может быть интегрировано в АИУС «Пирамида» и ИАС «Поиск». При этом в дальнейшем возможно создать практически полностью автоматизированное программное обеспечение функционирования всей системы.

Разработанное программное обеспечение позволяет формировать рекомендации по оптимальному (по принципу «эффективность – качество – экономичность») задействованию воздушных судов при оперативном планировании и принятии решения в системе авиационно-космического поиска и спасания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аралов Г.Д.** Анализ проблем обеспечения безопасности полетов в мире // Проблемы безопасности полетов. 2012. № 5. С. 66–73.
2. **Кофман В.Д.** Состояние безопасности полетов в России и странах СНГ // Безопасность авиатранспортного комплекса: тез. докл. 5-й международной конференции 20 февраля 2012 г. М., 2012. 11 с.
3. **Попов В.А.** Тяжесть авиапроисшествий зависит от спасателей // Авиапанорама: международный авиационно-космический журнал. 2012. № 92. С. 14–19.
4. **Эдцоус М., Стэнфилд Р.** Методы принятия решения. М.: Аудит, 1997. 34 с.
5. **Кини Р., Райфа Х.** Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1981. С. 3–22.
6. **Подиновский В.В.** Математическая теория выработки решений в сложных ситуациях: учебник. М.: МО СССР, 1981. С. 171–174.
7. **Ларичев О.И.** Теория и методы принятия решений: учебник. М.: Логос, 2002. 392 с.
8. **Орлов А.И.** Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений: учебное пособие. М.: Экзамен, 2005. 656 с.
9. **Соболев А.В., Попов В.А., Селезнев А.В.** Основы методики оптимизации количественного и качественного состава поисково-спасательных воздушных судов в системе авиационно-космического поиска и спасания // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2016. Т. 20, № 10. С. 184–190. DOI: 10.21285/1814–3520–2016–10–184–190.

10. Соболев А.В., Попов В.А., Селезнев А.В. Метод определения показателя безотказности проведения поисково-спасательных операций с помощью воздушных судов по метеорологическим условиям // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2016. Т. 20, № 11. С. 201–206. DOI: 10.21285/1814–3520–2016–11–201–206.

11. Соболев А.В., Попов В.А., Селезнев А.В. Метод определения состава воздушных судов при минимальном времени обследования заданной площади // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21, № 7. С. 171–177. DOI: 10.21285/1814–3520–2017–7–171–177.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Соболев Алексей Вячеславович, спасатель 3 класса Якутского поисково-спасательного отряда МЧС России, al-4112@mail.ru.

Попов Владимир Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов и техносферной безопасности УИГА, vprov51@rambler.ru.

SOFTWARE OPTIMIZATION TECHNOLOGY OF AIRCRAFT COMPOSITION IN OPERATIONAL PLANNING IN THE AEROSPACE SEARCH AND RESCUE SYSTEM

Aleksei V. Sobolev¹, Vladimir A. Popov²

¹*Yakutsk Search and Rescue Team EMERCOM of Russia, Yakutsk, Russia*

²*Ulyanovsk Civil Aviation Institute, Ulyanovsk, Russia*

ABSTRACT

The article considers the software of optimization technology allowing to enhance the work of the aerospace search and rescue system in terms of making decisions on the use of aircraft. Due to the fact that at the moment the scientifically based principles of making operational decisions for optimal distribution and attraction of aircraft to search and rescue are not completely developed, especially with the use of automated processes, such decisions are made on the basis of the personal experience of the head of search and rescue (HSR). The article provides an analysis of domestic developments in the field of information and technical support for search and rescue (SAR), an algorithm for decision-making based on factors influencing the choice of search and rescue forces and assets. Software implemented on the visual programming tool Visual Basic for Applications is presented; it provides the mathematical model of the aircraft optimization for: the minimum expenditure of funds based on the theory of linear programming, the minimum examination time of given area and the probability of failure-free operation with a forecast of meteorological conditions for three days. The results of calculations are presented in the form of recommendations with graph-analytic explanations for each block of optimization to reflect the full "picture" of the forecasted search and rescue operation (SAR). The realized integrated approach in the software is able to provide unified recommendations for the RPFS not only during operational planning, but also in the organization of transport tasks, monitoring and delivery of humanitarian cargo. This allows the governing bodies to give the best recommendations (on the basis of the "efficiency-quality-economical efficiency" principle) and, if necessary, to formulate scientifically based offers on the use of forces and assets in the aerospace search and rescue system.

Key words: optimization, search and rescue, operational planning, software, aircraft, aviation.

REFERENCES

- 1. Aralov, G.D.** (2012). *Analiz problem obespechenija bezopasnosti poletov v mire* [Analysis of problems of ensuring safety in the world]. *Problemy bezopasnosti poletov*, no. 5, pp. 66–73. (in Russian)

2. **Kofman, V.D.** (2012). *Sostojanie bezopasnosti poletov v Rossii i stranah SNG* [Flight Safety Status in Russia and CIS Countries]. Avtotransport Complex Safety. Thesis. doc. 5-th International Conference February 20, 2012. Moscow, 11 p. (in Russian)
3. **Popov, V.A.** (2012). *Tyazhest' aviaproisshestvii zavisit ot spasatelei* [The rate of air incidents depends on rescuers]. Aviapanorama, no. 92, pp. 14–19. (in Russian)
4. **Jedcous, M. and Stehnsfild, R.** (1997). *Metody prinjatija reshenija* [Methods of decision making]. Moscow: Audit, 34 p. (in Russian)
5. **Kini, R. and Rajfa, H.** (1981). *Prinjatje reshenij pri mnogih kriterijah: predpochtenija i zameshhenija* [Making decisions under many criteria: preferences and substitutions]. Transl. with English. Moscow: Radio and communication. (in Russian)
6. **Podinovskij, V.V.** (1981). *Matematicheskaja teorija vyrabotki reshenij v slozhnyh situacijah*. Uchebnik [Mathematical theory of solution development in complex situations: a textbook]. Moscow: MO USSR, pp. 171–174. (in Russian)
7. **Larichev, O.I.** (2002). *Teorija i metody prinjatija reshenij*. Uchebnik [Theory and methods of decision-making: a textbook]. Moscow: Logos, 392 p. (in Russian)
8. **Orlov, A.I.** (2005). *Prinjatje reshenij. Teorija i metody razrabotki upravlencheskih reshenij*. Uchebnoe posobie [Decision-making. Theory and methods of developing managerial decisions: a textbook]. Moscow: Exam, 656 p. (in Russian)
9. **Sobolev, A.V., Popov, V.A. and Seleznev, A.V.** (2016). *Osnovy metodiki optimizacii kolichestvennogo i kachestvennogo sostava poiskovo-spasatel'nyh vozdushnyh sudov v sisteme aviacionno-kosmicheskogo poiska i spananija* [Fundamentals of the methodology for optimizing the quantitative and qualitative composition of search and rescue aircraft in the aerospace search and rescue system]. Bulletin of the Irkutsk State Technical University, vol. 20, no. 10, pp. 184–190. DOI: 10.21285/1814–3520–2016–10–184–190. (in Russian)
10. **Sobolev, A.V., Popov, V.A. and Seleznev, A.V.** (2016). *Metod opredelenija pokazatelja bezotkaznosti provedenija poiskovo-spasatel'nyh operacij s pomoshh'ju vozdushnyh sudov po meteorologicheskim uslovijam* [The method of determining of the index of infallibility for carrying out search and rescue operations through of aircrafts according to meteorological conditions]. Bulletin of the Irkutsk State Technical University, vol. 20, no. 11, pp. 201–206. DOI: 10.21285/1814–3520–2016–11–201–206. (in Russian)
11. **Sobolev, A.V., Popov, V.A. and Seleznev, A.V.** (2017). *Metod opredelenija sostava vozdushnyh sudov pri minimal'nom vremeni obsledovanija zadannoj ploshhadi* [The method of determination of the aircraft composition with a minimum survey time of a given area]. Bulletin of the Irkutsk State Technical University, vol. 21, no. 7, pp. 171–177. DOI: 10.21285/1814–3520–2017–7–171–177. (in Russian)

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aleksei V. Sobolev, Class 3 Rescuer of Yakutsk Search and Rescue Team EMERCOM of Russia, al-4112@mail.ru.

Vladimir A. Popov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Search and Rescue Support of Flight and Technosphere Security Chair, Ulyanovsk Civil Aviation Institute, vpopov51@rambler.ru.

Поступила в редакцию
Принята в печать

21.12.2017
17.07.2018

Received
Accepted for publication

21.12.2017
17.07.2018