



УДК 630.432

О подходе к планированию количества технических средств специализированных лесопожарных формирований

© Ю. З. Шур, В. А. Доммес, М. А. Мельников, Е. Н. Горовая,
Е. В. Густова, А. С. Сергеев, И. С. Шепелёва

An approach to planning of number of engines for special purpose forest fire-fighting organizations

Y. Z. Shur, V. A. Dommès, M. A. Melnikov, E. N. Gorovaya, E. V. Gustova, A. S. Sergeev, I. S. Shepeleva (Saint-Petersburg Forestry Research Institute)

This paper presents an approach to planning of number of engines for special purpose forest fire-fighting organizations. It describes principles of the algorithm for determining necessary number of engines for air and ground special purpose forest fire-fighting organizations. Number of engines is calculated for different technological schemes of special purpose forest fire-fighting organizations. A scientific analysis of data on amount of work and technical means used during forest fire fighting in regions with different forest conditions over previous years was conducted during the research. It also includes exemplary calculations of number of engines for different technological schemes.

Results of the research can be recommended for calculating a normative amount of firefighting work as well as number of technical means for specialized forest fire fighting forces.

Key words: planning, zoning, special purpose forest fire-fighting organization, technological scheme, patrol

О подходе к планированию количества технических средств специализированных лесопожарных формирований

Ю. З. Шур, В. А. Доммес, М. А. Мельников, Е. Н. Гороя, **Е. В. Густова**, А. С. Сергеев, И. С. Шепелёва

Статья посвящена описанию подхода к планированию количества технических средств специализированных лесопожарных формирований. Изложены алгоритмы определения количества технических средств как для авиационной, так и для наземной охраны. Количество технических средств рассчитывается для различных технологических схем организации работы специализированных лесопожарных формирований. В ходе работы был выполнен научный анализ данных прошлых лет по объемам работ и количеству средств, привлеченных для тушения лесных пожаров в регионах с разными лесопожарными условиями. Приведён пример результатов численных экспериментов по определению количества технических средств для разных технологических схем.

Результаты исследования в дальнейшем могут быть рекомендованы для расчёта нормативов по объёмам работ при тушении лесных пожаров, а также количества средств пожаротушения специализированных лесопожарных формирований.

Ключевые слова: планирование, зонирование, специализированное лесопожарное формирование, технологическая схема, патрулирование

Шур Юрий Зиновьевич, канд. экон. наук, начальник научно-исследовательского отдела организации охраны леса от пожаров

Доммес Василий Александрович, студент 6-го курса Санкт-Петербургского Академического университета

Мельников Михаил Александрович, студент 6-го курса Санкт-Петербургского Академического университета

Гороя Елена Наумовна, канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр.

Густова Екатерина Владимировна, мл. науч. сотр.

Сергеев Александр Станиславович, мл. науч. сотр.

Шепелёва Ирина Сёменовна, науч. сотр., начальник проектно-технологического сектора

ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»

194021, Санкт-Петербург, Институтский проспект, 21

тел.: (812)552-80-21, факс: (812) 552-80-42

E-mail: mail@spb-niilh.ru

Введение

Планирование количества технических средств специализированных лесопожарных формирований является одной из основ оптимизации бюджетных ассигнований, выделяемых на их функционирование. Развитые в предыдущие годы подходы к планированию касались в основном авиалесоохраны и отдельных технологических схем организации её работы [1]. Предлагаемый алгоритм позволяет оценивать количество технических средств как для авиационных, так и для наземных лесопожарных служб при всех технологических схемах организации их работы.

Основные положения

Специализированное лесопожарное формирование — организация либо ее структурное подразделение, осуществляющие работы по предупреждению лесных пожаров, лесопожарному мониторингу, их тушению, имеющие лицензию на тушение лесных пожаров.

Состав специализированного лесопожарного формирования — типы и количество технических средств и сил, входящих в него.

Технические средства — средства, используемые для патрулирования охраняемой территории и доставки к обнаруженным пожарам сил специализированных лесопожарных формирований.

Планирование состава специализированных лесопожарных формирований включает в себя:

1. Зонирование территории лесного фонда по требуемому уровню охраны лесов от пожаров.

2. Определение типов и количества технических средств каждого типа для специализированных лесопожарных формирований при заданных технологических схемах их работы и уровня охраны.

3. Определение численности специализированных лесопожарных формирований при заданных уровнях функционирования лесопожарных служб.

Предполагается, что все расчеты проводятся для некоторого модельного объекта. В качестве элементарной части, используемой при его формировании, берется участковое лесничество. Таким образом, в общем случае модельный объект представляет собой некоторую совокупность участковых лесничеств.

При расчетах в качестве исходных данных используются эксплуатационные характеристики технических средств в наиболее общем виде (без привязки к их конкретным маркам и моделям).

Зонирование территории лесного фонда по требуемому уровню охраны лесов от пожаров

Зонирование территории лесного фонда заключается в ее ранжировании по требуемому уровню охраны лесов от пожаров. В качестве объекта зонирования (далее — «объект») рассматривается участковое лесничество.

Зонирование производится с учетом природно-экономических и социальных характеристик охраняемой территории.

Рассматриваются четыре уровня охраны лесов от пожаров:

- «нулевой» (охрана лесов от пожаров отсутствует);
- «низкий»;
- «средний»;
- «высокий».

Экономическую ценность лесов отражают следующие показатели:

- доля площади лесов с высоким или низким классами бонитета в общей площади объекта;
- доля арендуемой площади лесных участков в общей площади объекта.

Для определения уровня охраны используется ряд показателей: фактическую горимость лесов характеризует значение плотности пожаров (число пожаров на 1 млн га); экологическую ценность лесов — доля площади защитных лесов в общей площади объекта; природную пожарную опасность лесных участков — средневзвешенный класс природной пожарной опасности для объекта.

Наличие объектов радиационного и нерадиационного техногенных рисков, а также объектов культурно-исторической, государственной административной важности или населенных пунктов на землях лесного фонда, либо в особо опасной близости от них оценивается показателями, принимающими два значения: «0» – нет; «1» – есть.

Каждому показателю соответствует критерий отнесения объекта к тому или иному требуемому уровню охраны лесов от пожаров. Уровень охраны в целом по объекту в общем случае определяется с использованием веса каждого показателя по 100-балльной шкале. Каждому требуемому уровню охраны лесов от пожаров должны отвечать определенные результаты работы сил и средств пожаротушения, отражаемые в нормативных значениях соответствующих показателей. Для достижения этих результатов должны быть реализованы определенные режимы работы специализированных лесопожарных формирований.

Определение требуемого количества технических средств для специализированных лесопожарных формирований

В качестве специализированного лесопожарного формирования для авиалесоохраны рассматривается авиаотделение, для наземной охраны – пожарно-химическая станция. Они же могут служить модельными объектами.

Рассматриваются следующие технологические схемы организации лесоохранных работ [1]:

1. схема с совмещенными патрульными и транспортными операциями (далее – схема ПТС);
2. схема с использованием для транспортных операций дежурного транспортного средства (далее – схема ДТС);
3. пассивная схема патрулирования – патрулирование без активных сил (далее – схема ПБА).

Расчет количества технических средств, используемых при патрулировании охраняемой территории, базируется на понятии «нормативная маршрутная нагрузка на патрульное средство». Она определяется как максимальная длина

маршрута, при которой патрульное средство с вероятностью 0,95 успевает обслужить все обнаруженные пожары.

Нормативная площадная нагрузка на патрульное средство определяется как площадь, осматриваемая с маршрута с заданным коэффициентом полезности маршрута (далее – КППМ) и длиной, равной нормативной маршрутной нагрузке на это средство [2].

КППМ представляет собой отношение осматриваемой площади при данном маршруте к площади, которая может быть осмотрена с прямолинейного маршрута той же длины.

Расчет количества дежурных транспортных средств, используемых при обслуживании охраняемой территории, базируется на понятии «нормативная площадная нагрузка на дежурное транспортное средство». Она определяется как максимальная охраняемая площадь, при которой дежурное транспортное средство с вероятностью 0,95 способно обслужить все возникающие на охраняемой площади пожары в день их обнаружения [2].

Предполагается, что все обнаруживаемые дым-точки являются пожарами. Из-за невысокой доли (5-10%) ложных дымов в общем количестве дым-точек и малого времени, затрачиваемого на обслуживание ложного дыма, ими можно пренебречь.

Определение нормативной маршрутной нагрузки на патрульно-транспортное средство

Приведённая модель позволяет рассчитывать нормативные маршрутные и площадные нагрузки, как для авиационных, так и для наземных средств.

Модельные предположения:

- каждый маршрут обслуживается одним патрульно-транспортным средством (далее – ПТСР);
- все пожары, возникающие на патрулируемой площади в течение дня, обнаруживаются и обслуживаются в тот же день;
- каждая обнаруженная дым-точка является пожаром («ложные дымы» не рассматриваются);
- при многократном патрулировании пожары распределяются между ПТСР равномерно;

– к каждому пожару высаживается только одна оперативная группа;

– на ПТСР и в месте базирования всегда имеется достаточное количество оперативных групп;

– густота дорожной сети для наземных ПТСР позволяет плотно покрыть территорию сетью маршрутов с определенным радиусом обзора.

Для охраняемой территории и патрульных маршрутов задаются следующие параметры:

τ – кратность патрулирования;

λ – средняя плотность пожаров в день на охраняемой территории, шт./млн га;

$\lambda_{\text{макс}}$ – максимальное (с вероятностью 0,95) количество пожаров в день на площади 1 млн га, шт./млн га;

K – коэффициент полезности маршрута;

l – длина маршрута, км.

$\lambda_{\text{макс}}$ вычисляется на основании λ как наименьшее целое решение неравенства:

$$P(\lambda_{\text{макс}}) = \sum_{n=0}^{\lambda_{\text{макс}}} \frac{\lambda^n e^{-\lambda}}{n!} > 0,95$$

где $P(\lambda_{\text{макс}})$ – вероятность, что за день на территории в 1 млн га возникнет не более $\lambda_{\text{макс}}$ пожаров;

n – индекс, по которому производится суммирование;

e – основание натуральных логарифмов;

$n!$ – произведение всех натуральных чисел от 1 до n включительно.

Соответствие значений λ и $\lambda_{\text{макс}}$ приведено в таблице 1.

Таблица 1

Соответствие средних и максимальных значений количества пожаров в день на 1 млн га

λ	$\lambda_{\text{макс}}$
0,5	1
1	3
2	5
3	6
4	8
5	9

Для других значений λ в интервале от 0,5 до 5 можно пользоваться приближённой формулой: $\lambda_{\text{макс}} \approx 2\lambda$.

Эксплуатационные характеристики ПТСР задаются следующими параметрами:

v – скорость ПТСР, км/ч;

$t_{\text{выс}}$ – время высадки одной оперативной группы, ч;

$N_{\text{гр}}$ – количество оперативных групп на борту транспортного средства;

r – радиус обзора ПТСР, км;

$t_{\text{пер}}$ – время на технологический перерыв для ПТСР между двумя последовательными периодами осмотра охраняемой территории, ч;

t_0 – «стартовый период» ПТСР, для воздушного судна – время взлёта или посадки, для наземного ПТСР – дополнительное время на проезд от места базирования до места начала патрульного маршрута или время на проезд от конца патрульного маршрута к месту базирования, ч;

$t_{\text{сх}}$ – время схода с маршрута на дым-точку и возвращения на маршрут, равное $0,75 r/v$ для авиационных маршрутов и нулю – для наземных маршрутов, ч.

$t_{\text{осм}}$ – время на осмотр пожара, ч.

Определим также следующие величины:

ξ – среднее расстояние от точки маршрута до места базирования, делённое на длину маршрута;

T – максимальное время движения ПТСР, ч; оно зависит от схемы работы и кратности патрулирования и составляет:

$T_{\text{сан}}/\tau$ – если замена пилота и лётчика-наблюдателя либо водителя не предусмотрена, где $T_{\text{сан}}$ – максимальное дневное время управления данным транспортным средством по санитарным нормам – для пилота или лётчика-наблюдателя [3], либо по Трудовому кодексу – для водителя (предполагается, что водитель сверхурочно не работает);

$T_{\text{дн}}/\tau$ – при возможности замены пилота и лётчика-наблюдателя либо водителя, где $T_{\text{дн}}$ – продолжительность светового дня;

$T_{\text{макс}}$ – в случае, если это время меньше вышеприведённых величин (например, когда

кратность патрулирования мала), где $T_{\text{макс}}$ — максимальная продолжительность движения данного ПТСР без дозаправки.

Также вводятся следующие производные величины:

$S_{\text{обз}} = 0,0002 \times r \times l \times K$ — площадь обзора при прохождении маршрута, млн га;

$N_{\text{пож}} = \frac{S_{\text{обз}} \cdot \lambda_{\text{макс}}}{\tau}$ — максимальное (с вероятностью 0,95) число пожаров на маршруте.

Для строгого нахождения максимального числа пожаров необходимо решить неравенство, аналогичное вышеприведённому для $\lambda_{\text{макс}}$, но для среднего числа пожаров за день $S_{\text{обз}} \times \lambda$ вместо среднего числа пожаров на 1 млн га λ . Однако при характерных длинах авиационного патрульного маршрута в 100-300 км и коэффициенте полезности K порядка единицы, площадь $S_{\text{обз}}$, выраженная в миллионах гектаров, также будет иметь порядок 1, что и позволяет воспользоваться приближенной формулой для $N_{\text{пож}}$.

Для наземного ПТСР характерная площадь обзора маршрута будет иметь порядок 10 000 га, поэтому для встречающихся плотностей пожаров вероятность определить более одного пожара за один период осмотра охраняемой территории будет очень мала, и в рамках применяемой методики её можно не учитывать. Вероятность обнаружения одного пожара для наземного ПТСР равна $\frac{S_{\text{обз}} \cdot \lambda}{\tau}$ и считается много меньшей 1.

Нормативная маршрутная нагрузка для схемы ПТС

В ПТС время работы одного ПТСР на маршруте состоит из следующих слагаемых:

- два «стартовых периода» для начала и конца маршрута $2t_0$;
- время прохождения маршрута $\frac{l_{\text{макс}}}{v}$;
- время обслуживания всех обнаруженных пожаров, то есть время обслуживания одного пожара, определяемое как $(t_{\text{тех}} + t_{\text{осм}} + t_{\text{выс}})$, умноженное на количество пожаров;
- суммарное время на возвращение в место базирования за группами и возврат с ними к обнаруженным пожарам, определяется как произведение:

$$\left[\frac{N_{\text{пож}}}{N_{\text{гр}}} - 1 \right] \times \left(\frac{2l\xi}{v} + 2t_0 \right)$$

где $\left[\frac{N_{\text{пож}}}{N_{\text{гр}}} - 1 \right]$ — число возвращений;

$l\xi$ — среднее расстояние от точки маршрута до базы по определению ξ , км;

$\frac{2l\xi}{v}$ — среднее время полёта на базу и обратно, ч;

$2t_0$ — два стартовых периода + время на технологический перерыв.

Итоговое значение $T_{\text{патр}}$ рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{патр}} = 2t_0 + \frac{l}{v} + N_{\text{пож}}(t_{\text{сх}} + t_{\text{осм}} + t_{\text{выс}}) + \left[\frac{N_{\text{пож}}}{N_{\text{гр}}} - 1 \right] \left(\frac{2l\xi}{v} + 2t_0(t_0 + t_{\text{пер}}) \right)$$

где $T_{\text{патр}}$ — максимальное (с вероятностью 0,95) время работы одного ПТСР на маршруте, ч.

Для упрощения расчетов функция округления вверх была приближена как $[x - 1] = (x - 0,5) \theta(x - 0,5)$, где θ — функция Хевисайда, равная 1 при $x \geq 0$ и равная 0 в противном случае.

Согласно методике, приравниваем время работы ПТСР максимально возможному времени T патрулирования и определяем нормативную маршрутную нагрузку $I_{\text{норм}}$ как наименьшее из величин 11 и 12, определяемых из следующих уравнений:

$$T - t_0 = l_1 \left(\frac{1}{v} + \frac{0,0002 r K \lambda_{\text{макс}}}{\tau} \left(0,75 \frac{r}{v} + t_{\text{осм}} + t_{\text{выс}} + \frac{2t_0}{N_{\text{гр}}} \right) - \frac{\xi}{v} \right) + (l_1)^2 \frac{0,0004 r K \lambda_{\text{макс}} \xi}{v \tau N_{\text{гр}}}$$

$$l_2 = (T - 2t_0) \left(\frac{1}{v} + 0,0002 K \Gamma \frac{\lambda_{\text{макс}}}{\tau} \left(0,75 \frac{r}{v} + t_{\text{осм}} + t_{\text{выс}} \right) \right)$$

где T — максимальное время, отводимое на осмотр маршрута, вычисляется как минимум из трех величин: 1) максимальной продолжительности полета; 2) санитарной нормы, деленной на кратность патрулирования; 3) продолжительности светового дня плюс продолжительность технологического перерыва, деленных на кратность патрулирования, и всё это минус продолжительность технологического периода; $I_{\text{норм}}$ — нормативная маршрутная нагрузка, км.

Нормативная маршрутная нагрузка для схемы ДТС

В данной схеме время работы одного патрульного средства (далее — ПСР) на маршруте состоит из следующих слагаемых:

– два «стартовых времени» для начала и конца маршрута $2t_0$;

– время прохождения маршрута $\frac{l_{\max}}{v}$;

– время схода на пожары и их осмотр: обнаружены все обнаруженные пожары;

– время высадки групп на все обнаруженные пожары, если их количество не превышает число групп, перевозимых транспортным средством.

Итоговое выражение для максимального (с вероятностью 0,95) времени работы одного ПСР на маршруте ($T_{\text{патр}}$):

$$T_{\text{патр}} = 2t_0 + \frac{l}{v} + N_{\text{пож}}(t_{\text{сх}} + t_{\text{осм}}) + \min[N_{\text{пож}}, N_{\text{гр}}](t_{\text{выс}})$$

Согласно методике, приравниваем время работы одного ПСР на маршруте максимально возможному времени T и получаем уравнение для нормативной маршрутной нагрузки $I_{\text{норм}}$. В данной схеме можно решить полученное уравнение и написать явную формулу для нормативной маршрутной нагрузки как максимальное из двух выражений:

$$I_{\text{норм}} = \text{Max} \left[\frac{(T - 2t_0 - N_{\text{гр}} t_{\text{выс}})}{\left(\frac{1}{v} + 0.0002 K \Gamma \frac{\lambda_{\max}}{\tau} (t_{\text{осм}} + t_{\text{сх}})\right)}, \frac{(T - 2t_0)}{\left(\frac{1}{v} + 0.0002 K \Gamma \frac{\lambda_{\max}}{\tau} (t_{\text{осм}} + t_{\text{сх}} + t_{\text{выс}})\right)} \right]$$

Нормативная маршрутная нагрузка для схемы ПБА

В данной схеме время работы одного ПСР на маршруте состоит из следующих слагаемых:

– два «стартовых времени» для начала и конца маршрута $2t_0$;

– время прохождения маршрута $\frac{l_{\max}}{v}$;

– время, требуемое на осмотр пожаров: количество обнаруженных пожаров, умноженное на время, затрачиваемое на один пожар.

Итоговое выражение для максимального (с вероятностью 0,95) времени работы одного ПСР на маршруте ($T_{\text{патр}}$):

$$T_{\text{патр}} = 2t_0 + \frac{l}{v} + N_{\text{пож}}(t_{\text{сх}} + t_{\text{осм}})$$

Согласно методике, приравниваем время работы одного ПСР на маршруте максимально возможному времени T и получаем уравнение для нормативной маршрутной нагрузки авиационных технических средств $I_{\text{норм, авиа}}$. В данной схеме можно решить полученное уравнение и написать явную формулу для нормативной маршрутной нагрузки:

$$I_{\text{норм, авиа}} = (T - 2t_0) / \left(\frac{1}{v} + 0.0002 K \Gamma \frac{\lambda_{\max}}{\tau} (t_{\text{сх}} + t_{\text{осм}}) \right)$$

Для наземных технических средств формула расчета нормативной маршрутной нагрузки $I_{\text{норм, наз}}$ имеет следующий вид:

$$I_{\text{норм, наз}} = (T - 2t_0) / \left(\frac{1}{v} + 0.0002 K \Gamma \frac{\lambda}{\tau} (t_{\text{сх}} + t_{\text{осм}}) \right)$$

Определение нормативной нагрузки для дежурных транспортных средств

Нормативная маршрутная нагрузка на дежурное транспортное средство (далее – ДТСР) рассчитывается следующим образом.

Сначала для обслуживаемой данным ДТСР зоны на заданной площади определяется максимальное время, необходимое для обслуживания одного пожара, и рассчитывается наибольшее значение площади, для которой полученное время не превышает максимального времени движения ДТСР без дозаправки.

Затем определяется время, которого с вероятностью 0,95 будет достаточно для обслуживания всех пожаров, обнаруженных на обслуживаемой площади за день. Далее рассчитывается наибольшее значение площади, для которой полученное время не превышает максимального дневного времени движения для данного ДТСР.

Наименьшее из полученных значений площади будет являться нормативной площадной нагрузкой на ДТСР.

Приведённая модель позволяет рассчитывать нормативные маршрутные и площадные нагрузки как для авиационных, так и для наземных средств.

Общие модельные предположения и показатели входной информации при моделировании работы дежурных транспортных средств аналогичны модели для патрульных средств. Также определяются следующие дополнительные предположения:

- охраняемая зона представляет собой круг, в центре которого располагается место базирования дежурного транспортного средства;
- сеть патрульных маршрутов достаточна для своевременного обнаружения пожаров;

– пожары равномерно распределены по времени возникновения в течение суток и охраняемой площади.

Вводится понятие нормативного радиуса как радиуса круга, площадь которого равна нормативной площади.

Дополнительно используются следующие показатели:

- радиус охраняемой зоны;
- площадь охраняемой зоны;
- максимальное (с вероятностью 0,95) суточное число пожаров в охраняемой зоне;
- максимальная продолжительность движения данного патрульного средства без дозаправки;
- модельная скорость движения дежурного транспортного средства по прямой;
- время высадки оперативной группы;
- «стартовый период»: для воздушного судна – время взлёта или посадки, для дежурного автомобиля – дополнительное время на проезд от места базирования до начала маршрута или время на проезд от конца маршрута к месту базирования;
- время подготовки дежурного транспортного средства перед каждым выездом/вылетом на пожар;
- максимальное дневное время работы ДТСР.

Определение количества технических средств

Требуемое для охраны территории количество технических средств равно отношению площади охраняемой территории к нормативной площадной нагрузке используемых транспортных средств, округлённому до ближайшего целого.

Результаты численных экспериментов по определению количества технических средств для разных технологических схем организации авиалесоохранных работ по модельному объекту

В качестве модельного объекта для проведения численных экспериментов была выбрана территория Петровск-Забайкальского и

Бадинского лесничеств Государственной лесной службы Забайкальского края, большая часть площади которых в настоящий момент обслуживается Петровским авиаотделением краевого государственного учреждения «Читинская база авиационной охраны лесов». Площадь Петровск-Забайкальского лесничества составляет 0,74 млн га, площадь Бадинского лесничества – 0,24 млн га. Из суммарной площади двух лесничеств 0,98 млн га Петровским авиаотделением на 01.01.2013 обслуживалось 0,88 млн га.

При использовании схем ПТС и ДТС для авиалесоохранных работ вычисленное в данной модели требуемое число патрульных средств составляет одно воздушное судно.

Согласно представленному подходу, в схеме ДТС для авиалесоохранных работ не требуется наличия дежурных средств, так как возникающие пожары с вероятностью 0,95 будут обслужены патрульным средством.

Расчёты, проведенные при использовании схемы ПБА для авиалесоохранных работ, показывают, что число задействованных патрульных средств равно одному, дежурных пожарных автомобилей – четырём.

Выводы

1. Расчет количества технических средств специализированных лесопожарных формирований базируется на понятиях «нормативная маршрутная» и «нормативная площадная» нагрузки.

2. Расчет количества технических средств необходимо проводить для различных технологических схем организации работы лесопожарных служб.

3. При расчете количества технических средств необходимо учитывать следующие показатели:

- время на сход с патрульного маршрута на дым-точку;
- время на осмотр дым-точки;
- в случае установления факта пожара – время на высадку на него оперативных групп, если это необходимо;

– время на возвращение с дым-точки на маршрут.

В процессе работы по технологическим схемам действуют следующие правила:

– движение происходит только в светлое время суток;

– экипаж воздушного судна не работает больше санитарной нормы;

– продолжительность рабочего времени водителя не превышает значения, предусмотренного Трудовым кодексом;

– продолжительность полёта воздушного судна без дозаправки не превосходит заданной величины;

– продолжительность движения патрульных автомобилей без дозаправки превышает продолжительность светового дня и эффективно не ограничена;

– радиус обзора из кабины патрульного средства известен и имеет определенные пределы;

– каждый маршрут характеризуется значением коэффициента полезности, представляющего собой отношение осматриваемой площади при данном маршруте к площади, которая может быть осмотрена с прямолинейного маршрута той же длины;

– максимальное число оперативных групп на борту патрульного средства зависит от марки и модели патрульного средства.

4. Разработанный подход позволяет рассчитывать количество технических средств как для авиационной, так и наземной охраны – в предположении, что авиационные и наземные технические средства мобильные (перемещающиеся).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коровин, Г.Н. Авиационная охрана лесов / Г.Н. Коровин, Н.А. Андреев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 223 с.
2. Коровин, Г.Н. Расчет оперативных систем обнаружения и тушения лесных пожаров на ЭВМ «Минск-22». В 2 ч. Ч. 1. Расчет потребности в летательных аппаратах для авиационной охраны лесов: Методические указания / Г.Н. Коровин, Н.С. Логинова, М.М. Добротворский. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1974. – 53 с.
3. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.5.1.2423-08. Гигиенические требования к условиям труда и отдыха для летного состава гражданской авиации. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 27.10.2008 № 60 // Консультант Плюс: комп. справ. правовая система / Компания «Консультант Плюс». <http://www.consultant.ru/popular/obob/#top>, свободный. (Дата обращения: 24.12.2014).

REFERENCES

1. Korovin, G.N. Aviatsionnaya okhrana lesov / G.N. Korovin, N.A. Andreev. – M.: Agropromizdat, 1988. – 223 s.
2. Korovin, G.N. Raschet operativnykh sistem obnaruzheniya i tusheniya lesnykh pozharov na EhVM «Minsk-22». V 2 Ch. Chast' I. Raschet potrebnosti v letatel'nykh apparatakh dlya aviatsionnoj okhrany lesov: Metodicheskie ukazaniya / G.N. Korovin, N.S. Loginova, M.M. Dobrotorskiy. – Leningrad: Leningradskij nauchno-issledovatel'skiy institut lesnogo khozyajstva (LenNIILKh), 1974. – 53 s.
3. Ob utverzhdenii sanitarnykh pravil i norm SanPiN 2.5.1.2423-08. Gigienicheskie trebovaniya k usloviyam truda i otdykha dlya letnogo sostava grazhdanskoy aviacii. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy: Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossiyskoy Federacii ot 27.10.2008 № 60 // Konsultant Plus: <http://www.consultant.ru/popular/obob/#top>. – (Accessed 24.12.2014).