

Кузнецова Л. Д., Кузнецова Е. А. Влияние лазерного облучения на развитие черенков древесных растений // Науч. тр. / Моск. лесотехн. ин-т.— 1992.— Вып. 254.— С. 16—22.

Поступила 28 июля 1993 г.

УДК 630\*432.31

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОТОДЕЛЬТАПЛАНОВ ПРИ ОХРАНЕ ЛЕСА ОТ ПОЖАРОВ

А. Н. МАРТЫНОВ, А. Н. КРАСНОВИДОВ, И. Ю. КОРЧУНОВА

С.-Петербургская лесотехническая академия

С.-Петербургский НИИЛХ

В последние годы в мире проявляется большой интерес к сверхлегким летательным аппаратам, включая мотодельтапланы (МДП). Эти аппараты отличаются простотой конструкции, дешевой изготовлением и эксплуатацией, легкостью пилотирования, имеют высокие летно-технические и взлетно-посадочные характеристики, что обусловило их широкое применение в сельском хозяйстве ряда стран.

В 1987 г. начаты комплексные исследования по применению МДП Т-2 в лесном хозяйстве. Установлена высокая эффективность этих летательных аппаратов при обработке леса гербицидами, арборицидами и инсектицидами, крупномасштабной аэрофотосъемке и видеосъемке, лесопатологическом обследовании насаждений и др. [2].

Для лесного хозяйства по-прежнему весьма актуальна борьба с лесными пожарами. Основным и, как правило, единственным способом обнаружения лесного пожара является авиатрулирование [1], при котором используют в основном дорогостоящие самолеты АН-2 и тяжелые вертолеты Ми-8 и Ми-2. Замена их мотодельтапланами на части маршрутов могла бы существенно снизить затраты.

Для оценки эффективности применения мотодельтапланов сравнивали стоимость обслуживания патрульного маршрута МДП и самолетами АН-2 при одинаковой вероятности своевременного обнаружения пожара и оптимальном расписании полетов.

Зависимость вероятности своевременного обнаружения пожара  $P_{св}$  от длины патрульного маршрута  $L$  при оптимальном расписании полетов определяли для одинаковых условий и различной кратности патрулирования с помощью задачи нелинейного программирования [3], которая решается сеточным методом динамического программирования. Результаты расчетов приведены на рис. 1.

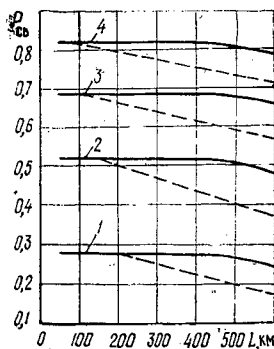


Рис. 1. Зависимость  $P_{св}$  ( $L$ ) при кратности патрулирования, равной 1, 2, 3 и 4 (кривые 1, 2, 3, 4); сплошная линия — самолет АН-2, штриховая — МДП

Как видно из рисунка, увеличение протяженности патрульных маршрутов, начиная с некоторой их длины, ведет к снижению вероятности своевременного обнаружения пожара, особенно при использовании МДП. Длина маршрута, с которой начинается уменьшение эффективности патрулирования МДП, меньше, чем для АН-2, а сама эффективность патрулирования снижается гораздо быстрее с увеличением длины маршрута.

Расчеты показали, что при небольшой протяженности патрульных маршрутов (рис. 1) вероятность своевременного обнаружения пожара одинакова для самолета и МДП. При однократном патрулировании и оптимальном расписании полетов величина  $P_{св}$  на маршруте длиной до 200 км максимальна и одинакова. Обозначим ее через  $L_{кр}$ . Тогда стоимость обслуживания маршрута  $C_{об}$ , р., может быть определена по формуле

$$C_{об} = \frac{L_{кр}}{V} C_{л.ч}$$

где  $V$  — путевая скорость патрульного воздушного судна, км/ч;  
 $C_{л.ч}$  — стоимость летного часа, р.

Путевая скорость самолета АН-2 170 км/ч, МДП — 70 км/ч. По данным КБ Антонова, в конце 80-х гг. стоимость летного часа составляла соответственно 170 и 30 р. Поскольку в настоящее время используют договорные цены, расчет производили в относительных условных ценах, исходя из приведенного соотношения. Если стоимость летного часа самолета АН-2 принять за 100 условных рублей (у.р.); то для МДП она составит 18 у. р.

С учетом названных показателей по формуле (1) получим, что на обслуживание патрульного маршрута длиной 200 км самолетом нужно затратить 118, МДП — 51 у. р. Однако при однократном патрулировании и оптимальном расписании полетов вероятность своевременного обнаружения пожара самолетом АН-2 остается максимальной до длины маршрута 470 км, тогда как для МДП при длине маршрута свыше 200 км она начинает резко падать. Поэтому, для обслуживания маршрута протяженностью 470 км с максимальной вероятностью своевременного обнаружения необходимо (при однократном патрулировании) иметь четыре МДП. Стоимость обслуживания такого маршрута самолетом АН-2 составит 276, четырем МДП (с максимальной дальностью полета по маршруту 140 км) — 121 у. р. Использованная методика не учитывает начальную стоимость воздушного судна и моторесурс МДП (который пока неизвестен).

С увеличением кратности патрулирования  $KR$  возрастает вероятность своевременного обнаружения пожара (рис. 1) и уменьшается критическая длина патрульного маршрута  $L_{кр}$  (рис. 2), превышение ко-

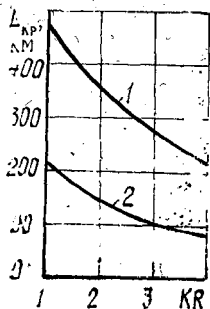


Рис. 2. Зависимость  $L_{кр}$  ( $KR$ ):  
 1 — самолет АН-2; 2 — МДП

торой приводит к снижению  $P_{св}$ . В случае двукратного патрулирования для самолета АН-2 и МДП  $L_{кр}$  соответственно равна 340 и 140 км.

Расчеты показали, что при двукратном патрулировании и длине маршрута 140 км стоимость обслуживания маршрута самолетом АН-2 равна 165, МДП — 72 у. р., при длине маршрута 340 км стоимость обслуживания маршрута самолетом АН-2 составляет 400, а тремя МДП (с такой же эффективностью) — 174 у. р.

С повышением пожарной опасности в лесу необходимо переходить на трехкратное патрулирование. При этом, как видно из рис. 11, критическая длина маршрута  $L_{кр}$  для самолета АН-2 и МДП равна соответственно 270 и 105 км. В этом случае на маршруте 105 км стоимость его обслуживания самолетом АН-2 составит 185, МДП — 81, на маршруте 270 км соответственно 477 и 203 у. р.

Как показали эксперименты, для передачи информации о пожарах с МДП могут быть использованы радиотехнические средства. Оптимальная высота полета — 300 м. При этой высоте дальность устойчивой радиосвязи МДП с наземными станциями типа «Кактус-М» и «Лен-В» (1Р21В-3) достигала 20 км, с радиостанцией «Ласточка-М» — 6 км. Можно предположить, что при использовании стационарной радиостанции 1Р21С-5 устойчивая радиосвязь с МДП будет поддерживаться на расстоянии до 40 км. Частота, на которой работают радиостанции, используемые в лесном хозяйстве (36,375 МГц), лежит вне диапазона электрических помех, вызываемых электрооборудованием МДП. Применение электромегафона «ЭМ-12» оказалось неэффективным при высоте полета 25 м из-за чрезмерной скорости перемещения источника звука, при высоте полета 50 м — в связи с недостаточной мощностью прибора.

Таким образом, стоимость обслуживания маршрута МДП (при одинаковой вероятности своевременного обнаружения лесного пожара) в среднем в 2, 3 раза ниже, чем при использовании самолета АН-2.

Наиболее перспективно авиапатрулирование МДП в рекреационных лесах, в лесопарковых зонах, где маршруты имеют небольшую протяженность и развита сеть дорог. Для обслуживания маршрутов большой протяженности необходимо разрабатывать конструкции МДП, обеспечивающие повышение скорости и дальности полетов. Например, МДП французского производства способен обслуживать маршрут длиной 315 км. Частичная замена самолетов и вертолетов МДП позволит обеспечить экономию горюче-смазочных материалов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Коровин Г. Н., Андреев Н. А. Авиационная охрана лесов. — М.: Агропромиздат, 1988. — 223 с. [2]. Красновидов А. Н., Мартынов А. Н. Перспективы применения мотодельтапланов в лесном хозяйстве // Лесн. хоз-во. — 1991. — № 1. — С. 44—45. [3]. Шур Ю. З. Составление оптимального расписания патрульных маршрутов // Экономико-математическое моделирование лесохозяйственных мероприятий: Сб. науч. тр. ЛенНИИЛХ. — Л., 1980. — С. 78—83.

Поступила 3 марта 1993 г.