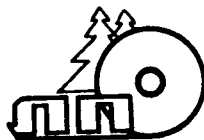
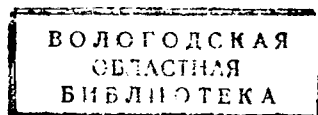


ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ЛЕСНОЙ, ЦЕЛЛЮЛОЗНО-  
БУМАЖНОЙ, ДЕРЕVOOБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
И ЛЕСНОМУ ХОЗЯЙСТВУ

Ленинградский научно-исследовательский институт  
лесного хозяйства

# СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ И БОРЬБЫ С НИМИ

Под редакцией академика ВАСХНИЛ  
*И. С. МЕЛЕХОВА*



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»  
Москва 1965

Ответственный за выпуск  
канд. с.-х. наук *Е. С. Арцыбашев*

**СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ  
И БОРЬБЫ С НИМИ**

Редактор издательства *М. З. Слуцкер*  
Технический редактор *В. В. Куликова*  
Корректор *Е. Н. Соколова*  
Переплет художника *В. Д. Петухова*

---

Т-13469 Сдано в производство 4/VI 1965 г. Подписано к печати 30/IX 1965 г.  
Бумага 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. л. 17,0. Уч.-изд. л. 17,21. Тираж 3000  
Издат. № 59/65. Цена 1 р. 01 к. Зак. 1568.

Москва, издательство «Лесная промышленность»

---

Ленинградская типография № 4 Главполиграфпрома Государственного  
комитета Совета Министров СССР по печати, Социалистическая, 14.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Охрана лесов от пожаров и борьба с ними — одна из самых острых проблем лесного хозяйства.

За последние полтора-два десятилетия достигнут известный прогресс в этом вопросе, но горимость лесов в ряде районов страны остается все еще высокой.

Для успешного решения проблемы требуется дальнейшее совершенствование методов борьбы с лесными пожарами. Борьба с этим грозным явлением должна строиться на научной основе. Необходимо использовать арсенал современных научных достижений в области метеорологии, химии, авиации, механизации наземных средств тушения.

Лесные пожары характеризуются сложной природой, большим разнообразием. Поэтому со все большей убедительностью возрастает значение лесной пирологии, необходимость ее дальнейшей разработки.

Заслуживает внимания работа в этом направлении Ленинградского научно-исследовательского института лесного хозяйства, Института леса и древесины Сибирского отделения АН СССР, а также и некоторых других учреждений.

Необходимо не только дальнейшее расширение этих исследований, но и своевременное внедрение новых методов в практику борьбы с лесными пожарами. Нужна своевременная популяризация добытых наукой результатов.

В сборнике приведены некоторые результаты исследований Ленинградского научно-исследовательского института лесного хозяйства по вопросам охраны лесов от пожаров, проведенных за последние годы, и помещена статья И. С. Мелехова «Лесная пирология и ее задачи». Материалы института сгруппированы следующим образом:

1. Природа лесных пожаров (статьи Г. А. Мокеева, В. П. Молчанова).

2. Противопожарная профилактика и прогнозирование (статьи С. М. Вонского, В. А. Жданко, В. В. Франка).

3. Химические средства борьбы с лесными пожарами (статьи Н. Н. Красавиной и В. Г. Лорбербаума).

4. Механизация борьбы с лесными пожарами (статьи Е. С. Арцыбашева, Б. Г. Штучкова, Г. П. Студенкова, Е. В. Ершова и Н. П. Валдайского).

5. Последствия лесных пожаров, организация и планирование охраны лесов от пожаров (статьи В. И. Головина, С. В. Белова, С. М. Вонского, В. В. Гаврилова, В. А. Жданко и В. А. Максимова, В. Е. Романова).

Помещаемые в этом сборнике материалы освещают важные современные вопросы охраны лесов от пожаров и борьбы с ними. Отдельные положения авторов носят дискуссионный характер и требуют дальнейших уточнений, но они не снижают ценности сборника в целом.

К заслуге Ленинградского научно-исследовательского института лесного хозяйства надо отнести то, что свои исследования он довольно широко проверяет в производственных условиях. Особенно широко институт применил разработанные им методы в борьбе с лесными пожарами в 1964 г. Это дало возможность убедительно показать действенность новых средств борьбы с огнем. Некоторые достижения ЛенНИИЛХ, оказавшиеся наиболее действенными, освещены в сборнике. Так например, в борьбе с лесными пожарами на Карельском перешейке успешно была использована новая съемная лесная цистерна, оснащенная специальным противопожарным оборудованием. В тех же условиях был испытан пожарный вездеход ВП-1, который может служить мощным средством для борьбы с огнем в лесу.

Широкое признание у работников лесного хозяйства получает новый способ тушения торфяных пожаров слабыми растворами поверхностно-активных веществ. В 1964 г. только в Дзержинском лесхозе Горьковской обл. этим способом было потушено свыше 50 торфяных пожаров. К достоинствам нового способа следует отнести также легкость и портативность применяемого оборудования.

Материалы, помещаемые в этом сборнике, являются вкладом в лесную пирологию, и надо пожелать, чтобы они сослужили хорошую службу практике борьбы с лесными пожарами в нашей стране.

## **ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ЕЕ ЗАДАЧИ**

Лесная пирология — наука о природе лесных пожаров и вызываемых ими многообразных изменениях в лесу; она разрабатывает методы борьбы с лесными пожарами, с их отрицательными последствиями, а также определяет пути и возможности использования положительной роли огня в лесном хозяйстве.

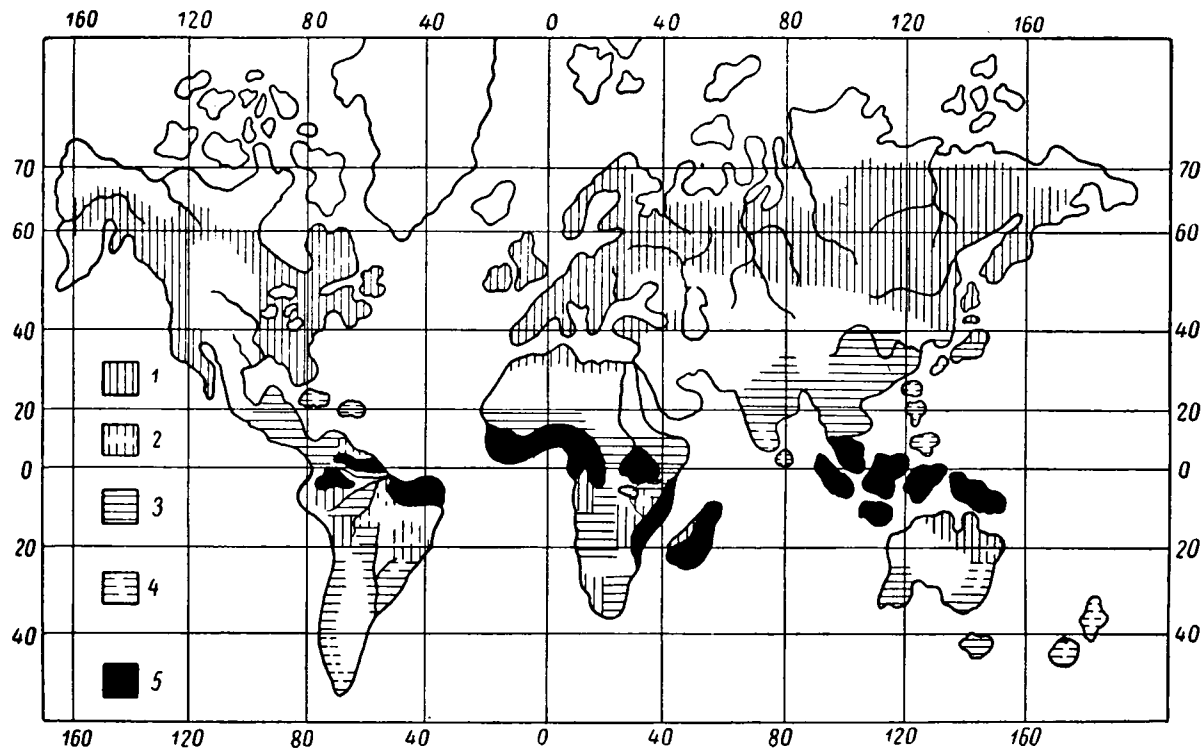
Лесные пожары — давно известное явление. Издавна существуют простые практические приемы борьбы с ними. Но чтобы борьба с этим грозным явлением могла быть по настоящему действенной, необходимо проводить ее на современной научной и технической основе.

По мере накопления фактического материала о горимости лесов, об успехах и неудачах борьбы с лесными пожарами, с развитием науки и техники в разных странах и в разное время появилась возможность ускорения научно-технического прогресса в этой области. Как наука лесная пирология сформировалась к 40—50-м гг. XX века. Составные части лесной пирологии: I — природа лесных пожаров; II — последствия лесных пожаров; III — борьба с лесными пожарами; IV — борьба с отрицательными последствиями лесных пожаров; V — основные пути использования положительной роли огня в лесном хозяйстве.

Лесная пирология, опираясь на комплекс лесных наук, пользуется современными достижениями метеорологии, физики, химии, электроники, математики и других наук, могучими средствами современной техники, включая не только наземные машины, но и авиацию и даже искусственные спутники земли.

Интенсивное развитие лесная пирология получила в ряде стран — в Советском Союзе, США, Канаде, Австралии, Франции, Японии и др.

Угроза лесных пожаров существует, хотя и в различной степени, во всех странах, где имеются леса, пожарная опасность в разных регионах земного шара наступает в разные периоды (см. рисунок).



Лесопожарные сезоны на земном шаре:

1 — лесопожарные сезоны преимущественно в летние месяцы; 2 — то же, но менее резко выраженные в силу влажного климата; 3 — лесопожарные сезоны преимущественно в зимние месяцы; 4 — то же, но менее резко выраженные; 5 — отсутствие выраженных пожарных сезонов в связи с влажным тропическим климатом

Площадь лесов, ежегодно охватываемая пожарами, в странах Северной Америки, Европы и Северной Азии, по расчетам автора этих строк (1943), составляла около 20 млн. га. К настоящему времени она снизилась в связи с улучшением охраны лесов от пожаров, особенно в СССР и США, за последние 15 лет. Однако горимость лесов все еще высокая и проблема борьбы с лесными пожарами продолжает оставаться острой. Естественно, что ей уделяют внимание и международные лесные органы и мировая лесная общественность: большое число докладов по вопросам лесных пожаров было представлено на V мировом лесном конгрессе в 1960 г. в США (Сиэттл). На XIII конгрессе Международного союза лесных исследовательских организаций в 1961 г. в Австрии (Вена) секция защиты леса создала постоянную рабочую группу по вопросам борьбы с лесными пожарами.

Эти вопросы входят также в программу работ ФАО.

В нашей стране интерес к вопросам борьбы с лесными пожарами проявлялся давно. Еще в конце прошлого столетия этой проблеме уделял серьезное внимание Н. С. Шафранов, в текущем столетии ее поднимали и затрагивали такие ведущие ученые, как М. Е. Ткаченко, Н. П. Кобранов. Лесные пожары, как экологический фактор, давно интересовали ботаников, почвоведов, лесоводов — Г. Я. Гордягина, В. Н. Сукачева, М. Е. Ткаченко, А. В. Тюрина и многих других русских и зарубежных ученых.

Особенное развитие научная разработка проблемы борьбы с лесными пожарами получила в СССР после 30-х годов нашего столетия. В этот период (1930—1950 гг.) вышел ряд серьезных публикаций по борьбе с лесными пожарами, началось экспериментальное изучение лесных пожаров. В СССР впервые в мировой практике в борьбе с лесными пожарами получил применение парашютизм. В Ленинградском научно-исследовательском институте лесного хозяйства (б. ЦНИИЛХ) П. П. Серебренниковым, В. В. Матренинским, Н. А. Иванкиным, Г. А. Мокеевым и др. были начаты опыты по тушению лесных пожаров с применением некоторых новых средств борьбы (опрыскивателей, химических средств, водного тушения и т. д.). Исследования в этом институте продолжались и после войны (Г. А. Мокеев, Н. П. Курбатский и др.), особенно интенсивно в последние годы (Г. А. Мокеев, Е. С. Арцыбашев, Н. Н. Красавина, В. А. Жданко, С. М. Вонский, В. П. Молчанов, Г. А. Амосов, В. М. Сперанский, В. В. Франк и др.).

В настоящее время в Ленинградском научно-исследовательском институте лесного хозяйства работы в области лесной пирологии расширяются. В дополнение к существующей и значительно расширяемой лаборатории института при нем по решению Гослескомитета создается в Приозерске (Ленинградская

обл.) специализированная опытная станция по борьбе с лесными пожарами. ЛенНИИЛХ является головным научным учреждением по проблеме охраны лесов от пожаров, этот институт координирует все исследовательские работы по лесной пирологии.

В Советском Союзе проводились и проводятся серьезные научные исследования по разработке проблем лесной пирологии и в других учреждениях.

Значительные результаты еще в предвоенный и военный периоды получены в нашей стране по разработке научных основ лесной пирологии, особенно по раскрытию природы лесных пожаров и их последствий. Без решения этих теоретических вопросов нельзя успешно решить проблему практически в целом.

Над вопросами пожарной опасности, организации противопожарной службы, прогнозирования лесных пожаров, разработки техники и тактики борьбы с лесными пожарами, применения химических средств и др., а также обобщения результатов, кроме лиц, названных выше, работали многие ученые и практики<sup>1</sup>.

Большую работу по изучению лесных пожаров в настоящее время ведут лаборатория лесной пирологии Института леса и древесины Сибирского отделения АН СССР под руководством Н. П. Курбатского (Э. Н. Валендик, Г. В. Сныткин, В. В. Фуряев и др.); лаборатория охраны леса в Дальневосточном институте лесного хозяйства, руководимая А. Н. Стародумовым; имеются группы лесной пирологии в некоторых других научных учреждениях (Институт леса и лесохимии и др.).

Серьезная работа ведется также Центральной авиабазой охраны лесов и некоторыми авиационными базами на местах.

Разработкой проектов противопожарного устройства занимаются наши проектные организации Союзгипролесхоз и Леспроект.

Практически охрану лесов от пожаров и борьбу с ними осуществляют органы лесного хозяйства в республиках.

В 1964 г. Гослескомитетом, Главлесхозом РСФСР и НТО лесной промышленности было проведено Всесоюзное совещание по охране лесов от пожаров, где состоялся обмен опытом по широкому кругу вопросов лесопожарной проблемы, были подведены некоторые итоги работы научно-исследовательских учреждений и приняты практические рекомендации<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> И. С. Мелехов, 1933—1938, 1939, 1940, 1944, 1947, 1948, 1964; А. А. Молчанов 1934, 1940; В. Г. Нестеров, 1939, 1941, 1945, 1949; С. П. Анцышкин, 1950, 1952, 1957; А. М. Симский, 1950, 1952, 1956, 1959, 1961, 1963; Л. Н. Грибанов, 1953, 1956; Б. Л. Дандре, 1953, 1956; А. А. Корчагин, 1954; Н. Н. Егоров, 1954, 1956; И. Н. Балбышев, 1956; С. Н. Успенский, 1958; Е. Д. Солодухин, 1958; М. Г. Червонный, 1961, и др.

<sup>2</sup> Материалы совещания освещены в журн. «Лесное хозяйство», 1964. № 4.



В краткой статье невозможно охватить даже основные вопросы, отражающие содержание лесной пирологии. Как и в других отраслях науки, в лесной пирологии имеются вопросы новые и старые. Однако даже и старые вопросы не всегда являются решенными и к ним приходится возвращаться снова и снова для уточнения или пересмотра.

## Природа лесных пожаров

Останавливаясь на природе лесных пожаров, необходимо подчеркнуть ее сложность.

За истекшую четверть века в нашей стране и за рубежом значительно продвинулось изучение природы лесных пожаров. Но многое еще предстоит сделать для полного раскрытия поведения огня в различных условиях.

При изучении лесных пожаров надо учитывать многообразие антропогенных, климатогенных, эдафогенных факторов, влияющих на характер пожаров, сложность природы их, особенно обуславливающих сложной природой самого леса; влияние перечисленных и других факторов проявляется непосредственно и косвенно, причем влияния эти часто взаимосвязаны.

При освещении природы лесных пожаров непосредственный практический интерес имеют прежде всего вопросы диагностики и классификации лесных пожаров.

Построение классификации, отражающей многочисленные различия в характере лесных пожаров, особенности подхода *к ним в соответствии с практическими задачами*, имеет большое значение. Правильным является путь от простого к сложному. Отправляясь от основного, устоявшегося, проверенного жизнью, от отчетливо расчленимых категорий, можно далее в пределах их углубляться в рассмотрение различных новых особенностей, оттенков, переходов и т. д.

Вновь открываемые особенности, свойства, детали лесных пожаров, объективно существующие в природе, заслуживают внимания и изучения. Так постепенно увеличивалось число звеньев цепи, именуемой классификацией лесных пожаров. Закономерны тенденции как к дальнейшему увеличению, так и к сокращению этого числа, но в том и в другом случаях нужны основания. К сожалению, это начали делать порой произвольно, в результате чего стали появляться надуманные новые названия и исключаться категории, объективно существующие и многократно зафиксированные в природе. В одной из последних опубликованных классификаций совершенно исчезли, например, стволовые пожары, которые лесоведам многих стран давно известны и с которыми приходится иметь дело в практике до сих пор.

В связи с этим представляется необходимым подробнее остановиться на вопросах классификации лесных пожаров.

Лесные пожары можно отнести к группе ландшафтных пожаров, в которую мы включаем также пожары степные, тундровые, луговые, сельхозпалы и пр. (И. С. Мелехов, 1944).

Общим для всех пожаров этой группы является следующее:

- 1) жертвой огня становится растительность;
- 2) пожары могут охватывать большие территории, вследствие чего нередко изменяется характер местного ландшафта.

Между этими пожарами наблюдается и территориальная связь. Лесные пожары возникают обычно на лесной территории (как покрытой, так и не покрытой лесом), но возникновение их может быть связано и с пожарами, происходящими на нелесной, но смежной с лесом территории. Так называемые сельскохозяйственные палы имеют целью выжигание луговой травянистой растительности, оставшейся от прошлого сезона. Они могли бы рассматриваться даже не как пожары, а как луговодственный прием (хотя и экстенсивный), направленный на повышение количественной и качественной продуктивности лугов, но фактически они очень часто переходят в лесные пожары; точно так же степные пожары при приближении к лесным массивам могут перейти в лесные пожары. В прошлом степные пожары, нередко специально организуемые человеком в виде «палов», вероятно, были одним из существенных факторов, ограничивавших наступление леса на степь. С другой стороны, лесные пожары сами могут переходить в другие виды ландшафтных пожаров: из таежной зоны огонь может перейти в зону тундры и уничтожать там оленье пастбища с лишайниковым покровом; с этими пожарами могут быть связаны и отступление лесов к югу (Родер), а с другой стороны, даже и случаи наступления их к северу (Городков, Овсянников).

Таким образом, все категории обширной группы ландшафтных пожаров в той или иной мере связаны между собой. Из этой группы лесные пожары несомненно являются наиболее грандиозным и разрушительным проявлением огненной стихии.

Разделение лесных пожаров может строиться по-разному в зависимости от задач, разрешению которых оно должно соответствовать.

Разделение пожаров, применяемое в непосредственной борьбе с огнем, может отличаться от разделения, на котором строится организация противопожарных профилактических мероприятий; дополнительные требования могут появиться при ликвидации последствий пожаров или их изучении; ряд особенностей предусматривает лесопожарная статистика и т. д.

Классифицировать лесные пожары можно в связи со следующими моментами: воздействием огня на отдельные элементы насаждения (лесного фитоценоза); характером объекта

пожара в целом; повторяемостью пожара; временем сезона и суток; размерами охватываемой территории; причинами возникновения пожара; особенностями в характере послепожарных изменений и т. д.

Остановимся на некоторых из этих моментов.

**Разделение пожаров по воздействию огня на отдельные элементы насаждения.** Здесь следует охарактеризовать различия в пожарах, проявляемые в момент действия их, в зависимости от того, какая часть (или части) лесного фитоценоза подвергается воздействию огня: затрагивает ли он кроны, ограничивается ли нижней частью стволов или переходит на корни.

Разделение лесных пожаров, построенное на этом принципе, имеет наиболее универсальное значение для практики: на нем основана непосредственная борьба с пожарами, оно имеет значение для лесопожарной статистики; с этим разделением приходится считаться и при анализе послепожарных изменений в лесу. Вот почему по существу здесь идет речь об основной классификации лесных пожаров.

Издавна лесные пожары принято разделять на три вида: низовые или наземные; верховые; подземные или торфяные.

Разделение лесных пожаров на три основные категории наиболее широко распространено в практике лесного хозяйства не только нашей страны, но и большинства других государств. Правда, встречаются различия в названиях. Так, низовые пожары в американской практике носят название поверхностных (surface), подземные (underground) часто называют и земляными (ground), в английской литературе последние называют, как и у нас, подземными (underground) и т. д.

В баварской практике еще в прошлом столетии выделялись стволовые пожары, при которых огонь сосредоточивает свое действие в течение длительного времени на отдельных стволах. Стволовые пожары встречаются не очень часто, но при известных условиях могут иметь заметное распространение.

В сосняках жертвой стволового пожара обычно становятся деревья с обнаженными широкими и достаточно высокими подсушинами, образовавшимися под действием предшествующих пожаров; это наиболее старые деревья, пережившие на своем веку не один пожар.

Развитие стволового пожара в таких сосняках начинается с загорания пожарной подсушины по следующим причинам:

- 1) она представляет собой наиболее сухую часть ствола;
- 2) в зоне подсушины может быть большое засмоление древесины, облегчающее загорание и усиливающее температуру пламени;
- 3) на подсушинах, которые долгий период были обнажены, проявляется деятельность грибов-разрушителей — начинается разрушение древесины, что не только облегчает загорание, но

и способствует длительной задержке в подсушинах огня, вхождению его внутрь ствола; в результате такого совместного действия огня и грибов образуется дупло.

Таким образом, стволые пожары, с одной стороны, приурочиваются к дупловатым деревьям, с другой — они сами вызывают дупловатость, расширяют ее. В результате стволых пожаров часть деревьев остается стоять с большими дуплами, обгорелыми внутри (иногда наблюдается сквозное прогорание ствола с двух сторон), часть, выгорев внутри, ломается либо в момент самого пожара, либо после него при первом порыве ветра.

Стволые пожары могут проявляться в заподсоченных сосняках, где их развитие в начальной стадии облегчают карры.

Объектами ствольного пожара могут служить и одиночные сухостойные деревья.

Если неподалеку от таких горящих стволов оказываются растущие деревья сосны, то здесь возможны:

загорания их и переход ствольного пожара в вершинный или повальный (при достаточной сомкнутости древостоя);

ожоги в ствольной части деревьев и последующее образование высоко расположенных подсушин.

Остановимся на втором случае, поскольку он не выводит нас из рамок ствольного пожара и расширяет представление о нем.

Такие случаи возможны в чистых редких сосновых древостоях, обычно в лишайниковых или близких к ним типах леса. Разреженность древостоя в них и отсутствие ели во II ярусе делают данный вариант довольно типичным. Разреженность древостоев может быть вызвана предшествующими низовыми пожарами, выборочными рубками и пр.; следует допустить, что образование ожогов в верхней части стволов соседних деревьев может происходить без непосредственного загорания их, а камбий погибает от температуры пламени соседнего горящего ствола, поскольку тонкая неопробковевшая кора в верхней части дерева малоспособна служить защитой для него. Камбий погибает на той стороне дерева, которая обращена к соседнему горящему стволу. Таким образом, одной из причин образования высоко расположенных подсушин, встречаемых иногда в сосняках, не утративших жизнедеятельности после пожара, является воздействие стволых пожаров. Итак, воздействие ствольного пожара в сосняках не всегда ограничивается отдельными деревьями. Стволый пожар может оказать существенное влияние на многие деревья, а значит и на древостой в целом.

При этом нужно различать воздействие огня на деревья, являющиеся непосредственно основной жертвой ствольного пожара, и на соседние деревья, которые при последующих пожарах могут явиться уже первичными объектами ствольного пожара. Стволые пожары наблюдаются также в лиственничных

древостоях; здесь чаще, чем в сосняках, в зоне пожарных подсушин способствует возникновению пожаров деятельность грибов-разрушителей. Стволовые пожары в ельниках обычно начинаются с загорания смоляных натеков на стволе, откуда огонь перебирается внутрь ствола; смоляные натеки могут быть на месте затесок, ошмыгов, повреждений насекомыми; натеки могут образоваться и в результате действия огня, т. е. в процессе самого пожара. Число таких отдельно горящих стволов в ельниках может быть довольно значительным (до 40—50 на 1 га). Стволовой пожар в чистом виде здесь долго сохраняться не может и часто переходит в другие формы верхового пожара. Близки по характеру к стволовым так называемые пневые пожары, когда горят отдельные буреломные пни или полуразрушенные пни давней рубки; для них характерно длительное действие огня. Эти пожары надо рассматривать как отдельные точки или микроочаги огня на фоне основного пожара (низового, верхового и т. д.).

Среди низовых пожаров можно выделить также ряд разновидностей. К ним можно отнести, например, подстильно-гумусовые пожары. Такие пожары не совсем удобно было бы относить к «подземным» пожарам (подстилка находится на земле, а не под землей).

Своеобразное проявление подстильно-гумусовых пожаров наблюдается у нас в лесах Севера во второй половине лета и осенью в ночные и утренние часы. В это время происходит внутреннее прогорание подстилки и подземной части живого напочвенного покрова (с поверхности подстилка или напочвенный покров могут быть покрыты росой или инеем). Наоборот, весной в лесах, где почва оттаяла не полностью и только сверху, происходит лишь частичное обгорание подстилки с поверхности (от нескольких миллиметров до 1—2 см), однако в местах скопления хлама, порубочных остатков и других горючих материалов и в это время происходит интенсивное прогорание подстилки и гумуса вплоть до минерального слоя. Такие картины наблюдаются преимущественно в ельниках-зеленомошниках (главным образом в черничниках). Распространение пожаров с внутренним прогоранием подстилки (и гумуса) обычно ограничено во времени (ночные и утренние часы), а значит и в пространстве: площадь, охватываемая таким видом огня, невелика. По существу это одна из ночных метаморфоз низового пожара в ельниках; при ликвидации его нужно тщательно выявить все клинья тлеющих материалов.

В ночное время огонь низового пожара особенно часто сосредоточивается в разрушенных гнилых пнях, колодах, среди сухого хлама.

Таким образом, нет необходимости менять общепринятое деление лесных пожаров на три основных вида, т. е. на

низовые, верховые, подземные (торфяные), но в пределах каждого из них целесообразно выделять отдельные, достаточно четко выраженные разновидности, которые могли бы уточнить диагностику пожаров. В свое время (1944) автором была предложена следующая классификационная схема лесных пожаров:

I. Низовые пожары:  
подстилично-гумусовые;  
напочвенные;  
подлесно-кустарниковые;  
валежные и пневые.

II. Верховые пожары:  
вершинные;  
повальные;  
стволовые.

III. Подземные пожары:  
торфяные.

Эта схема в дальнейшем не претерпела больших изменений.

Все указанные разновидности лесных пожаров, за исключением ствольных, вошли в последнюю схему Н. П. Курбатского (1964).

Н. П. Курбатский ввел разделение подземных пожаров (их он называет почвенными, что вряд ли целесообразно) на многоочаговые и одноочаговые. Это разделение имеет некоторое значение и заслуживает внимания, хотя само название их «почвенно-торфяные многоочаговые устойчивые» и «почвенно-торфяные одноочаговые устойчивые» усложнено.

Остановимся на некоторых деталях, характеризующих отдельные разновидности пожаров и их переходы.

При низовом подстилично-гумусовом пожаре огонь прежде всего охватывает подстилку; здесь могут быть случаи и внутреннего, и поверхностного, и полного ее прогорания, огонь проникает и в зону гумусового слоя, причем наиболее часто объектом горения будет грубый гумус.

Если учесть стадии формирования гумуса, внешне выражаемые разделением лесной подстилки на три слоя (верхний, представленный неразложившимся опадом и обладающий незначительной мощностью; средний, полуразложившийся торфянистый слой различной мощности; нижний, сильно разложившийся слой обычно небольшой мощности), то вероятность образования именно подстилично-гумусового пожара будет тем больше, чем больше развит второй, т. е. средний (торфянистый) слой подстилки, и, наоборот, при слабой выраженности или тем более при отсутствии его, что наблюдается при благоприятных условиях разложения подстилки, практически не приходится говорить об этой разновидности низового пожара.

Напочвенный пожар характеризуется тем, что огнем затра-

гивается и травяной, и мохово-лишайниковый напочвенный покров, который становится основным объектом горения.

При низовом подлесно-кустарниковом пожаре действие огня распространяется также и на подлесок и на растущий под пологом самосев и подрост; языки пламени охватывают стволы старых деревьев на большую высоту (до 5—10 м, иногда и более).

Мы считаем необходимым подчеркнуть разницу в характере пожаров, охватывающих молодняки под пологом древостоя и происходящих в молодняках на сплошных лесосеках, гарях и других открытых местах.

Если пожар происходит в молодняках второго рода и огонь при этом забирается в область крон, то такой пожар относится к группе верховых пожаров, если же огонь охватывает (хотя бы и целиком) подрост и молодняк, находящийся под пологом древостоя, но не переходит в верхнюю часть последнего, то такой пожар относится к низовым; вот такие пожары и следует отнести к категории низовых подлесных пожаров.

Валежные пожары происходят на вырубках с неубранными древесными отходами, хламом, а также на захламленных гарях. При больших скоплениях хлама, образующих «многоэтажные» нагромождения из ветровальных и буреломных деревьев, и при наличии остатков древостоя или молодняков, также охватываемых огнем, пожар должен входить в группу верховых и относиться к повальному.

Валежные пожары не означают, что огонь не воздействует на напочвенный покров или подстилку.

Наоборот, при сильной захламленности они могут приводить к полному уничтожению подстилки и даже гумуса.

Общим для всех низовых пожаров, за исключением валежных пожаров на сплошных лесосеках и лишенных древесной растительности гарях, является воздействие огня (в той или иной степени) на нижнюю наземную, т. е. комлевую часть деревьев; особенно характерны ожоги или опалы коры (подстилочные пожары затрагивают в ряде случаев подземную зону — ближайшую к дневной поверхности корни, а у молодняков иногда и всю корневую систему).

Остальные категории пожаров, представленные в схеме, не требуют пояснений.

Каждый из этих пожаров может различаться и по степени воздействия на лес, его отдельные компоненты. Признаками интенсивности пожаров могут служить: для подстилично-гумусовых — степень прогорания подстилки; для напочвенных и валежных — высота пламени, степень уничтожения покрова и древесных остатков; для всех низовых пожаров — величина огневых травм на стволах: высота ожогов, их протяженность по окружности, ожоги на корневых лапах и другие признаки.

Если рассмотреть приведенные разновидности лесных пожаров с точки зрения возможности деления их на беглые и устойчивые, то из низовых беглыми и устойчивыми могут быть: напочвенные, валежные, древесно-подлесные. Низовой подстилочный обычно представляет устойчивую форму, за исключением случаев поверхностного обжигания подстилки, когда возможны оба варианта. Из верховых — вершинные и повальные могут быть и беглыми и устойчивыми, стволовые — только устойчивыми.

Лесные пожары — явление динамическое. Как уже указывалось, пожар переходит из одной формы в другую; его действие может проявляться в различных комбинациях и переходах.

Так, в сосняках могут одновременно проявляться и низовые, и стволовые пожары; стволовые пожары в сочетании с вершинными иногда приводят к образованию повальных пожаров; подлесные пожары нередко могут быть переходной стадией от низового пожара к верховому и т. д.

В природе можно наблюдать немало таких случаев, когда вершины деревьев и прежде всего их хвоя обладают более высокой способностью загорания по сравнению с напочвенным покровом. Для примера возьмем сосняки с мощным покровом из кукушкина льна; если при этом образовался беглый вершинный пожар (перешедший, например, из другого типа леса) и огонь охватил только хвою, не затронув самих побегов, то действие огня внизу хотя и может проявляться, но незначительно, в виде небольших очагов, которые при благоприятных для загорания условиях (в сухое время), правда, могут в конце концов соединиться и образовать сплошной фронт низового пожара, но сплошная линия этого фронта будет намного позади линии фронта вершинного пожара и решающего значения иметь не будет: при условиях же малоблагоприятных для загорания напочвенного покрова (в отношении кукушкина льна эти случаи нередки) заметная часть площади может быть совершенно не задета низовым пожаром, следовательно, можно говорить о вершинном пожаре в чистом виде. В обратных, т. е. в более сухих условиях нужно предусматривать опасность перехода огня на деревья и образования повального пожара, но если хвоя, т. е. наиболее горючий материал, уже уничтожена при прошедшем перед этим вершинном пожаре, то тем самым уменьшается и эта опасность; в этих случаях она будет зависеть от имеющихся сухостойных деревьев, хлама, хвойного подроста и пр.

Когда мы говорим о совместном действии двух пожаров, следует учитывать, в одно или в разное время они проявляются на одной и той же площади и как велика разница в территории и во времени, если пространственно они разобщены. Вершинный пожар обычно двигается впереди любого другого пожара.



Падающие искры (при горении не только хвои, но и ветвей, сучьев и вершин) и головни порождают низовой огонь, движущийся вслед за верховым<sup>1</sup>. В пределах такого низового пожара надо различать две зоны: островную, представленную отдельно горящими очагами, и сплошную, образующуюся в результате смыкания очагов.

Все это приводит к выводу, что при комбинированных формах лесных пожаров надо учитывать проявление их, но следует исходить из принципа преобладания того или иного вида пожара, выделять тот его вид, который представляет в данный момент наибольшую опасность.

Комбинация вершинного пожара с низовым, если последний следует за ним, не означает необходимости равного внимания в борьбе с обоими видами огня; очевидно, здесь первая задача — справиться с вершинным, перевести его в низовой — и никакой ошибки не будет, если в практических целях этот случай мы не представим комбинацией двух пожаров, а назовем его просто вершинным пожаром. Напротив, сочетание низового пожара со стволовым, в особенности в еловых лесах, может потребовать серьезного внимания к борьбе не только с низовым (который при этом чаще будет основным видом огня), но и со стволовым, чтобы последний не привел к образованию вершинного или повального пожаров.

Если вершинный или повальный пожар приводит к образованию новых очагов огня впереди пожара, т. е. порождает «авангард» в виде «пятнистых пожаров», то в решение основной стратегической задачи по подавлению верхового (вершинного или повального) пожара вносятся такие тактические приемы, которые предусматривали бы и локальную борьбу с этими очагами.

Таким образом, нужно учитывать все возможные формы огня в лесу, их сочетания и переходы, но не забывать при этом в первую очередь выделять главный вид огня, главную (проявляющуюся или потенциальную) опасность.

Рассматривая пожар как одно целое, вместе с тем надо уметь анализировать его по частям, чтобы выбрать и применить методы борьбы, соответствующие особенностям того или иного элемента пожара.

Переходы одной формы огня в другую, связи между отдельными стадиями пожара изучены еще мало. В этом направлении перед лесной пирологией стоят серьезные задачи.

---

<sup>1</sup> Вместе с тем нельзя, конечно, упускать из виду опасность образования очагов низового (а иногда и верхового) огня и впереди вершинного пожара, так как пожары и даже горящие головни, подхватываемые усиленным воздушным течением, могут перебрасываться далеко вперед. В таких случаях могут возникать своеобразные пятнистые пожары.

**Разделение пожаров по характеру объекта.** От характера объекта в значительной степени зависит и вид пожара: в сосновых молодняках чаще бывают верховые, а в сосняках спелых и перестойных — низовые пожары; травяные и валежные пожары характерны для сплошных вырубок и гарей, а ствольные — для сосняков с дупловатыми и сухостойными деревьями, иногда — для ельников.

Поведение одного и того же вида пожара различно в зависимости от характера объекта. Низовые пожары на вырубках и гарях обычно продвигаются с большей скоростью, чем под пологом древостоев.

Один и тот же вид пожара приводит к различным последствиям в неодинаковых по характеру объектах: после низового пожара в ельниках обычны вывалы древостоев, часто образующие непроходимые дебри, а в сосняках нередко возникает парковый ландшафт. Большое значение имеет тип леса.

В свое время было предложено несколько шкал пожарной опасности в зависимости от характера объекта (В. Г. Нестеров, И. С. Мелехов, Н. П. Курбатский и др.). С учетом довольно большого разнообразия типов возможных объектов пожаров приведена шкала в последней лесоустроительной инструкции (1964 г.). В ней уделяется серьезное внимание пожарной опасности не только в лесах, но и на вырубках разных типов.

В нашей стране довольно хорошо изучены особенности пожаров в различных по характеру лесах. Но и здесь еще имеются вопросы, требующие дальнейшего решения. Необходимо глубоко изучить особенности пожаров в кедровых лесах, на вырубках, в шелкопрядниках, продолжить изучение пожарной опасности в различных типах лесов в районах с высокой горимостью.

**Разделение пожаров по их повторяемости.** Пожары могут быть однократного и неоднократного действия.

Остановимся на категории так называемых, повторных пожаров, или пожаров многократного действия.

Они проявляются в тех же формах, которые описаны ранее. По силе своего действия повторные пожары могут отличаться от предшествующих: быть слабее, когда старый пожар уничтожил запасы горючего, а накопления нового почти не произошло (в старых боровых сосняках); или, наоборот, значительно сильнее, когда предшествующий пожар вызвал увеличение запаса горючих материалов (ветровалы, буреломы, хлам, сухостой), что бывает особенно часто в ельниках.

В связи с этим и другими факторами повторность пожаров может быть различной: в одних случаях пожар может повториться в течение одного и того же сезона, даже иногда через несколько дней после первого пожара (при перемене направления ветра, когда тот же пожар возвращается к прежнему месту через 10—12 суток, где находит для себя новую пищу в виде

подсыхающей хвои и ветвей вываленных деревьев), в других — через несколько десятилетий.

С фактом повторности пожаров приходится считаться, например, при организации мероприятий по рациональному освоению гарей. Повторные пожары, особенно в ельниках, могут привести к полному уничтожению молодняков, появившихся после предшествующего пожара, и источников обсеменения в виде сохранившихся деревьев старших поколений, и надолго превратить бывшие лесопокрываемые площади в оголенные пустыри. Но можно привести факты положительного влияния повторного пожара на стойкость древесины: после повторного воздействия огня в тот же сезон древесина в меньшей степени, чем после однократного пожара, подвергается грибным заболеваниям и повреждениям насекомыми (в особенности короедами), что связано, по-видимому, с быстрым ее высыханием, происходящим вследствие быстрого опадания опаленной коры.

Повторные низовые пожары в сосновых лесах, как правило, приводят лишь к частичному нарушению жизнедеятельности древостоев, оставляя следы на деревьях в виде огневых рубцов: эти раны у растущих деревьев частично или полностью рано или поздно зарастают, но чем большее число раз повторяются пожары в одном и том же древостое, тем травмированная поверхность у деревьев становится больше и тем, следовательно, меньше возможность полного ее зарастания. Следы подобных ранений у растущих деревьев — прекрасные свидетели хронологии горимости лесов, они помогают исследователю восстанавливать историю развития леса и метеорологических условий.

**Разделение пожаров по времени.** В наших широтах по сезонам можно выделить ранневесенние, летние и осенние пожары. Такое разделение целесообразно не только потому, что с временем сезона связан характер самого пожара (весной пожары возникают преимущественно на лесосеках, гарях, редицах, в лиственных лесах и т. д. и носят главным образом низовой характер; летом, помимо низовых, возрастает опасность развития верховых; для осени характерны низовые подстилично-гумусовые и верховые пожары), но и потому, что послепожарные изменения в лесу будут проходить по-разному. Весенние пожары способствуют заселению древостоев, поврежденных огнем, насекомыми в тот же сезон, сразу после пожара (короеды, лубоеды), а летние и в особенности осенние пожары отодвигают эту опасность на следующий год, а иногда и вообще ослабляют ее.

Время пожара сказывается на деятельности камбия, а следовательно, на формировании годичного слоя, соответствующего году пожара, а это отражается и на характере прироста в последующие годы; точно так же оно сказывается на послепожарном возникновении и формировании новых биогеоценозов.

В зимнее время может проявляться (и то в исключительно редких случаях) только торфяной пожар, сколько-нибудь заметной роли в биологии леса зимние пожары в наших широтах не играют.

Периодичность лесных пожаров связана с чередованием сухих и влажных лет, с суточными изменениями погоды и с характером леса (в частности, с типом леса) и его изменениями во времени (фенологическими и фитоценоотическими), с характером предшествовавших пожаров, с территориальным местонахождением лесных массивов, их отдельных частей и с деятельностью человека. Таким образом, периодичность в горимости лесов может быть правильно понята, а отсюда и сделаны практические выводы лишь при учете ряда моментов и их возможных сочетаний.

Лесные пожары можно рассматривать как явление географическое, и советская лесная пирология внесла известный вклад в разработку этого вопроса. Географизм лесных пожаров называется:

- 1) в различных сроках наступления и окончания пожарных сезонов в разных частях земного шара;
- 2) в различиях горимости лесов в связи с плотностью народонаселения и характером его деятельности в разных районах;
- 3) в географических различиях в характере самих лесов;
- 4) в различных послепожарных изменениях в разных географических районах (географические различия в типах горельников, в процессах облесения, заболачивания и олуговения гарей и т. д.).

На основе географического анализа горимости лесов автором этих строк составлена карта лесопожарных сезонов на земном шаре и построена географическая схема лесопожарных поясов европейской части СССР (1944, 1946).

В дальнейшем эта схема была использована и расширена Г. А. Мокеевым, установившим границы лесопожарных поясов и для азиатской части СССР (1958, 1961).

**Разделение пожаров по размерам площади.** Классификация лесных пожаров по размерам охватываемой ими площади была впервые разработана в США. Современная американская практика различает пять классов, начиная от пожара величиной до  $\frac{1}{4}$  акра (класс А) и кончая пожаром, превышающим 300 акров (класс Е).

Эта классификация имеет значение для лесопожарной статистики, особенно для регистрации пожаров по их окончании, когда площадь пожара (гари) стабилизируется. Наши лесные организации могли бы использовать данный принцип при учете лесных пожаров. Подобная классификация могла бы быть использована и при тушении пожаров, так как первой задачей при борьбе с ними наряду с определением основного вида по-

жара является и установление площади, охваченной огнем. Но ввиду того, что площадь эта меняется по мере развития пожара, изменяется и класс пожара: за короткое время пожар нередко может из класса А перейти в класс Е. В результате между первыми донесениями о пожаре и последующими окончательными сведениями будет огромная разница, которая может породить путаницу в учете пожаров. Но если рассматривать в процессе тушения такие классы как стадии развития пожара, то в этом случае применение их вполне уместно. Таким образом, во время пожара надо учитывать размеры охватываемой им площади и изменения последней, но закреплять ее в этот момент в виде классов пожара как окончательно установленных категорий пожара, не следует.

К нашим условиям можно было бы применить следующие несколько измененные цифровые придержки (га):

Класс А . . . . .	менее 0,1
» Б . . . . .	от 0,1 до 5
» В . . . . .	5—50
» Г . . . . .	50—150
» Д . . . . .	свыше 150

В конечном счете можно было бы рекомендовать двоякое применение названной классификации:

1. В процессе тушения рассматривать классы как определенные стадии пожара и не называть их классами, а именовать стадиями (стадия А, стадия Б и т. д.).

2. По ликвидации пожара площадь, затронутая им, относится уже к соответствующему классу (классу А, классу Б и т. д.).

За последние годы большое внимание начали уделять изучению физической и физико-химической природы лесных пожаров. Эти стороны заслуживают дальнейшего изучения с применением современных методов исследований.

Необходимо уделить серьезное внимание вопросам прогнозирования пожарной опасности, особенно разработке региональных шкал, и на этой основе искать пути разумных обобщений.

Было бы неправильно рассматривать методы борьбы с лесными пожарами, тактику и стратегию борьбы, лесную пожарную технику, методы борьбы с отрицательными последствиями пожаров, равно как и мероприятия по использованию положительной роли огня, вне связи с природой лесных пожаров и их последствий.

### Последствия лесных пожаров

Сложность пирогенных явлений в лесу вытекает не только из различий в характере пожаров, но и из многообразия результатов прямого и косвенного воздействия их на лес, из сложной природы послепожарных изменений в лесу.

В нашей стране разработана классификация горелых лесов и гарей, которая начала использоваться при исследовательских и производственных работах, появились интересные региональные варианты ее для Дальнего Востока и Сибири; заложены основы огневой травматологии древесных и кустарниковых пород и других лесных растений, изучались анатомические изменения в древесине (И. С. Мелехов).

За истекшие 20 лет в СССР и за рубежом продолжалось изучение роли огня в возобновлении и формировании лесов, в изменении растительного покрова и почвы. Эти вопросы рассматриваются в работах А. А. Корчагина, Б. П. Колесникова, И. С. Мелехова, Е. Д. Солодухина, В. П. Фирсовой, Б. В. Надеждина, З. Н. Арефьевой и др., а также исследователей Швеции (E. Ugglä), Финляндии (G. Siren), США (H. Lutz), Канады (P. Haddock) и др.

Накопленный опыт и дальнейшее изучение этих вопросов будут способствовать решению проблем, связанных не только с подавлением лесных пожаров, но и чисто лесоводственных, таких, как возобновление леса и повышение его продуктивности.

### **Практические вопросы лесной пирологии**

Мы кратко затронули I и II части лесной пирологии, составляющие ее теоретические основы. Последующие три части (III, IV и V) охватывают преимущественно практические вопросы.

В области прикладных вопросов лесной пирологии за последние 10 лет произошли большие сдвиги как в нашей стране, так и за рубежом. Получили дальнейшее развитие авиация и наземные механизированные средства профилактической и непосредственной борьбы с лесными пожарами. Интересные результаты получены исследователями в области применения новых химических средств, в том числе так называемой «мокрой воды». Широкими возможностями пропаганды охраны лесов от пожаров располагает цветное кино, а также радио и телевидение.

Однако практика борьбы с лесными пожарами еще не вооружена арсеналом всех возможных современных средств. Путь от научно-исследовательского института и конструкторского бюро до серийного изготовления машин заводом слишком длинен. Необходимы специализированные заводы лесохозяйственного машиностроения, в том числе по изготовлению пожарных машин.

Огромное значение в борьбе с лесными пожарами имеет система профилактических мероприятий. При этом нельзя пренебрегать и так называемыми мелочами, особенно в популяризации мер охраны леса. Целесообразно было бы разработать

эмблему борьбы с лесными пожарами, наглядно и повседневно напоминающую о необходимости охраны лесов от пожаров (в США, например такой эмблемой является изображение медведя). Нужно быть всегда подготовленным в организационно-техническом отношении и к непосредственной борьбе с лесными пожарами. Надо уметь своевременно ликвидировать отрицательные последствия лесных пожаров. Исходя из разной горимости лесов в различных районах, из различий в сроках наступления и продолжительности пожароопасных периодов, степени освоенности лесов, должно быть проведено районирование противопожарных мероприятий как по стране в целом, так и по отдельным районам. Необходимо использовать на практике географические лесопожарные пояса, а также шкалы пожарной опасности в разных по характеру лесах. До недавнего времени у нас недооценивалась опасность возникновения пожаров на сплошных вырубках, в то время как в ряде районов более половины всех лесных пожаров начинается именно на лесосеках сплошной рубки.

В районах интенсивного лесного хозяйства дальнейшее развитие должны получить наземные методы охраны лесов от пожаров. Преимущественное применение (но обязательно в сочетании с авиационными) они имеют и в районах развитых лесозаготовок. В неосвоенных и малоосвоенных лесах должны получить всемерное развитие авиационные средства.

Необходимо разработать законченную систему, охватывающую весь комплекс мероприятий и предусматривающую основные задачи и пути их решения в соответствии с конкретными особенностями места и времени. Серьезное внимание этой проблеме должны уделить наши научные, проектные и производственные организации с учетом современных достижений техники.

Роль науки в сокращении пожарной опасности в лесах становится все более значительной.

До недавнего времени научный и технический прогресс (например, использование авиации) больше всего проявлялся в охране лесов от пожаров, в профилактике. Надо и в дальнейшем не ослаблять внимания к этому вопросу. Перспективно, в частности, использование телевизионных методов обнаружения лесных пожаров, метеорологических спутников, запускаемых в высокие слои атмосферы и в космос.

Роль науки и современных технических средств возрастает не только при проведении профилактических мероприятий, но и при непосредственной борьбе с лесными пожарами. Особенно важно повысить роль авиации. Наглядные тому примеры — возможность использовать гидросамолеты для тушения пожаров водой, а также комплексное применение вертолетов. Из наземных средств возрастает значение взрывного метода,

применение смачивателей, например такого эффективного средства, как сульфанол НП-1, и т. д. Вопросы использования химии в лесном хозяйстве и в том числе в борьбе с лесными пожарами выдвигаются самой жизнью.

Мы должны шире популяризировать, использовать и развивать отечественный опыт. Вместе с тем необходимо внимательно следить за зарубежными достижениями, изучать и шире использовать их опыт.

Иногда можно слышать, что есть категории пожаров, которые предугадать нельзя, с которыми своевременно и эффективно бороться невозможно. Это прежде всего пожары, возникающие от молнии. Однако, как показал опыт в Скалистых горах (США), при помощи передвижных радарных установок удалось создать карту передвижения гроз и благодаря этому принять ряд своевременных действенных мер.

В этих же районах проводятся опыты по ослаблению силы электрических зарядов молний. Вопрос борьбы с лесными пожарами, происходящими от молнии, представляет интерес и для некоторых районов нашей страны.

В США за последние годы создана система наблюдения, донесения и борьбы с лесными пожарами с использованием пожарных вышек (например, в штате Луизиана, где преобладают сосновые леса, имеется 108 вышек), самолетов по патрулированию и боеспособных команд по тушению, оснащенных средствами современной техники. Предпринимаются попытки организации новых передвижных метеостанций на автомашинах, оснащенных радиостанциями, а также радиолокационных станций для наблюдений над выпадением осадков в радиусе примерно 300 км. В 1963 г. испытывалась устанавливаемая на самолете аппаратура для обнаружения лесных пожаров путем улавливания инфракрасных лучей.

Внимание ученых СССР, США и Канады за последнее время привлекает возможность использования искусственных спутников Земли для обнаружения лесных пожаров. Американцы в качестве наиболее приемлемого для указанных целей называют искусственный спутник «Нимбус», ориентация которого позволяет обеспечить постоянное направление камер к Земле.

Успешные опыты, проведенные по установлению телевизионной связи Москва — Владивосток с помощью искусственного спутника земли, позволяют высказать уверенность в возможности успешного использования искусственных спутников земли и для охраны лесов от пожаров в нашей стране.

Имеется ряд других предложений. Все они должны быть изучены нашими специалистами с учетом того, какие из них приемлемы и могут быть использованы в практике в ближайшие годы. Наши научные институты, например ЛенНИИЛХ, за последние годы создали ряд машин и механизмов, заслуживаю-



щих внимания по борьбе с лесными пожарами. Особенно важно расширить возможности применения водного тушения, а также смачивателей.

Однако для полного решения проблемы борьбы с лесными пожарами в нашей стране нельзя ограничиваться имеющимися результатами.

Необходимо повысить ответственность и проектных организаций: проектирование новых лесозаготовительных предприятий должно включать и разработку планов их противопожарного устройства. Серьезные задачи здесь возлагаются на лесоустроителей.

В целях эффективного решения теоретических и практических задач лесной пирологии необходимо объединение усилий научных учреждений, исследователей, проектантов, всех пирологов. Крайне важно, чтобы эти усилия были целенаправленны, чтобы не было ненужного дублирования.

Рекомендации, вносимые в производство, должны быть основаны на серьезном эксперименте с тщательной предварительной практической проверкой.

Требуется ускорить пуск в серийное производство лесопожарных машин, разработанных нашими научно-исследовательскими институтами и другими учреждениями.

Современный этап развития лесной пирологии особенно требует тесного сближения теории и практики, их органического единства.

## ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ГОРИМОСТЬ ЛЕСОВ И ОХРАНУ ИХ ОТ ПОЖАРОВ

В процессе исследований о влиянии природных и экономических условий на горимость лесов был собран значительный материал о пирологических свойствах лесорастительных формаций различных климатических областей и экономических районов СССР. Материалы составили около 12 тыс. лесопирологических показателей, относящихся к пожароопасным сезонам 40—50-х и начала 60-х годов, изученных в 250—300 различных пунктах, рассредоточенных в разнообразных лесорастительных формациях таежной зоны Советского Союза.

Для объективной оценки горимости лесов в сравниваемых районах, оценки организации охраны их от пожаров, сравнения экономических и природных условий лесного хозяйства применялись соизмеримые величины, принятые показателями в виде процентов или количественных выражений, относящихся всегда к определенной по величине площади. Для характеристики лесопирологических условий были использованы следующие показатели: число лесных пожаров, возникших за один пожароопасный сезон на площади 1 млн. га; средняя площадь одного лесного пожара (га); горимость лесов, понимаемая, как площадь лесов, пройденная пожарами за сезон, выраженная в процентах от общей площади лесов обследуемого объекта (Мокеев, 1958).

Эти показатели позволили в основных чертах анализировать горимость лесов, производить бегло, но достаточно точно сравнение лесопирологических характеристик климатических областей, лесорастительных формаций и экономических районов.

На основании изучения горимости лесов РСФСР предлагаются следующие простые классы горимости для таежной зоны: малая — выражается тысячными долями процента; умеренная — выражается сотыми долями процента; высокая — выражается десятymi долями процента; чрезвычайно высокая — выражается целыми процентами.

При статистической обработке материалов за единицу наблюдений приняты сроки пожароопасных сезонов и основные

показатели горимости: среднее число пожаров, средняя их площадь и горимость, выраженная процентами от общей площади лесов обследуемого объекта.

При одинаковом числе наблюдений вероятность правильности установленных сроков горимости, зависящая только от климатических условий, всегда получается выше точности показателей горимости, которые зависят еще от вероятности попадания огня в лес.

## Влияние климата на горимость лесов

Изучение влияния климатических условий СССР на сроки, продолжительность и интенсивность пожароопасных сезонов выявило ряд важных закономерностей.

1. Азиатская часть Союза, без Дальнего Востока, имеющая резко континентальный климат с быстрым переходом от суровой зимы к весне и более жаркому лету, с резкими повышениями температуры воздуха в отдельные дни, с меньшей относительной влажностью воздуха весной и меньшим выпадением осадков в теплое полугодие заметно выделяется быстрым распространением пожаров на большие площади и более высокой общей горимостью лесов, чем европейская часть СССР с умеренным континентальным климатом, находящаяся под влиянием Атлантики и влажных западных ветров.

2. Общим правилом можно считать, что снижение температуры воздуха с увеличением широты снижает пожарную опасность в лесах.

Собранный материал о сроках пожароопасных сезонов для всего Советского Союза подтвердил правильность пожароопасных поясов И. С. Мелехова (1946) для европейской части СССР. На основании изучения сроков наступления и окончания пожароопасных сезонов была составлена карта с указанием сроков и продолжительности пожароопасных поясов Советского Союза<sup>1</sup>.

По более поздним данным (1955—1959 гг.) автором составлена схематическая карта с изолиниями для сроков начала возникновения пожароопасных сезонов: 1/IV, 15/IV, 1/V, 15/V, 1/VI. Эта карта (рис. 1) наглядно показывает сроки возникновения пожароопасных сезонов и позволяет в зависимости от них более оперативно руководить охраной лесов от пожаров, особенно авиационными средствами.

На рис. 2 графически представлена зависимость сроков и продолжительности пожароопасных сезонов от широты. Как видим, пожароопасные сезоны в более южных широтах

---

<sup>1</sup> Бюллетень № 6 ЛенНИИЛХ, 1958 и журн. «Лесное хозяйство» 1961, № 8.

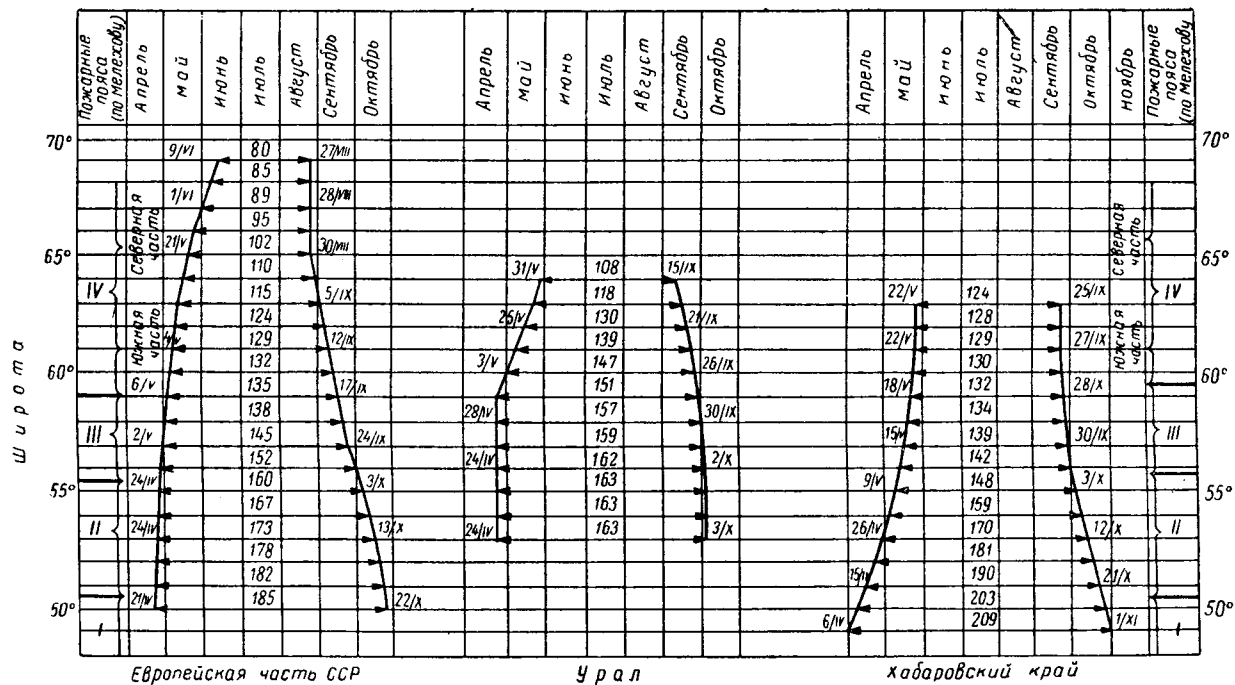


Рис. 2 Зависимость продолжительности пожароопасных сезонов от географической широты

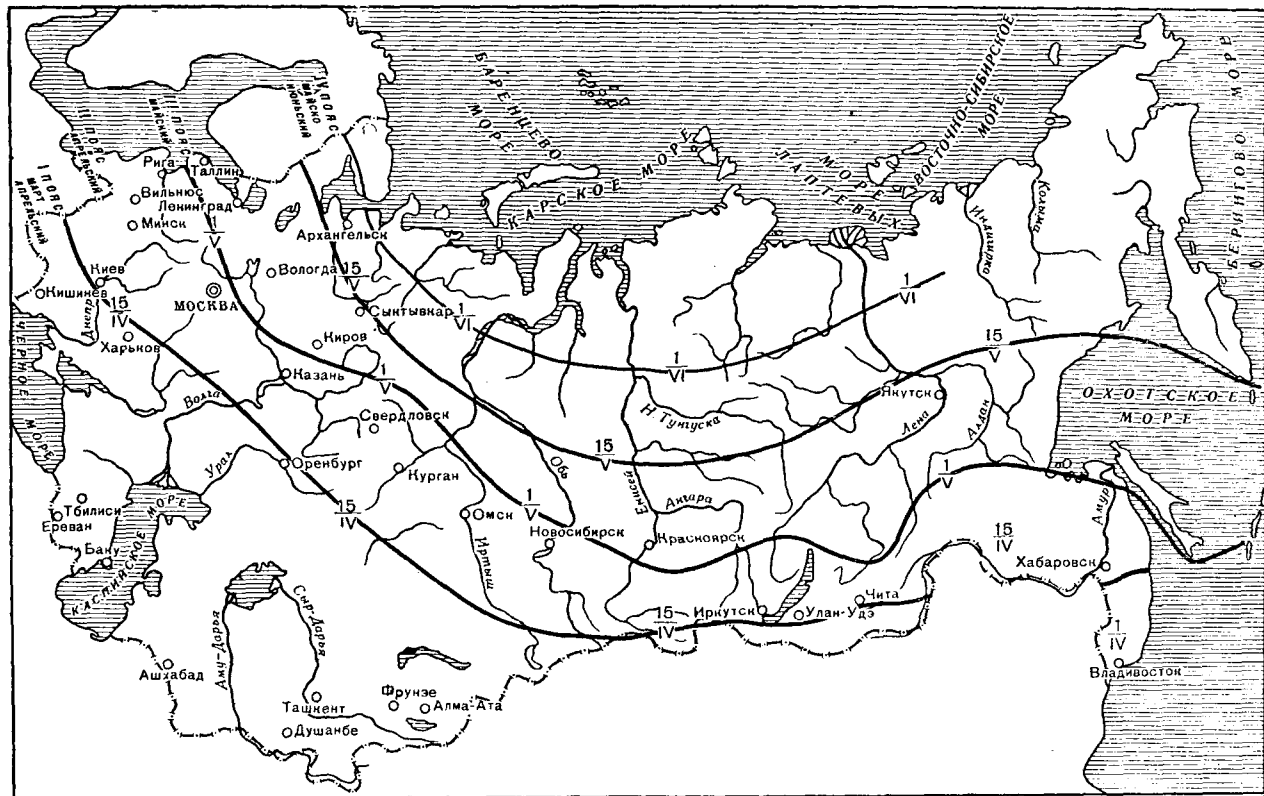


Рис. 1. Сроки наступления пожароопасных сезонов (по данным баз авиаохраны за 1955—1959 гг.)

продолжительнее, чем в северных. Следует отметить, что дисперсия сроков окончания сезонов во всех трех графиках была значительна и достигала 30 дней.

Продолжительность и сроки пожароопасных сезонов в различных климатических областях имеют некоторые различия. Например, сроки наступления пожароопасных сезонов на 53° с. ш. в европейской части СССР, на Урале и в Хабаровском крае оказались почти одинаковыми, 24—26 апреля, но окончание пожароопасных сезонов на Урале на 9—10 дней было раньше, чем в европейской части СССР и Хабаровском крае, что объясняется, видимо, более высокой континентальностью климата Южного Урала. Климатические пожароопасные пояса важны не только в научном отношении, но они обосновывают и облегчают планирование сроков и продолжительность проведения охраны лесов от пожаров во всем Советском Союзе; совместно с некоторыми экономическими особенностями районов они позволили Центральной авиабазе разработать плано-предупредительное маневрирование парашютно-пожарными и авиадесантными силами, сосредоточивая их в решающий момент в решающем месте.

3. Распределение осадков за теплое полугодие на территории СССР отразилось по собранному материалу более слабой горимостью в европейской части СССР, где выпадает большое количество осадков (400—500 мм) и более высокой горимостью в Забайкалье, Иркутской обл. и Якутской АССР, где осадков выпадает небольшое количество (150—300 мм).

4. Годовой ход распределения относительной влажности воздуха по А. А. Борисову (1959) почти во всей лесной зоне имеет основной минимум (45—50%) в мае и менее значительный — в сентябре, что способствует распространению весенних и осенних пожаров.

**Распределение числа пожаров по месяцам в процентах**

Лесопожарные районы	Месяцы						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Алтайский край, 1946 г. . . .	7	64	4	5	7	10	3
Иркутская обл., 1953 г. . . .	7	31	17	12	8	25	—
Тувинская АССР (1948—1949 гг.) . . . . .	20	26	8	3	5	16	22

5. Роль ветра выражается в усилении горения, а также в механической переброске искр и угольков на значительные расстояния.

Ветер является одним из наиболее опасных климатообразующих факторов, оказывающих огромное влияние на легкость возникновения лесных пожаров, быстроту их распространения,

разрастание пожара до размеров верховых и ураганных, превращающихся иногда в стихийные бедствия.

В зависимости от силы ветра и растительного покрова сильно меняются огнезадерживающие свойства защитных полос. Проведенные в 1957 г. в ЛенНИИЛХ исследования показали, что на открытых захламленных вырубках ельников-зеленомошников при ветре до 5 м/сек ширина защитной канавы, гарантирующая в значительной степени задержание огня (с вероятностью 0,86), должна быть не менее 9 м. 3-метровые защитные канавы на открытых вырубках гарантируют задержание огня с вероятностью только 0,44.

При исследовании наблюдались случаи переброса угольков по ветру на расстояние до 40 м с образованием очагов пожаров. Вероятность задержания огня теми же канавами, но в лесу, в безветренной обстановке, была выше.

Существующие дорогостоящие 25—35-метровые просеки-разрывы плохо задерживают верховые пожары при сильном ветре: на один задержанный верховой пожар пришлось около 350 км просек-разрывов. Поэтому более целесообразно прокладывать пожарные разрывы путем расширения существующих в лесах дорог и троп, улучшая их транспортные качества и огнезадерживающие свойства.

### **Зависимость горимости лесов от географии растительного покрова**

Число пожаров, возникающих на Русской равнине в таежных (бореальных) темнохвойных лесах, оказалось в 2—3 раза меньше числа пожаров, возникающих на Русской равнине в лесах с господством сосны.

По нашим материалам можно установить, что число возникающих пожаров и горимость лесов часто больше зависят от экономических условий, чем от лесорастительных. Например, в северотаежных лиственничных лесах Верхояно-Колымской горной страны из-за безлюдности ее число возникающих пожаров такое же небольшое, как и в северотаежных темнохвойных лесах Русской равнины, расположенных на одной широте с ними; или в среднетаежных сосновых лесах Западной Сибири и Якутии число возникающих пожаров оказалось меньше, чем на той же широте в среднетаежных темнохвойных лесах Русской равнины и прижелезнодорожной части Западной Сибири, что объясняется также различием экономических условий.

### **Влияние экономических условий на горимость лесов и способы борьбы с лесными пожарами**

Экономические условия сильно отражаются на количестве возникающих пожаров, средних их площадях и общей горимости лесов. Промышленное развитие областей, краев и

республик с увеличением плотности населения и ростом дорожного строительства повышает пожарную опасность в лесах и при плохой организации охраны увеличивает их горимость.

Общий характер влияния экономических условий на горимость лесов выражается в следующем:

1. При существующем пока еще слабом техническом развитии наземной охраны лесов успешность борьбы с лесными пожарами зависит от количества лесной охраны. Это количество может быть выраже-

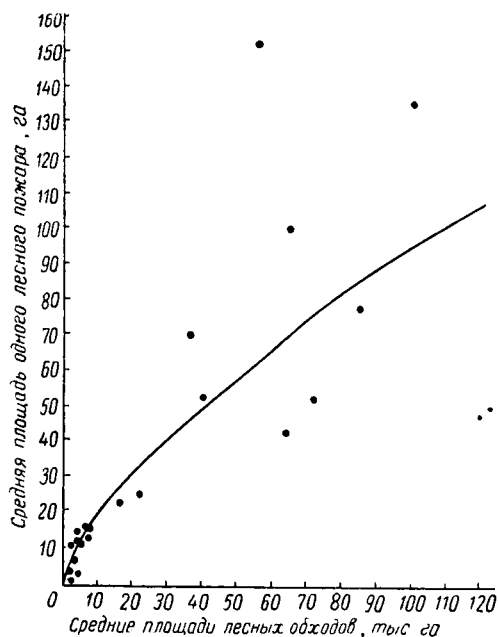


Рис. 3. Зависимость средней площади лесных пожаров от величины лесных обходов

но средними площадями лесных обходов. Средняя площадь лесных обходов увеличивается по мере продвижения от центральных районов европейской части СССР на север и восток. Как правило, чем она меньше, тем меньше горимость лесов. Например, в центральных, западных и южных районах европейской части СССР, где величина обходов около 1 тыс. га, средние площади пожаров не превышают 1—4 га, а горимость остается умеренной или малой. Дальше на восток и север, где величина лесного обхода 5 тыс. га и более, где ослабевает охрана лесов, горимость их возрастает до высокой и даже чрезвычайно высокой.

Однако эта закономерность нередко нарушается другими факторами. Например, на Кольском полуострове, где средняя площадь лесного обхода более 600 тыс. га, горимость умеренная—0,08% из-за неблагоприятных климатических условий Арктической зоны.

Количество лесной охраны сказывается на снижении горимости лесов только для лесных обходов, не превышающих 10—20 тыс. га (рис. 3). При дальнейшем увеличении площадей лесных обходов и недостатке дорог роль наземной охраны становится почти незаметной.

2. Большое число пожаров возникает от лесозаготовок. Так, например, в лесах Кировской обл. возникло в 50-х годах из-за



нарушений правил пожарной безопасности лесозаготовителями около 30% пожаров. Вместе с пожарами, возникавшими от искр паровозов на лесовозных узкоколейных дорогах, а также пожарами, возникавшими на вырубках, общее число пожаров от лесозаготовок достигало 45%.

В Тюменской обл. в иные годы лесов сгорает в 1,5 раза больше, чем их вырубает (Мелехов, 1964).

3. Следует признать, что организация наземной охраны лесов в СССР сильно отстает от бурно развившихся лесозаготовок, значительно увеличивших пожарную опасность в лесах.

Малочисленность лесной охраны, недостаток лесных кордонов, пожарных наблюдательных вышек, пожарно-химических станций еще остро ощущается в совнархозах Сибири. Например, обеспеченность Красноярского края, Бурятской, Тувинской и Якутской АССР в строительстве лесных кордонов в конце 50-х годов колебалась от 8 до 32%, пожарные наблюдательные вышки часто совсем отсутствовали.

4. Число возникающих пожаров в большой мере зависит от плотности населения и развития дорог в лесах. Так, наименьшее число пожаров (1—10) возникает в малонаселенных и бездорожных северотаежных лесах европейской части СССР и Сибири. Однако это объясняется не только экономическими особенностями Севера, но и климатическими условиями.

Наибольшее число пожаров возникает в районах с более плотным населением и сильным развитием дорог в лесах — в южных широтах.

Большим числом возникающих лесных пожаров характеризовались в 50-х годах ленточные боры Алтайского края, Средний и Южный Урал, юг Тюменской области, Белорусская ССР.

Увеличение числа пожаров при высокой населенности и густой сети дорог в лесах наблюдается в Западной Европе и в средиземноморских странах, имеющих 70 лесных пожаров на 1 млн. га за сезон.

5. Средние площади лесных пожаров увеличиваются в европейской части СССР в северо-восточном направлении. Наименьшие площади пожаров (1—4 га) наблюдаются в центральной, западной и южной ее частях, в районах с наибольшей густотой дорожной сети, наибольшим числом лесной охраны, с более организованными способами обнаружения и тушения пожаров.

В Западной Сибири средние площади лесных пожаров значительно выше, чем в европейской части СССР, изменяясь в больших пределах. Наибольших размеров в Западной Сибири пожары достигают по Оби в Тюменской и Томской обл., где дорожная сеть редкая, величина лесных обходов выражается десятками тысяч гектаров, а авиационная охрана работает в крайне трудных условиях.

В Восточной Сибири средние площади лесных пожаров еще больше увеличиваются. В 50-х годах они достигали по Лене и Вилюю 250—800 га. Но на севере Якутской АССР, по данным Верхоянского лесхоза, они значительно меньше по площади, в среднем около 38 га, что, видимо, связано с климатическими условиями, а также трудностями учета размеров пожаров.

6. Горимость лесов в европейской части СССР увеличивается к востоку до Урала по мере снижения плотности населения, густоты дорог и степени организации лесного хозяйства. Богатый полезными ископаемыми Средний и Южный Урал, насыщенный промышленными предприятиями, имеет плотность населения до 50 человек на 1 км<sup>2</sup> и частую сеть железных, шоссейных и грунтовых дорог, но организация охраны леса там еще слабая, отчего горимость лесов часто бывает высокой.

В Западной Сибири, в IV пожароопасном поясе, в северотаежных лесах при весьма слабой населенности (0,2 человека на 1 км<sup>2</sup>), где население сосредоточено главным образом по рекам при почти полном отсутствии дорог, горимость слабая (0,01%). По мере увеличения плотности населения в средне-таежных лесах горимость увеличивается и переходит в умеренную (0,03—0,06%). В III пожароопасном поясе горимость становится высокой (0,164—0,28%).

В Восточной Сибири горимость темнохвойных горных лесов преимущественно умеренная (0,013—0,06%), но бывает и высокая (0,160), горимость лесов с господством сосны высокая (0,1—0,5%); горимость лесов с господством лиственницы в северотаежных лесах малая (0,002), но в средне- и южнотаежных лесах обычно высокая (0,2—0,4%).

Особенности экономики Восточной Сибири сильно сказываются на трудностях работ по охране лесов. Малонаселенность (0,16—2,4 чел. на 1 км<sup>2</sup>), весьма слабое развитие дорог в лесах создает чрезвычайно трудные условия борьбы с пожарами, что обуславливает высокую горимость лесов Восточной Сибири. Здесь единственно эффективными средствами тушения лесных пожаров пока могут быть только сильные авиационные подразделения.

Горимость темнохвойных лесов Дальнего Востока, багульниковых и травяно-болотных лесов с господством лиственницы Приамурья чрезвычайно высокая.

7. Развитие сети дорог в лесах дает возможность использовать более простой и дешевый наземный способ охраны лесов от пожаров, а также оказывает огромное влияние на выбор способов тушения лесных пожаров.

Если в охраняемом лесном районе имеется достаточно густая сеть хороших дорог, то следует пользоваться более простыми и дешевыми наземными пожарными командами на автотранспорте. Если же на обширных лесных пространствах

недостаточно частая сеть дорог, то приходится использовать авиационную охрану с парашютно-пожарной службой или вертолетами, хотя она значительно более сложна и дорога.

8. Исследования зависимости качества охраны лесов от густоты дорожной сети указывают, что наземная охрана может успешно справляться с тушением лесных пожаров при густоте дорог не меньше 4—5 км на 1 тыс. га, при величине лесного обхода до 5 тыс. га, достаточном количестве автомашин и тракторов с почвообрабатывающими орудиями и при быстром обнаружении пожаров с пожарных наблюдательных вышек.

9. Многие лесхозы еще не имеют достаточного количества автомашин и пожарных наблюдательных пунктов, хотя густота дорожной сети у них значительная.

Так, ежегодно затрачиваются средства на авиационное патрулирование лесов с применением парашютно-пожарной службы и вертолетов в густонаселенных районах с густой сетью дорог, а снабжение их автомашинами и строительство пожарных наблюдательных мачт задерживается. Средства, затрачиваемые ежегодно на авиаохрану лесов, примыкающих к Ленинграду, Москве, Свердловску, Новосибирску и другим крупным городам, а также на авиаохрану Казахстана было бы целесообразнее затрачивать на приобретение специального пожарного автотранспорта и на строительство пожарных наблюдательных пунктов с телефонной связью. Дорогую авиационную охрану желательно применять в тех малонаселенных районах, где она является особенно необходимой, единственно возможной.

К таким районам могут быть отнесены: Кольский полуостров, Карельская АССР, Архангельская, Вологодская, частично Ленинградская (только северо-восточная часть области), Коми АССР, Кировская и Пермская обл., Северный Урал, Тюменская, Омская (к северу от железнодорожной магистрали) и Томская обл., горная часть Кемеровской обл., Тувинская АССР и Горно-Алтайская автономная область, Красноярский край с Хакасской автономной областью, Якутская АССР, Иркутская обл., Бурятская АССР, Читинская обл. и Дальний Восток — приблизительно 80% площади лесов СССР.

10. Совместное рассмотрение вопросов о горимости лесов, густоте дорожной сети и плотности населения позволяет выяснить, в каких районах авиаохрана приносит большую, а в каких меньшую пользу, и наметить ориентировочную границу, начиная с которой наземная охрана уже не может самостоятельно справляться с тушением лесных пожаров (рис. 4).

Проведенную ориентировочную границу авиационной охраны следует понимать условно. В освоенных лесах, примыкающих к административным и промышленным центрам, находящимся севернее указанной границы, все же должны применяться более простые и дешевые наземные способы охраны лесов.



Рис. 4. Южная граница авиационной охраны лесов от пожаров

Опыт показывает, что в южных районах, обладающих более частой дорожной сетью и охраняемых наземным способом, при экономических возможностях иногда бывает целесообразно иметь самолет или вертолет для быстрой разведки удаленных пожаров, едва заметных с вышек.

Существующая в настоящее время граница авиаохраны в большинстве случаев расположена целесообразно, так как при отсутствии надлежащего наземного обнаружения пожаров с наблюдательных пунктов, отсутствия достаточного количества автомашин у наземной лесной охраны авиаохрана за сравнительно доступную стоимость (1,8 коп. за 1 га) обеспечивает охрану от пожаров особенно ценных лесов.

Пока обнаружение лесных пожаров наземными средствами в южной полосе организовано слабо, а лесная служба снабжена автотранспортом еще недостаточно, прекращение авиаохраны недопустимо. Однако переход в этой полосе на наземную охрану в скорейшее время является весьма целесообразным, так как южная сторона территории авиаохраны (заштрихованная) имеет: значительную густоту дорожной сети (под Москвой, Ленинградом и Новосибирском 10—25 км на 1 тыс. га, в Татарской АССР, Свердловской, Курганской и Омской обл. 4—8 км на 1 тыс. га); обладает значительной плотностью населения вместе с городским населением в Московской и Ленинградской обл. соответственно 220 и 54 чел. на 1 км<sup>2</sup>, в Татарской АССР 42 чел. на 1 км<sup>2</sup>, в Новосибирской, Омской и Курганской обл. 12—13 чел. на 1 км<sup>2</sup>; характеризуется небольшими площадями лесных обходов (в европейской части СССР 0,7—2,8 тыс. га, а в Западной Сибири 2,2—6,3 тыс. га).

В южной полосе необходимо повсеместно развитие строительства пожарных наблюдательных мачт, снабжение наземной охраны автотранспортом для организации более целесообразной в этих районах наземной охраны лесов от пожаров.

## ЛИТЕРАТУРА

Борисов А. А. Климаты СССР. М, Учпедгиз, 1959.

Мелехов И. С. О теоретических основах лесной пирологии. Архангельск, 1944.

Мелехов И. С. Сезоны лесных пожаров и построение географической схемы лесопожарных поясов. Сборник научно-исследовательских работ Архангельского лесотехнического института. Архангельск, 1946, вып. VIII.

Мелехов И. С. Природа леса и лесные пожары. Архангельск, 1947.

Мелехов И. С. Состояние охраны лесов от пожаров и пути ее улучшения. «Лесное хозяйство», 1964, № 4.

Мокеев Г. А. К вопросу о планировании противопожарных мероприятий в лесах СССР. «Вестник сельскохозяйственной науки», 1958, № 5.

Мокеев Г. А. Пожароопасные пояса и время наиболее сильного развития лесных пожаров. «Лесное хозяйство», 1961, № 8.

## **МЕТОД УСТАНОВЛЕНИЯ СВЯЗИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ С ХАРАКТЕРОМ БАРИЧЕСКОГО ПОЛЯ**

Развитие охраны лесов от пожаров на обширных площадях Севера, Сибири и Дальнего Востока и ее совершенствование требуют дальнейшей разработки метода прогноза возникновения пожаров и разработки метода прогноза поведения действующих лесных пожаров.

Используемые в практике шкалы пожарной опасности не предназначены для предсказания погоды, а служат для оперативной работы в день измерения. Связь синоптических процессов со шкалами пожарной опасности почти не изучена, лишь немногие работы касаются связи синоптических процессов с возникновением и развитием лесных пожаров.

М. В. Гриценко (1952) установила, что высокая горимость леса на европейской территории Союза ССР обуславливается пятью типами систем высокого давления. К сожалению, успешно начатые работы не были продолжены с целью внесения поправок на местные условия возникновения и распространения пожаров. Такие исследования необходимы для районов Сибири и Дальнего Востока, где рельеф и растительные условия резко отличаются от европейской территории Союза.

Е. А. Никитина (1963) попыталась установить повторяемость лесных пожаров для европейской территории СССР и двух районов Западной Сибири в зависимости от характера барического поля. По ее данным, при антициклоническом характере барического поля среднее месячное число пожаров примерно в 2 раза выше среднего месячного многолетнего числа пожаров, при циклоническом характере в 3—5 раз ниже этого среднего и при различных видах переноса (западный, юго-западный северо-западный и восточный) близко к среднему месячному многолетнему числу пожаров.

Существенным недостатком методики Е. А. Никитиной является оперирование среднемесячными данными. Хотя тенденция большей повторяемости лесных пожаров при антициклоническом (25—45%) и меньшей повторяемости при циклоническом (0—7%) характере барического поля выражена достаточно отчетливо, настораживает факт отнесения значи-

тельного числа пожаров (40—70%) к различным видам высотной фронтальной зоны — поверхности раздела между высотными депрессиями и системами высокого давления. Для Западной Сибири, где использован наибольший статистический материал (около 12000 пожаров) получилось, что 60—70% пожаров возникло при западном, юго-западном и северо-западном переносе. В этом сказались, очевидно, физико-географические условия Западной Сибири и ряд других причин возникновения пожаров (характер источников огня). Кроме того, пожары могли возникнуть в короткий промежуток времени, характеризовавшийся антициклонической деятельностью, в то время как по числу дней преобладали дни с каким-либо переносом. Усреднение несколько исказило истинные условия возникновения пожаров.

Ряд зарубежных метеорологов и исследователей США, Австралии и Канады последние 10 лет уделяют значительное внимание связи поведения пожаров с процессами в атмосфере. Исследования в этом плане за границей продолжаются, о чем можно судить по статье Роднея (Е. А. Rodney, 1964). В дополнение к существующей передвижной метеостанции (на базе автомашины) была создана переносная станция, которую можно доставлять к глубинному пожару на вертолете или вывучным транспортом для составления синоптической карты на месте пожара (Graham H. E., 1964).

На основании идей М. В. Гриценко, Е. А. Никитиной и ряда зарубежных метеорологов мы можем представить следующий процесс создания пожароопасных ситуаций в конкретных условиях какого-либо района.

При установлении над районом системы высокого давления на высоте (прослеживаемой по картам высотной атмосферной топографии) у земли также наблюдается антициклоническая деятельность, в летний период образуется теплая сухая воздушная масса. В этот период происходит вспышка лесных пожаров.

При установлении над районом высотной депрессии в нижних слоях атмосферы наблюдается циклоническая деятельность, сопровождающаяся частыми и обильными осадками, ведущими к прекращению горимости.

Промежуточным между антициклоническим и циклоническим является такой характер барического поля, когда над районом устанавливается высотная фронтальная зона — раздел между постоянным источником тепла, находящимся в низких широтах, и постоянным источником холода у полюсов Земли. В этой фронтальной зоне происходит перемещение воздушных масс — теплых с юга на север и холодных с севера на юг. Направление переноса может быть различным, но во фронтальных зонах преобладает юго-западный, западный и

северо-западный, что объясняется циркуляцией воздушных масс с запада на восток в связи с вращением Земли в том же направлении.

Лесные пожары могут возникать и возникают при установлении фронтальной зоны на высоте. При этом следует предположить, что если демаркационная линия проходит севернее района, и район, находясь во фронтальной зоне, испытывает влияние систем высокого давления (антициклона, гребня), лесные пожары будут возникать чаще и действовать опаснее, чем в тех случаях, когда, находясь во фронтальной зоне, район испытывает влияние депрессии (циклона, ложбины).

Целью нашего исследования была проверка связи возникновения и распространения пожаров с различным характером барического поля над определенным районом. Если такая связь будет выявлена, предполагается использовать ее в разработке метода расчета охраны лесов от пожаров.

Исходными материалами служили:

сведения о 269 лесных пожарах в Богучанском оперативном отделении, взятые из «Журналов регистрации пожаров», «Ведомости учета лесных пожаров» (форма 11) и «Карточки учета работы оперативного отделения» (форма 9) за пять пожароопасных сезонов (1956—1960 гг.);

сведения об осадках, температуре и дефиците в 13 ч, взятые из формы ТМ-1 за май—август 1956—1960 гг.;

характеристики барического поля, сделанные на основе «Ежедневного синоптического бюллетеня» за эти же сроки.

Богучанское оперативное отделение Красноярского края наиболее сильно подвержено пожарам. Поскольку в анализируемые пожароопасные сезоны борьба с лесными пожарами проводилась слабо (сообщение о локализации и ликвидации 80% пожаров совпадает с выпадением осадков), мы имеем возможность проследить поведение пожаров в зависимости от изменений погоды.

Обработка первичных материалов проводилась следующим образом.

На миллиметровой бумаге наносили подряд даты пожароопасных сезонов с 15 мая по 31 августа включительно (109 дней). Для каждого дня периода условными обозначениями указывали характеристику барического поля по средним картам высотной атмосферной топографии АТ<sub>500</sub> приземной погоды, количество и характер выпавших осадков, температуру и дефицит воздуха в 13 ч, а также состояние пожара (табл. 1).

Индексы после обозначений барических систем означают, в какой части по отношению к центру барической системы находился район (север, юг и т. д.).

Сплошной черточкой обозначен период, когда пожар действовал, прерывистой — период, когда пожар был локализован,




Таблица 1

Пример обработки исходного материала, июль 1956 г.

Даты	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Высотная атмосфер- ная топо- графия	ложН	Ню	ложН	Ню	грВ	Вюв	грВ	цВ	грВ	грВ	грВ	Вфз	ложН	ложН	цН	ложН	цН	нВ
Приземная погода	ТФ	Ню	ФОк	см. зн.	ХФ	ХФ	ХФ	Вв	цВ	разВ	Вс	разВ	цН	разН	цН	ХФ	ХФ	цН
Осадки	11,0		4,7					0,2 <sup>Δ</sup>	1,0 <sup>Δ</sup>	7,0 <sup>Δ</sup>		0,6	1,1	6,0	6,1	4,3	0,5	0,5
$t_{13}$	12	19	21	23	28	26	29	31	29	28	29	31	28	22	20	21	24	25
$d_{13}$	2	11	14	15	24	17	27	30	23	19	28	31	26	7	6	7	11	14
Характери- стика пожаров								№ 28	2	30								
								№ 29	1,5		30	40				80		
								№ 30	7	№ 31	2	10	15					
										№ 32	2	5	20	70				

Даты	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Характеристика пожаров										№ 33 2	7	25	100					
										№ 34 1,5	5	7	10					
										№ 35 10	20	30	70			150		
										№ 36	3	30	150		150			
										№ 37	2	10	25					
										№ 38	2	40	70			80		
										№ 39	2	10	30			30		
										№ 40	1,5	7	50			55		
										№ 41	1,5	15				30		
										№ 42	5					25		

Условные обозначения:

Обозначения барических систем: Н — низкое давление; В — высокое давление; ТФ — теплый фронт; ХФ — холодный фронт; ФОк — фронты оклюзии;  — ливневые осадки.

Индексы перед обозначениями барических систем: лож — ложбина; гр — гребень; ц — центр; см. зн. — смена знака; раз — размытое поле давления; пер — перемычка.

но не был закрыт. Номер перед черточкой обозначает порядковый номер пожара по «Журналу регистрации пожаров». Цифра над черточкой означает площадь пожара (в га) в день сообщения о нем.

О ликвидации трех пожаров (№ 28, 30 и 31) сообщалось до 15 июля. 15 июля сообщалось о ликвидации еще четырех пожаров (№ 32, 33, 34 и 37) и локализации пяти пожаров (№ 35, 36, 38, 39, 40).

Три пожара (№ 29, 41 и 42) 15 июля осмотрены не были, и о их ликвидации сообщено 18 июля, вместе с сообщением о ликвидации оставшихся пяти пожаров. 16 и 17 июля осмотра пожаров не производилось.

После того как подобным образом были охарактеризованы все пять сезонов и разнесены все 269 пожаров, сезоны делили на периоды по характеру барического поля с пожарной оценкой каждого периода по числу возникших пожаров и выгоревшей площади. При этом учитывалась выгоревшая площадь не только тех пожаров, которые возникли в данный период, но и тех, которые возникли в предшествующий период и продолжали действовать в следующем.

В нашем примере (табл. 1) период 3—5 июля охарактеризован как период с циклоническим характером барического поля; с 6 по 14 июля характер барического поля под влиянием гребня высокого давления был антициклонический, а с 15 июля опять над районом установилась высотная депрессия.

3—5 июля пожаров не наблюдалось. За период 6—14 июля возникло 15 пожаров (№ 28—42), охвативших площадь 857 га. Известно, что из этой площади до 15 июля выгорело 687 га. Можем предполагать, что площадь 75 га у трех пожаров (№ 29, 41 и 42), которые 15 июля не осматривались, тоже выгорела до 15 июля. Таким образом, 762 га выгорело с 6 по 14 июля и 85 га (у пожаров № 35, 38 и 40) — позднее, хотя еще остается некоторое сомнение, что пожары с 15 июля не увеличивали свою площадь, а летнаб уточнил ее при закрытии пожара.

Разделение пожароопасных сезонов по характеру барического поля приведено в табл. 2. Условными обозначениями показан характер барического поля.

Объединение периодов со сходной характеристикой барического поля приведено в табл. 3.

Как видно из табл. 3, при циклоническом характере барического поля число возникших пожаров составляет всего 2%, а выгоревшая площадь приходится в основном на пожары, возникшие в предшествующие периоды. Поскольку при циклонической деятельности выпадают частые и обильные осадки, с наступлением ее большая часть пожаров ликвидируется осадками, а остальные локализуются. Роль осадков при

Распределение пожароопасных сезонов по характеру барического поля и фактической горимости

Пожарная характеристика года	1956 г.												
	15/V—27/V	28/V—12/VI	13/VI—26/VI	27/VI—2/VII	3/VII—5/VII	6/VII—14/VII	15/VII—31/VII	1/VIII—25/VIII	26/VIII—31/VIII	Итого			
Характеристика барического поля . .	ФЗсз	гpB	Н	ФЗсз	Н	гpB	Н	ФЗн	Н				
Число возникших пожаров . . . . .		21		6		15				42			
Выгоревшая площадь, тыс. га . . . . .		12,2		0,03		0,8	0,1			13,1			
1957 г.													
Характеристика барического поля . .	15/V—23/V	24/V—28/V	29/V—2/VI	3/VI—9/VI	10/VI—16/VI	17/VI—25/VI	26/VI—27/VI	28/VI—15/VII	16/VII—18/VII	19/VII—1/VIII	2/VIII—7/VIII	8/VIII—31/VIII	Итого
	ФЗсз	ФЗз	ФЗсз	гpB	ФЗсз	ФЗюз	ФЗн	перB	ФЗн	перB	ФЗюз	Н	
Число возникших пожаров . . . . .		9		13	1	2		17	1	15	3		61
Выгоревшая площадь, тыс. га . . . . .		0,05		2,6	0,2	0,4		8,5	0,1	3,9	0,2	0,05	16,0

Пожарная характеристика года	1958 г.										
	15/V—29/V	30/V—4/V I	5/V I—23/V I	24/V I—30/V I	1/V II—17/V II	18/V II—20/V II	21/V II—27/V II	28/V II— 2/V III	3/V III— 24/V III	28/V III— 31/V III	Итого
Характеристика барического поля . .	ФЗюз	ФЗн	цВ	Н	грВ	ФЗн	ФЗз	ФЗсз	ФЗюз	ФЗн	
Число возникших пожаров . . . . .	21		27		12		1		21		82
Выгоревшая площадь, тыс. га . . . . .	7,6	0,2	40,8	0,1	23,2	0,1	2,2		7,0	0,2	81,4

1959 г.

Пожарная характеристика года	15/V—30/V	31/V—1/V I	2/V I—9/V I	10/V I—14/V I	15/V I—18/V I	19/V I—21/V I	22/V I—5/V II	6/V II—14/V II	15/V II—22/V II	23/V II—27/V II	28/V II—31/V II	Итого
	ФЗз	ФЗн	грВ	Н	ФЗз	ФЗн	цВ	Н	ФЗюз	ФЗн	Н	
Характеристика барического поля . .	ФЗз	ФЗн	грВ	Н	ФЗз	ФЗн	цВ	Н	ФЗюз	ФЗн	Н	
Число возникших пожаров . . . . .	10		15		3		20		9		6	63
Выгоревшая площадь, тыс. га . . . . .	0,04		0,2		0,2	0,03	11,7	0,2	2,5	0,3	0,02	15,2

Пожарная характеристика года	1960 г.									
	15/V—25/V	26/V—3/VI	4/VI—18/VI	19/VI—24/VI	25/VI—15/VII	16/VII—22/VII	23/VII—18/VIII	19/VIII—24/VIII	25/VIII—31/VIII	Итого
Характеристика барического поля . . .	ФЗюз	ФЗсз	Н	ФЗсз	Н	грВ	Н	ФЗз	Н	
Число возникших пожаров . . . . .	10	1		4		5		1		21
Выгоревшая площадь, тыс. га . . . . .	1,6	1,4	0,2	0,01		0,04		0,005		3,3

## Условные обозначения:

Н — циклонический под влиянием высотной депрессии;

ФЗн — циклонический во фронтальной зоне под влиянием высотной депрессии;

ФЗсз	}	— фронтальный во фронтальной зоне с преобладанием северо-западного, западного и юго-западного переноса;
ФЗз		
ФЗюз		

грВ — антициклонический под влиянием гребня высокого давления;

перВ — антициклонический с размытым полем давления без выраженных очагов высокого давления (перемычка высокого давления);

цВ — антициклонический с отчетливым очагом высокого давления (центр высокого давления).

**Зависимость пожарных характеристик от характера  
барического поля**

Пожарная характеристика	Характер барического поля								
	циклонический		фронтальный			анти-циклонический			итого
	высотная депрессия	фронтальная зона под влиянием высотной депрессии	северо-западный перенос	западный перенос	юго-западный перенос	гребень высокого давления	перемычка высокого давления	центр (очаг) высокого давления	
Число дней по периодам, % . . . . .	$\frac{184}{34}$	$\frac{62}{11}$	$\frac{60}{11}$	$\frac{38}{7}$	$\frac{71}{13}$	$\frac{64}{12}$	$\frac{33}{6}$	$\frac{33}{6}$	$\frac{545}{100}$
Число возникших пожаров, % . . . . .	$\frac{6}{2}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{12}{4}$	$\frac{24}{9}$	$\frac{66}{25}$	$\frac{81}{30}$	$\frac{32}{12}$	$\frac{47}{18}$	$\frac{269}{100}$
Выгоревшая площадь в тыс. га, % . . . . .	$\frac{0,6}{0}$	$\frac{0,9}{1}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{2,7}{2}$	$\frac{19,3}{15}$	$\frac{39,0}{30}$	$\frac{12,4}{10}$	$\frac{52,5}{40}$	$\frac{129,0}{100}$
Среднее число дней в сезон . . . . .	37	12	12	8	14	13	6	7	109
Среднее число пожаров, возникших в один день . . . . .	0,03	0,01	0,2	0,6	0,9	1,3	1,0	1,4	
Средняя площадь, выгоревшая в день, га	3	13	28	69	270	590	380	1600	
Степень пожарной опасности . . . . .	Отсутствует		Слабая			Средняя		Сильная	

тушении пожаров зависит от продолжительности циклонической деятельности и горимости в предшествующие периоды. Из 155 пожаров, действовавших к моменту наступления циклонической деятельности, был с наступлением циклонической деятельности ликвидирован 141 (90%) пожар, а 14 (10%) пожаров было частично локализовано, но разгорелось вновь с изменением погоды.

Отсюда следует, что циклонический характер барического поля при установлении высотной депрессии или фронтальной

зоны, находящейся под влиянием высотной депрессии, приводит к прекращению действия пожаров и появлению новых.

При северо-западном и западном переносе пожары возникают, но не достигают значительной силы. Это объясняется влиянием частого прохождения фронтов, несущих осадки. Хотя частота выпадения осадков и их количество в данных случаях ниже, чем при циклоническом характере поля давления, они заметно сказываются на горимости. Пожароопасность при этих условиях мы можем считать слабой.

Суммарная пожароопасность при юго-западном переносе, установлении гребней и перемишек высокого давления достаточно велика. На эти периоды падает 67% всех случаев пожаров и 55% выгоревшей площади. Вместе с тем различия между каждым из этих периодов не очень велики, что объясняется некоторой условностью выделения таких характеристик, как гребень, перемишка и размытое поле давления. В некоторых случаях установить преобладающий за период характер поля давления и сделать выбор между юго-западным переносом и гребнем высокого давления было трудно.

Разделяя условно эти периоды при анализе, мы решили ввиду малого различия их пожарных характеристик объединить их при синтезе. Общим для этих случаев является влияние поля высокого давления без ярко выраженных очагов высокого давления. Такова обычная пожароопасная погода.

Лишь два раза (5/VI—23/VI 1958 г. и 22/VI—5/VII 1959 г.) Богучанское отделение оказалось под влиянием высокого антициклона с мощным очагом тепла. В эти периоды возникло 18% пожаров и выгорело 40% площади. Хотя по числу ежедневно возникающих пожаров они незначительно отличаются от периодов средней пожароопасности, различия в выгоревшей площади существенны.

Объяснить причину выгорания значительных площадей можно большей скоростью распространения пожаров в горючих материалах, сильно высушенных в условиях Богучан. Во вспышке 1958 г. в течение 11 дней дневные температуры превышали 25°C, а 14 и 15 июня достигли 33°C при дефиците 40 и 43 ммбар. Во вспышке 1959 г. температура выше 30°C удерживалась 9 дней подряд (с 26 июня по 5 июля), при этом дефицит превышал 30 ммбар. Такой засушливости не наблюдалось в другие периоды.

Кроме высоких температур, объясняющихся мощностью очага тепла, поражает длительность пожарной вспышки. В период с 5 по 23 июня 1958 г. пожары начались 9 июня, на пятый день установления высокого давления, и действовали до 24 июня. 6 из 27 возникших пожаров были ликвидированы пожарной охраной, 17 потушены дождями 24—30 июня в период установления высотной депрессии, а 4 вновь разгорелись



в июле и были окончательно потушены осадками только 18—20 июля. Подобным образом в период с 22 июня по 5 июля 1959 г. пожары начались 25 июня, на четвертый день установления высокого давления. Из 20 пожаров 5 были потушены пожарной охраной, 13 — осадками в период 6—14 июля, 2 возобновились и действовали до 23—27 июля. Продолжительность вспышки составила 15 дней в 1958 г. и 16 дней в 1959 г.

Большая продолжительность и сила вспышек, объясняющаяся мощностью антициклона, заставляет нас характеризовать высотный малоподвижный антициклон с ярко выраженным очагом тепла как сильно пожароопасный.

Таблица 4

**Шкала оценки пожароопасности в зависимости от характеристики барического поля для Богучанского района**

Пожаро-опасность	Характер барического поля над районом	Коэффициент пожароопасности на каждый день
Отсутствует	Циклонический. Высотная депрессия или высотная фронтальная зона под влиянием депрессии. У земли частое прохождение циклонов	0
Слабая	Фронтальная зона. Северо-западный и западный перенос. У земли фронтальные явления	0,1
Средняя	Фронтальная зона: юго-западный перенос и влияние гребней высокого давления. Гребни, перемены высокого давления и размытые поля без ярко выраженных ядер и очагов тепла. У земли гребни и низкие антициклоны, размытые поля давления	1,0
Сильная	Антициклонический. Малоподвижный высокий антициклон с ярко выраженным очагом тепла. У земли центр антициклона	5,0

На основании оценок горимости по табл. 3 нами построена шкала оценки пожароопасности в зависимости от характера барического поля (табл. 4). Для классов пожароопасности выведены коэффициенты для оценки каждого дня путем учета соотношений между средними выгоревшими в день площадями. Пожароопасные сезоны 1956—1960 гг. оценены суммой произведений числа дней с различным характером барического поля на коэффициент, соответствующий этому характеру барического поля (табл. 5).

При изучении горимости леса нами был использован синоптический материал. В процессе обработки материала возможны некоторые неточности при установлении характеристик фронтальной зоны. Однако мы надеемся, что общая зависимость пожароопасности от характера барического поля выражена достаточно отчетливо.

Оценка сезонов в зависимости от характера барического поля

Год	Число дней, $n$				Итого $\Sigma K n$
	с отсутствием пожароопасности $K = 0$	с пожароопасностью			
		слабой $K_1 = 0,1$	средней $K_2 = 1$	сильной $K_3 = 5$	
1956	65	19	25	—	26,9
1957	29	26	54	—	56,6
1958	29	13	54	19	150,3
1959	59	20	16	14	88,0
1960	70	20	19		21,0

Мы особо подчеркиваем два полюса пожарной опасности: циклонический характер барического поля, ведущий к прекращению горимости, и антициклонический характер барического поля с ярко выраженными очагами тепла, в которых возникает чрезвычайно опасная вспышка лесных пожаров. Высотные депрессии и высотные антициклоны занимают обширные территории, измеряемые частями материков и материками. Поэтому следует ожидать, что в то время, как на территориях, над которыми образовалась высотная депрессия, горимость практически отсутствует, в другой части страны, над которой установился высотный антициклон, горимость будет высокой. Чем больше и устойчивее высотный антициклон, тем сильнее будет горимость.

Мы пришли к выводу, что для Богучанского района наиболее опасен период, когда в высотном антициклоне развивается мощный очаг тепла. Этот вывод можно распространить на соседние районы Приангарья, находящиеся на той же широте и расположенные севернее.

Переносить этот вывод на южные районы опасно потому, что характер горючих материалов (травяные типы леса, открытые площади) способствует более легкой загораемости до развития травяного покрова. Кроме того, значительное влияние может оказать характер источников огня (сельскохозяйственные палы, выжигание пастбищ и т. п.)

Оценка пожароопасности, установленная для Богучан, не является окончательной и желательно ее уточнить на основании данных за более длительный срок. Для продолжения работ в этом направлении требуется сотрудничество метеорологов и лесоводов.

\* \* \*

В результате проведенной работы подтверждается установленное М. В. Гриценко (1952) принципиальное положение, что горимость леса приурочена к различным системам высокого

давления. Развивая это положение, мы пришли к следующим выводам:

1. Отсутствие горимости при циклоническом характере барического поля, ее нарастание при попадании района во фронтальную зону и вспышки пожаров при установлении различных по мощности систем высокого давления отчетливо выражены на примере Богучанского района (см. табл. 2 и 3).

2. Анализ динамики распространения пожаров доказывает, что установление циклонического характера барического поля даже после очень засушливых периодов ведет к прекращению появления новых пожаров и ликвидации (для Богучан на 90%) пожаров, возникших в предшествующие периоды. Часть пожаров (10% для Богучан) в период циклонической деятельности не увеличивает свои площади, но возобновляется после изменения характера барического поля на фронтальный и антициклонический.

3. Особо опасная пожарная ситуация создается при попадании района в центр очага тепла, создающегося внутри малоподвижного высотного антициклона. Поскольку очаг тепла по отношению ко всему высотному антициклону занимает меньшую площадь, а в некоторых системах высокого давления образуется несколько очагов тепла, создается возможность определить районы с чрезвычайно высокой пожарной опасностью. Создание критических ситуаций в центрах мощных антициклонов по аналогии с Богучанским районом должно быть характерно для территории севернее  $58^{\circ}$  с. ш. и типов горючих материалов, требующих длительного высыхания для своего воспламенения.

Поскольку в характере барического поля находят отражение сложные физические явления — процессы перераспределения энергии в атмосфере, необходима дальнейшая разработка метода установления связи характера барического поля с возникновением и распространением пожаров.

При использовании шкалы пожароопасности, построенной с учетом характера барического поля (табл. 4), возможно прогнозирование начала и прекращения вспышек лесных пожаров на основе общепринятых синоптических методов.

Представляет интерес прогнозирование силы антициклонического процесса и прогнозирование продолжительности и места критических пожарных ситуаций в центрах мощных антициклонов. На таком предсказании может основываться маневрирование силами авиационной охраны.

Установление связи горимости с характером барического поля позволит уточнить местные шкалы пожарной опасности. Особый интерес представляет изучение связи величины и характера осадков с характером барического поля и природной пожарной опасностью в различных условиях.

В перспективе можно использовать эту связь при разработке методов организации пожарной охраны лесов, в том числе методов оценки пожароопасности сезонов, методов установления расчетных скоростей пожаров и методов расчета скорости тушения.

#### ЛИТЕРАТУРА

Гриценко М. В. Синоптические процессы, обуславливающие высокую горимость леса на европейской территории Союза ССР. Труды ЦИП, 1952, М.—Л.

Никитина Е. А. Вероятность возникновения лесных пожаров при различном характере барического поля. Труды ЦИП, 1963, вып. 124, М.—Л.

Франк В. В. Лесные пожары и состояние атмосферы. Сб. «Возникновение лесных пожаров», М., изд-во «Наука», 1964.

Graham H. E. A portable fire-weather forecast unit for use on back-country fires. Fire Control Notes, U. S. Dept. of Agric, July 1964, Vol. 25, N 3.

Rodney E. A. Forest fires and fire weather conditions in the Asheville, N. C., fire weather district — spring season, 1963. Fire Control Notes, U. S. Dept. of Agric., July 1964, Vol. 25, No 3.

## **НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ МЕСТНЫХ ШКАЛ И ЗНАЧЕНИЕ ИХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

### **Определение пожарной опасности в лесу**

Развитие экономики Советского Союза и в частности лесной промышленности и лесного хозяйства приводит к все большему освоению лесов. Следует ожидать, что в связи с этим будет увеличиваться и количество источников огня в районах, где раньше пожары возникали крайне редко. Уже в настоящее время с появлением в лесах различных экспедиций частота возникновения пожаров за сезон на единицу лесной площади в отдаленных районах Сибири не уменьшается, а увеличивается. Если уровень охраны лесов от пожаров не повысится в ближайшие годы, то мы придем не к уменьшению, а к увеличению горимости лесов. Это вызывает необходимость по-новому подойти к разработке всей системы противопожарных мероприятий. Для научного обоснования их необходимо иметь данные о фактической, а также о природной пожарной опасности, возникающей на охраняемой площади при различных условиях погоды. Поэтому решение комплекса вопросов по борьбе с пожарами возможно на основе данных местных шкал лесной пожарной опасности. В свою очередь новые требования, предъявляемые к местным шкалам, вызывают необходимость их дальнейшего усовершенствования.

Мысль о целесообразности применения местных шкал для определения пожарной опасности в лесах с различными лесорастительными и экономическими условиями впервые была высказана акад. И. С. Мелеховым (1939). В настоящее время идея о необходимости применения местных шкал получила всеобщее признание, что нашло свое отражение в Инструкции по охране леса от пожаров 1962 г. Однако до сих пор нет единого мнения по ряду вопросов, связанных с построением и применением местных шкал.

Так, например, нет единого мнения по следующим вопросам:

1. Какая пожарная опасность должна определяться по местным шкалам: природная — как готовность лесной территории к распространению на ней огня, или же фактическая, зависящая от природной готовности к горению и от источников огня?
2. Какой метеорологический показатель должен быть положен в основу при построении местных шкал, чтобы можно было

по его величине судить о наступлении пожарной опасности в лесу?

3. По каким признакам следует выделять районы для построения местных шкал, а также какова должна быть площадь выделяемых районов?

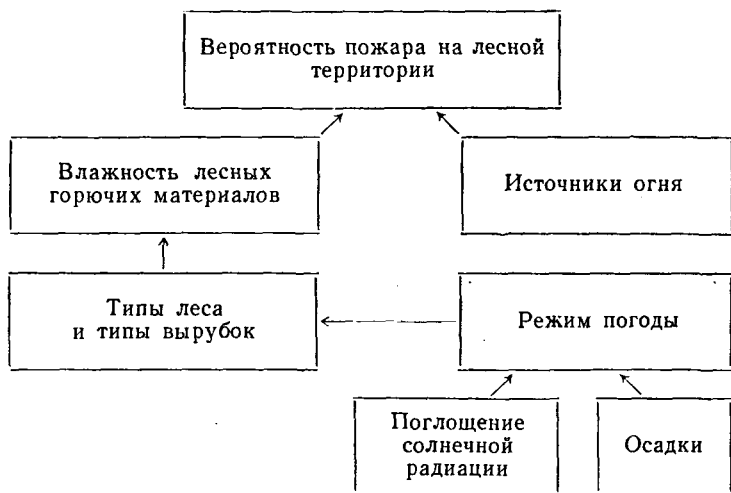
4. По каким признакам следует устанавливать границы классов пожарной опасности?

5. Какова роль местных шкал при разработке системы противопожарных мероприятий?

По этим вопросам в настоящее время определилось, в основном, три различных направления: проф. В. Г. Нестерова, Н. П. Курбатского (Институт леса и древесины) и наше (ЛенНИИЛХ). Первое и второе направления достаточно полно освещены в печати (В. Г. Нестеров, 1961; Н. П. Курбатский, 1962, 1963), поэтому мы будем останавливаться на них лишь для сопоставления, чтобы выявить особенности нашего направления и доказать целесообразность применения разработанного нами метода определения пожарной опасности в лесу по местным шкалам.

Для более ясного представления основных положений определения пожарной опасности в лесу как фактической, так и природной приведем составленную нами схему основных факторов, обуславливающих возможность возникновения пожаров.

**Ведущие факторы, обуславливающие возможность возникновения пожаров на лесной территории**



Из приведенной схемы следует, что для определения фактической пожарной опасности необходимо учитывать:

1. Количество источников огня, о которых можно судить по числу пожаров, возникших в данном районе за последние годы.

2. Влажность лесного напочвенного покрова.

Пожары возможны только тогда, когда есть источники огня и лесной напочвенный покров имеет влажность, при которой

возможно его горение. Для большинства видов лесного напочвенного покрова это соответствует влажности в пределах, не превышающих 30% от сырого веса.

Из анализа литературы и данных наших исследований известно, что режим влажности лесных горючих материалов (приход к ним влаги и расход ее) определяется режимом погоды, особенностью самих горючих материалов и принадлежностью их к тому или иному типу леса или вырубкам (И. С. Мелехов, 1937; 1947; 1962; П. П. Серебренников и В. В. Матренинский, 1937; Н. П. Курбатский, 1957; С. М. Вонский, 1957).

Важнейшими элементами погоды, под воздействием которых происходят изменения влажности лесных горючих материалов под пологом разных типов леса и на рубках, являются: поглощенная солнечная радиация — энергия, обеспечивающая процесс испарения (расход влаги), и осадки. Последние в пожароопасный сезон, когда уровень грунтовых вод устанавливается ниже поверхности расположения горючих материалов, в основном обеспечивают поступление к горючим материалам влаги. Принадлежность же лесных горючих материалов к той или иной группе типов леса с учетом его возраста и сомкнутости крон, а также к группе типов рубок с учетом их давности определяет не только различия видового состава, количественных и структурных особенностей лесного напочвенного покрова и подстилки, но и различия их влажности при одной и той же погоде. Это объясняется:

- различной влагоудерживающей способностью лесного напочвенного покрова разного вида и мощности, а также подстилки под ним;

- различной скоростью испарения с напочвенного покрова и подстилки влаги под воздействием поглощенной солнечной радиации, изменяющейся по величине в зависимости от сомкнутости крон и от альбедо поверхности покрова;

- различным количеством осадков, проникающих под полог древостоев и на открытом пространстве.

Таким образом, природная пожарная опасность, т. е. готовность к возникновению пожаров, зависит не только от погоды, но и от сочетания групп типов леса и рубок на охраняемой территории, а фактическая пожарная опасность зависит еще и от наличия источников огня.

Отсюда вытекает задача — дать метод построения местных шкал, позволяющий по данным наблюдений сети метеорологических станций определять и прогнозировать в различные сроки вероятность возникновения пожаров на охраняемой территории, минуя определение влажности горючих материалов. Из приведенной схемы видно, что в однородном по климатическим и экономическим условиям районе, когда сочетание групп типов леса и рубок, а также количество источников огня можно считать

постоянными, представляется возможным установить непосредственную корреляционную связь возникновения лесных пожаров с метеорологическими факторами и в дальнейшем уже по ним судить о фактической пожарной опасности. Понятно, что корреляционная связь возникновения пожаров с метеорологическими факторами будет наиболее тесной тогда, когда составленная из метеорологических элементов формула для определения сухости в лесу будет по своему количественному выражению достаточно точно учитывать изменение влажности лесных горючих материалов. До последнего времени полагали, что такой формулой является комплексный показатель проф. В. Г. Нестерова  $\Sigma_1^n dt$ . Многие этой точки зрения придерживаются и теперь. Однако проведенные нами исследования показали, что комплексный показатель  $\Sigma_1^n dt$  с принятым способом учета осадков (по наставлению охраны лесов от пожаров, 1956) не может быть надежным критерием, определяющим готовность лесной территории к распространению на ней пожаров (В. А. Жданко, 1960, 1961). Применение комплексного показателя неизбежно приводит к очень опасным ошибкам, так как сильные, заглубляющиеся в подстилку пожары возникают при первом классе пожарной опасности, установленном после предшествующего длительного засушливого периода и последующих осадков от 3 до 5 мм. Эти явления не столь часты, но вполне закономерны.

Установленная связь загораемости лесного напочвенного покрова с метеорологическим комплексным показателем имеет коэффициенты корреляции лишь 0,40—0,63. Н. П. Курбатский (1962) считает, что такой связи вполне достаточно для того, чтобы на основе комплексного показателя были построены местные шкалы. Не придавая большого значения методу расчета показателя засухи в лесу, он считает, что применение шкал, построенных по статистическим сведениям о пожарах, устранит существующие недостатки определения пожарной опасности в лесах СССР и при условии сохранения старого метода его расчета (Н. П. Курбатский, 1957, 1962, 1963).

Мы же, напротив, придаем очень большое значение методу расчета показателя засухи в лесу (см. схему) и полагаем, что в настоящее время имеются все возможности, чтобы установить более тесную связь изменений влажности и загораемости лесного напочвенного покрова с величиной метеорологического показателя. В дальнейшем необходимо установить не корреляционную, а функциональную зависимость изменения влажности лесного напочвенного покрова и подстилки в разных типах леса и на вырубках от метеорологических факторов, чтобы природная пожарная опасность на лесной территории явилась основой для определения фактической пожарной опасности.

Из приведенной схемы следует, что фактическая пожарная



опасность по местной шкале точнее будет определяться для однородной по природным и экономическим условиям территории. Это приводит к необходимости строить местные шкалы для сравнительно небольших площадей. Это условие игнорирует проф. В. Г. Нестеров, который вместо существующей шкалы горимости, разработанной им в свое время, предлагает новую шкалу применительно к средним условиям лесной зоны, где преобладают свежие и влажные сосняки и ельники. Для районов, где преобладают сухие типы леса (ленточные боры), он рекомендует снижать метеорологический показатель при установлении классов пожарной опасности и, наоборот, для районов с преобладанием болот и приморской сочной растительности — метеорологический показатель повышать (В. Г. Нестеров, 1961). Вместо метеорологического комплексного показателя он предлагает новый показатель засухи, разработанный ЛенНИИЛХ совместно с Центральным институтом прогнозов (вернее его первоначальный вариант). В. Г. Нестеров не говорит о необходимости учитывать экономические особенности районов. Он предлагает местные шкалы для обширных территорий, причем пожарная опасность по этим шкалам определяется как готовность лесной территории к возникновению на ней пожаров, т. е. природная, а не фактическая.

В отличие от направления В. Г. Нестерова мы считаем, что по местным шкалам должна определяться фактическая пожарная опасность в дни с определенной метеорологической характеристикой. Поэтому местные шкалы должны строиться на основе статистических сведений о пожарах для районов, однородных по природным и экономическим условиям.

Особенностью нашего направления, отличающего его от направления Н. П. Курбатского, является положение о том, что фактическая пожарная опасность в отдельных районах должна определяться не по величине комплексного показателя  $\Sigma_1^n dt$  а по местным шкалам, построенным на основе нового, более совершенного показателя засухи в лесу. Последний должен отражать режим влажности и загораемости лесных горючих материалов на лесной площади.

### **Теоретическое обоснование метода расчета лесопожарного метеорологического показателя засухи в лесу**

В отличие от агроклиматического показателя засухи и от комплексного показателя, мы назвали свой показатель лесопожарным показателем засухи, для краткости назовем его показателем засухи — ПЗ.

Понятие о засухе и ее воздействии на состояние влажности

растений и почвы за последние несколько лет разрабатывалось отделом климатологии и гидрологии Института географии АН СССР (А. И. Будаговский, 1960—1962; С. С. Савина, 1960—1963; А. Н. Гольцов, 1960 и др.). Исследователи рассматривают засуху прежде всего относительно ее воздействия на состояние растений.

Для изучения распространения засухи в пространстве и во времени потребовался показатель, который отвечал бы сущности явления и отражал основные определяющие его гидрометеорологические факторы. В настоящее время одним из показателей, более или менее отвечающим этим требованиям и основанным на современном представлении о водном и тепловом режиме приземного слоя воздуха, можно считать дефицит испарения. Величина его равна разности между испаряемостью и фактическим испарением с поверхности растительного покрова (С. С. Савина, 1963). Этот показатель засухи может быть вычислен для различных отрезков вегетационного периода, а также для различных по площади территорий. Однако он не может быть использован для наших целей главным образом потому, что меры оценки засухи, пригодные для агроклиматологов, неприменимы для оценки степени засушливости с точки зрения возникновения пожарной опасности в лесу, так как последняя рассматривается относительно ее воздействия на состояние вышних растений, развитие которых связано с влажностью корнеобитаемого слоя почвы. Нам же следует рассматривать влияние гидрометеорологических факторов на состояние влажности лесного напочвенного покрова из мхов и лишайников, мертвого опада и подстилки. Эти горючие материалы быстро теряют влагу тогда, когда влияния засухи на растения с развитой корневой системой не наблюдается. Поэтому метеорологический показатель должен учитывать изменения влажности в небольшом слое напочвенного покрова.

Критерий засухи агроклиматологов может быть использован нами лишь для установления периодов, когда возможно возникновение пожаров, заглубляющихся в подстилку (подстильно-гумусовых или торфяных), что связано с высыханием мощного слоя подстилки и торфа. Однако это возможно только там, где существуют агроклиматические станции, так как в настоящее время на общей сети метеорологических станций дефицит испарения не измеряется.

Таким образом, для расчета показателя засухи воспользоваться уже разработанным критерием засухи не представляется возможным. В приведенной схеме показано, что ведущими факторами, определяющими расход влаги с лесного напочвенного покрова, является поглощенная солнечная радиация. Это положение обосновано экспериментальными данными В. В. Романова (1961). Он доказал связь испарения с поверхности сфагно-

вого очеса с величиной радиационного баланса, а также зависимость величины испарения от влажности очеса (рис. 1).

Еще в 1960 г. В. В. Романов предложил для расчета величины испарения влаги с поверхности мхов и лишайников пользоваться не радиационным балансом, который не замеряется на общей сети метеорологических станций, а поглощенной солнечной радиацией  $R_{\pi}$ , которая может быть вычислена по формуле

$$R_{\pi} = Q(1 - A),$$

где:

$Q$  — суммарная солнечная радиация, величина которой может быть вычислена по формуле на основании сведений об общей и нижней облачности в баллах;

$A$  — альбедо, или коэффициент отражения подстилающей поверхности.

Возможность такой замены подтверждается исследованиями Т. Г. Берлянда и В. В. Мухенберга (1963), установивших связь радиационного баланса с поглощенной солнечной радиацией. Эта связь может быть выражена формулой

$$B = l + mR_{\pi},$$

где:

$B$  — радиационный баланс;

$l$  и  $m$  — коэффициенты, зависящие от условий увлажнения местности.

Для лесной зоны СССР  $l=1,5$ ;  $m=0,8$ . Эти данные подтверждают наш вывод, сделанный в 1960 г., что при определении влажности лесных горючих материалов следует рассчитывать испарение влаги с поверхности по величине поглощенной за сутки солнечной радиации (В. А. Жданко, 1960—1961).

Однако перейти к вычислению показателя засухи по величине поглощенной солнечной радиации в настоящее время не представляется возможным, так как количество испарения влаги с покрова, зависящее от величины радиации, еще не установлено. Кроме того, при измерениях облачности, необходимых для расчета поглощенной радиации, возможны большие погрешности. Поэтому зная, что дефицит влажности воздуха зависит от поглощенной солнечной радиации, мы при расчете показателя засухи пользовались среднесуточным дефицитом влажности воздуха, полагая, что по его величине можно судить об интенсивности испарения влаги с лесного напочвенного покрова в дни без осадков.

Целесообразность этого выбора подтверждают:

1. Исследования, проведенные ЛенНИИЛХ, показывающие изменение влажности лесного напочвенного покрова из мхов и лишайников в зависимости от изменения дефицита влажности воздуха в течение суток.

2. Исследования А. И. Будаговского (1960), который установил, что испаряемость  $E_0$  растительного покрова и почвы пропорциональна дефициту влажности воздуха, т. е.  $E_0 = ad$ , где:  $a$  — коэффициент пропорциональности, изменяющийся от 0,38 до 0,42;  $d$  — дефицит влажности воздуха.

Установлено также, что испаряемость (максимально возможное испарение при данных метеорологических условиях с достаточно увлажненной поверхностью) равна испарению. Следовательно и величину испарения влаги с покрова за сутки, при достаточном его увлажнении, можно считать прямо пропорциональной величине среднесуточного дефицита влажности воздуха.

Кроме того, учитывая установленные В. В. Романовым закономерности связи величины испарения влаги с поверхности сфагнового очеса с величиной поглощенной солнечной радиации, которая близка к единице, мы проанализировали зависимость изменения различных метеорологических факторов от величины поглощенной за сутки солнечной радиации. Проведенный анализ показал, что наиболее тесная связь поглощенной солнечной радиации существует со сред-

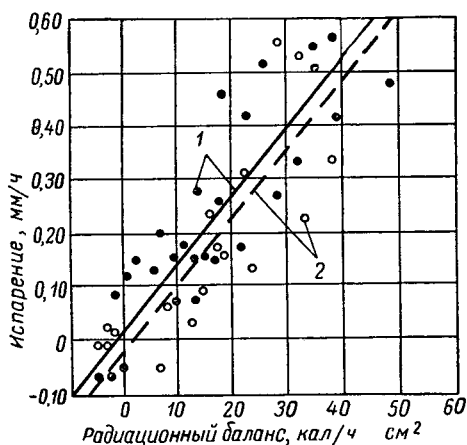


Рис. 1. Зависимость испарения с поверхности сфагнового очеса разной влажности от величины радиационного баланса:

1 — испарение при влажности очеса с уровнем воды 40,7 см; 2 — испарение при влажности очеса с уровнем воды 46 см

несуточным дефицитом влажности воздуха. Коэффициент корреляции в данном случае равен  $0,76 \pm 0,044$ . Коэффициент корреляции между поглощенной солнечной радиацией и  $\sum_1^n dt$  значительно ниже и равен  $0,54 \pm 0,074$ . Разница коэффициентов указывает на целесообразность пользоваться для характеристики величины суточного испарения влаги среднесуточным дефицитом влажности воздуха. Можно для этой цели пользоваться дефицитом срочного замера, таким, при котором измеряемый дефицит близок по величине к среднесуточному значению, но не любым срочным замером, как это рекомендует делать проф. В. Г. Нестеров (1961), так как в этом случае измеряемый дефицит не будет соответствовать по величине среднесуточному и связь его с испарением будет малой или совсем отсутствовать. Так, например, оказалось, что дефицит, замеренный в 7 ч утра, во многих районах не соответствует по вели-

чине среднесуточному дефициту и поэтому не может быть использован для характеристики испарения влаги с лесного напочвенного покрова. Тем более не могут быть использованы срочные замеры дефицитов в ночные часы, так как связь дефицита влажности воздуха, замеренного в 1 ч ночи, с величиной поглощенной солнечной радиации отсутствует.

Система учета осадков разной величины проведена на основании следующих соображений. Влагоудерживающая способность мохово-лишайникового покрова с подстилкой возрастает по мере перехода от сухих групп типов леса к свежим и избыточно увлажненным. Так, на основании данных ряда исследователей по учету влагоемкости лесного напочвенного покрова и подстилки (Н. Ф. Созыкин, 1934; А. А. Молчанов, 1952; В. А. Жданко, 1959, 1960 и др.) следует, что напочвенный покров из мхов и лишайников в сухих борах задерживает 3—3,5 мм. В сосняках- и ельниках-зеленомошниках блестящие мхи обычно удерживают 4,5—7 мм. Влагоемкость мхов в типах леса с избыточным увлажнением еще выше — от 14 до 35 мм. Влагоудерживающая способность напочвенного покрова с подстилкой также возрастает с переходом от сухих групп типов леса к более увлажненным. Так, для сухих боров максимальная влагоемкость покрова с подстилкой колеблется в пределах 8—11 мм, в сосняках- и ельниках-зеленомошниках от 15 до 17 мм. Влагоудерживающая способность сфагновых мхов достигает 34,6 мм при мощности слоя 10 см.

Весной после таяния снега или летом после периода обильных дождей все виды лишайникового и мохового покрова с подстилкой имеют влажность, равную их максимальной влагоудерживающей способности. С наступлением сухих дней постепенно испаряется влага с поверхности лесного напочвенного покрова и с подстилки, находящейся под ним. Естественно, что чем меньше был запас в них влаги и чем благоприятнее условия для ее испарения, тем скорее высыхает лесной напочвенный покров и затем подстилка.

Интенсивность испарения пропорциональна величине поглощенной солнечной радиации и, кроме того, зависит от запаса влаги в лесном напочвенном покрове. Чем суше испаряющаяся поверхность, тем медленнее она теряет влагу. При установившейся влажности 0,07—0,09 мм с нарастанием засухи влажность не уменьшается. Иногда наблюдается даже некоторое увеличение влажности в результате поглощения ее из воздуха. Покров из сфагновых мхов в дни, когда уровень грунтовых вод устанавливается ниже поверхности его расположения, теряет влагу также очень интенсивно, но благодаря тому, что первоначальное содержание влаги в нем более высокое, процесс его высыхания по сравнению с другими видами покрова

растягивается во времени. Этим и объясняется очередность появления загораемости лесного покрова в разных группах типов леса от момента полной влагоемкости с нарастанием засухи. Если же лесной напочвенный покров и подстилка под ним достигли минимальной влажности, то для того, чтобы вновь насытить их влагой, в разных типах леса необходимы осадки разной величины. Так, исходя из данных о величине их максимальной влагоемкости, следует, что для полного увлажнения лесного напочвенного покрова в типах леса I группы (по легкости загорания) требуется 3—5 мм, а для насыщения покрова с подстилкой — 8—11 мм. Соответственно для типов леса II группы требуется: для покрова 5—7 мм, а для покрова с подстилкой 15—17 мм. Для типов леса III группы для насыщения верхнего слоя покрова высотой от 6 до 10 см требуется осадков от 14 до 34 мм, а чтобы насытить слой торфа мощностью до 12 см, требуется осадков не менее 50 мм. Таким образом, чтобы вновь увлажнить достигшие сухого состояния лесной напочвенный покров и подстилку в I и II группах типов леса и только слой лесного напочвенного покрова в III группе типов леса, необходимы осадки не менее 15 мм. Следует учитывать, что часть осадков задерживается кронами.

На основании данных о количестве осадков, задерживаемых кронами (Гейгер, 1961; А. А. Молчанов, 1962 и др.), нами принято считать, что после засушливого периода только осадки в 20 мм способны ликвидировать полностью возможность возникновения лесных низовых пожаров на лесной территории, т. е. при выпадении осадков в 20 мм и больше мы можем с полным основанием сбросить показатель засухи любой величины до нуля. Осадки меньшей величины не смогут полностью смочить лесной напочвенный покров и горимость его восстановится более быстро.

Следовательно, чтобы получить соответствующие значения показателя засухи, выраженные суммой среднесуточных значений дефицитов влажности воздуха, необходимо было ввести различные значения коэффициента осадков.

Значения коэффициентов при выпадении различных осадков на основании наших данных были разработаны М. В. Гриценко и В. М. Гавриловой (ЦИП). Впоследствии эти коэффициенты были проверены ЦИП на большом статистическом материале.

**Значения коэффициента  $K$  для расчета показателя засухи при выпадении осадков**

Осадки, мм . . . . .	Нет	0,1—0,9	1—2	3—5	6—14	15—19	20 и более
Коэффициент . . . . .	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	0

Предлагаемый метод расчета показателя засухи дается с небольшим запасом. Он не учитывает, что при некоторой влажности покрова для его полного увлажнения требуются осадки меньшей величины, и что для лесного покрова в сухих типах леса даже при его воздушно-сухом состоянии для последующего полного увлажнения требуются меньшие осадки. Таким образом, данный показатель засухи в некоторых случаях преувеличивает пожарную опасность в сухих типах леса. Но эти погрешности неопасны. Кроме того, следует учитывать, что пересохшая подстилка в этих типах леса для полного увлажнения требует осадков значительной величины. То же можно сказать относительно лесного хлама. Верхний же слой лесного напочвенного покрова у лишайников и мхов высыхает в ясные летние дни настолько быстро (за 6—18 ч), что в течение этих часов покров не загорается.

Поэтому имеются все основания пользоваться принятыми коэффициентами осадков даже и там, где преобладают сухие типы леса.

Учитывая изложенное, вместо комплексного показателя предлагаем пользоваться следующей формулой для расчета лесопожарного показателя засухи в любой  $n$ -й день пожароопасного сезона:

$$ПЗ_n = (ПЗ_{n-1} + d_{n-1}) K_n,$$

где:

- $ПЗ_n$  — показатель засухи текущего дня;  
 $ПЗ_{n-1}$  — » » предшествующего дня;  
 $d_{n-1}$  — среднесуточный дефицит влажности воздуха предшествующего дня;  
 $K_n$  — коэффициент осадков, который берется из таблицы по величине суммы осадков, замеряемых на метеорологических станциях в 19 ч предшествующего дня и в 7 ч текущего дня.

Расчет показателя необходимо начинать со дня схода снежного покрова. В первый день принимаем показатель засухи  $ПЗ_1 = 0$ , так как пожарная опасность при полном увлажнении покрова отсутствует. Во второй день  $ПЗ_2 = (0 + d_1) K_2$  или  $ПЗ_2 = (ПЗ_1 + d_1) K_2$  и т. д.

В приведенной формуле показатель  $ПЗ_{n-1}$  характеризует состояние влажности лесных горючих материалов на утро предшествующего дня.  $d_{n-1}$  — среднесуточный дефицит влажности воздуха предшествующего дня — характеризует испарение влаги в предшествующий день.  $K_n$  — коэффициент осадков показывает степень увлажнения покрова от выпавших осадков на утро текущего дня. Следовало бы к полученной величине прибавить дефицит влажности воздуха, характеризующий испарение влаги до полудня текущего дня. Но это слишком усложнило бы расчет показателя и, учитывая, что величина показателя

засухи от прибавки этого дефицита изменится мало, мы отказались от этого уточнения. Таким образом, расчет показателя засухи проще расчета действующего комплексного показателя. В настоящее время многие полагают, что при расчете засухи необходимо учитывать скорость ветра. Однако исследования В. В. Романова по учету испарения влаги со сфагнового очеса верховых болот показали, что при средних погодных условиях влияние ветра на суточные величины испарения даже в июне составляет не более 10%, а в июле и августе уменьшается до незначительной величины. Полагаем, что если невелико влияние ветра на величину испарения на открытых пространствах (в условиях верховых болот), то под пологом древостоев оно будет еще меньше. Поэтому приведенная нами формула не учитывает влияния ветра на величину испарения.

Однако мы учитываем ветер как фактор, влияющий на интенсивность пожаров: дни с сухой погодой и сильным ветром переносятся в более высокий класс пожарной опасности. Мы не утверждаем, что по величине нового показателя засухи можно точно определить влажность лесных горючих материалов, но все же полученные данные, приведенные в табл. 1, позволяют сделать следующий вывод:

В насаждениях и на вырубках I группы по легкости загорания (классификация акад. И. С. Мелехова) загорается покров при показателе от 9 *мбар* и выше, причем при значениях показателя засухи от 9 до 17 *мбар* пожары возможны слабые. При показателе от 18 до 30 *мбар* пожары не заглубляются в подстилку, при более высоких показателях прогорают и покров и подстилка.

В насаждениях II группы возможность пожаров появляется при показателе выше 30 *мбар*. При показателе засухи до 50 *мбар* сгорание покрова и подстилки неполное.

В насаждениях III группы типов леса загораемость появляется при показателе засухи более 70 *мбар*, при этом до 100 *мбар* покров горит пятнами.

Аналогичные данные изменения влажности лесного покрова в зависимости от величины показателя засухи получены и для Иркутской обл. Это показывает, что в дальнейшем не потребуются проведения больших исследований в одних и тех же группах типов леса, но разных географических зонах.

Принятая система учета осадков в данном показателе позволяет избежать ошибок, возникающих при старом способе учета.

Насколько труднее по величине комплексного показателя определить, возможен ли пожар на лесной площади или нет, можно видеть из табл. 2 (по данным Н. П. Курбатского, 1962, дополненным нашими наблюдениями).

Следует отметить, что в данной таблице не приведены значения комплексного показателя, достигающие иногда 9000 и



Данные о влажности и загораемости лесного напочвенного покрова и его верхнего слоя (4 см) по группам типов леса в дни с различными градациями показателя засухи (по наблюдениям в лесах Ленинградской обл. с 1951 по 1963 г.).

Лесной напочвенный покров в типах леса	Число наблюдений	Показатель засухи в мбар						
		0—8	9—17	18—30	31—50	51—70	71—100	101—160
Сосняках лишайниковых, верещатниках, брусничниках	111	37—73	20—30	9—30	7—30	9—20	7—15	7—10
		100	42	67	90	100	100	100
			31—60	31—54	31—36			
		—	58	33	10			
			+ в. п.	+ в. п.	+	++	++	++
Сосняках-черничниках свежих и в сосняках багульниковых на осушенных торфяниках	443	39—86	31—75	17—30	9—30	7—30	7—25	7—20
		100	100	40	63	95	100	100
				31—63	31—55	31—36		
		—	—	60	37	5		
				— +	+ в. п.	+	++	++
Покров из сфагновых мхов в сосняках и ельниках-черничниках с избыточным увлажнением, в сосняках багульниково-сфагновых	127	75—92	75—89	50—89	34—84	31—84	20—30	25—30
		100	100	100	100	100	15	100
							1—	
		—	—	—	—	—	85	
				—	—	— +	— +	+ в. п.

Примечание. В числителе дана влажность в % к сырому весу, в знаменателе — число случаев в % от общего числа наблюдений в дни с данными значениями показателя засухи.

Условные обозначения: — не загорается; — + горит пятнами; + в. п. горит верхний слой покрова; + горит весь покров; ++ горит покров и тлеет подстилка.

10 000 мбар·град. в дни с осадками до 3 мм, при которых отсутствовала загораемость лесного напочвенного покрова во всех указанных участках. Приведенные Н. П. Курбатским в 1963 г. данные Г. В. Сныткина, которые должны указывать на связь загораемости различных участков леса весной и летом с величиной комплексного показателя  $\Sigma_1^n dt$  доказывают, по нашему мнению, скорее отсутствие этой связи (табл. 3).

Если вполне закономерно, что в типах леса и на вырубках с травяным напочвенным покровом в летний период возможность пожара появляется при более высоких значениях комплексного показателя, чем весной, и, наоборот, в типах леса с избыточным увлажнением загораемость летом возможна при более низких значениях комплексного показателя, то совершенно непонятно увеличение значений комплексного показателя,

**Значения комплексного показателя при возникновении  
загораемости в различных участках лесной территории  
таежной зоны европейской части СССР (летний период) с 1954 по 1959 г.**

Категория участков	По данным Н. П. Курбатского	По данным ЛенНИИЛХ	
		минимальное значение при загораемости	максималь- ное значение при отсутст- вии загорае- мости
Свежие вырубki и редины в сосняках ли- шайниковых и верещатниках . . . . .	50	46	409
Сосняки лишайниковые и верещатники . . . .	100	101	449
Сосняки-брусничники . . . . .	300	192	3356
багульниковые . . . . .	550	297	1665
Сосняки-черничники и кисличники . . . . .	800	297	1093
Ельники-черничники и кисличники . . . . .	1000	521	1918
Свежие вырубki в сосняках и ельниках-чер- ничниках . . . . .	400	297	1528
Свежие вырубki в сосняках и ельниках-дол- гомошниках . . . . .	1500	656	4755
Сосняки и березняки сфагновые . . . . .	2000	760	3915
Ельники-долгомошники . . . . .	3000	956	4755
Луговиковые и вейниковые вырубki . . . . .	2500	419	1634
Сфагновое болото . . . . .	—	886	6681

Таблица 3

**Появление загораемости напочвенного покрова в лесных  
участках в зависимости от критериев горимости  
в Тимирязевском леспромхозе Томской обл. в весенний  
и летний периоды (по данным В. Г. Сныткина)**

Категория участков	Весно	Летом
Сосняки-брусничники . . . . .	400	600
» сфагновые . . . . .	2200	8100
Ельники, пихтарники и кедровники сфагновые . . . . .	5250	8800
Сосняки долгомошниковые . . . . .	5500	8500
Ельники, пихтарники и кедровники долгомошниковые . . . . .	6100	Более 10 000

определяющего загораемость в летний период, в типах леса и на вырубках, где лесной напочвенный покров не изменяется по сезонам, а уровень грунтовых вод становится более низким.

Однако мнения о том, что метеорологический комплексный показатель научно обоснован и может служить показателем за-

сухи, придерживаются многие лесоводы, и исследования по установлению связи загораемости покрова с его величиной продолжаются. Так, в результате большой и тщательной работы, проведенной Н. В. Корнильевым по исследованию загорания в некоторых типах леса в центральных районах Красноярского края, оказалось, что почти во всех типах леса, кроме сосново-лиственных и ельников сфагновых, возможность пожара появляется при комплексном показателе всего лишь от 100 до 300 *мбар·град*, для ельников сфагновых отмечена загораемость при комплексном показателе более 6000 *мбар·град*. При этом автор указывает на то, что во второй половине лета во время засухи загораемость в этом типе леса появляется при показателе от 2000 до 2500 *мбар·град*. Эти наблюдения еще раз подтверждают, что комплексный показатель не отражает степени засухи в лесу.

На рис. 2 и 3 наглядно представлена разница определения пожарной опасности по местным шкалам, но с различными критериями засухи, составленными для Киренского оперативного отделения Иркутской авиабазы.

На территории этого оперативного отделения в 1962 г., по данным авиабазы, возникло 48 пожаров, суммарная площадь которых достигла 158 300 га, а в 1961 г. было всего 13 пожаров на площади 3150 га. Таким образом, сезон 1962 г. в пожароопасном отношении был чрезвычайно тяжелым, а сезон 1961 г. можно считать средним, с невысокой пожарной опасностью. Между тем по значениям метеорологического комплексного показателя 1962 г. несильно отличается от 1961 г., тогда как по значениям показателя засухи ЛенНИИЛХ эта разница очевидна.

Тем не менее Н. П. Курбатский отстаивает целесообразность применения комплексного показателя при составлении местных шкал на том основании, что существующая сеть метеорологических станций в большинстве районов Сибири очень редка и не учитывает неравномерного выпадения осадков. Это положение мы считаем неверным, так как метеорологические станции необходимы для расчета любого показателя засухи, в том числе и для расчета комплексного показателя. Следует указать, что в районах, где наблюдается значительное число пожаров, имеется достаточное число метеорологических станций и постов, измеряющих осадки. Необходимо только пользоваться их наблюдениями при расчетах показателя засухи. В районах, где станций действительно недостаточно, не следует отказываться от более совершенного метода определения пожарной опасности, а организовать необходимые метеорологические наблюдения в лесхозах (ЛПХ) и местах базирования летательных аппаратов, как это делается в лесах США и Канады и как это предлагалось делать в Наставлении по охране леса от пожаров 1956 г.

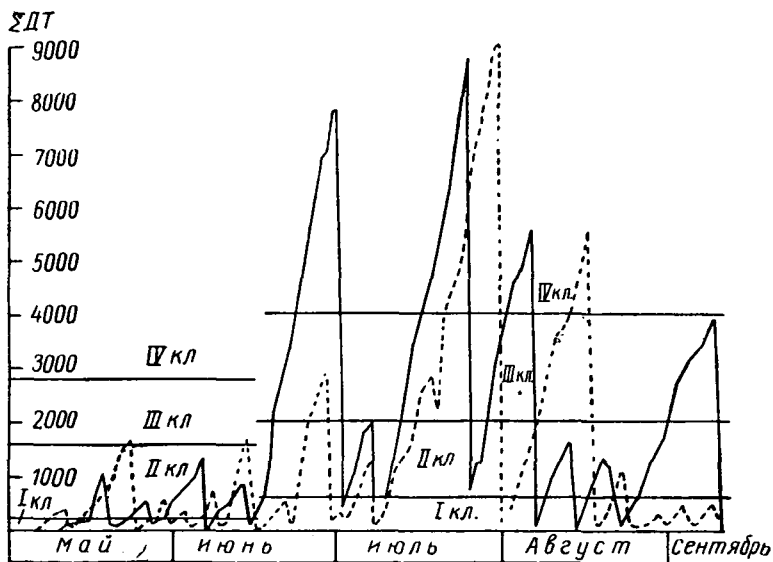


Рис. 2. Ежедневные значения комплексного показателя в пожароопасные сезоны 1961 г. (площадь пожаров 3,2 тыс. га) и 1962 г. (площадь пожаров 158,3 тыс. га) по данным наблюдений Киренской метеорологической станции; — 1962 г.; ..... 1961 г.

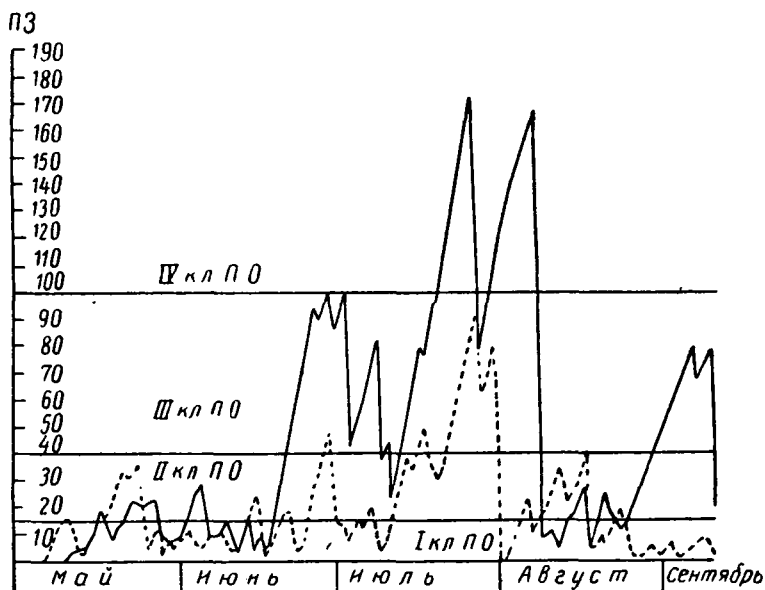


Рис. 3. Ежедневные значения показателя засухи в пожароопасные сезоны 1961 г. (площадь пожаров 3,2 тыс. га) и 1962 г. (площадь пожаров 158,3 тыс. га) по данным наблюдений Киренской метеорологической станции; — 1962 г.; ..... 1961 г.

Затраты на проведение этих наблюдений полностью окупятся, так как своевременное обнаружение и тушение лесных пожаров позволит значительно сократить расходы на проведение этих работ.

### **Некоторые особенности методики построения местных шкал с новым показателем засухи**

**Принцип выделения территории для составления местной шкалы.** Эффективность применения местных шкал с целью своевременного обнаружения пожаров и мобилизации сил и средств для их тушения во многом зависит от того, правильно ли выделена территория, для которой составлена местная шкала. Таким образом, правильное решение вопроса о том, по каким признакам следует выделять район для составления местной шкалы и какова должна быть его площадь, является чрезвычайно важным.

Местная шкала, предлагаемая проф. В. Г. Нестеровым, предназначена определять пожарную опасность для обширной лесной территории. На этой территории располагаются районы с различными лесорастительными и экономическими условиями. Поэтому определение пожарной опасности по одним и тем же значениям показателя засухи в этой шкале не может быть эффективным.

Н. П. Курбатский и другие считают, что необходимым признаком для выделения территории с целью построения для нее местной шкалы является сходство природных и экономических условий в лесхозах (ЛПХ), расположенных на этой территории. В соответствии с этим положением ими совместно с работниками авиабаз были построены местные шкалы для отдельных оперативных отделений Красноярской, Иркутской и Забайкальской баз авиационной охраны леса от пожаров. Затем эти шкалы были объединены и предлагаются уже для крупных лесопожарных районов, в которые входят территории, неоднородные по лесорастительным и экономическим условиям, чем нарушается принцип построения местных шкал.

Для большей эффективности местных шкал необходимо выделять территории, однородные по природным и экономическим условиям. Следует найти объективный признак, учитывающий эти условия.

Известно, что больше пожаров возникает там, где типы леса и вырубок имеют более высокую пожарную опасность, а также там, где больше источников огня. Поэтому частота пожаров, определяемая как среднее за сезон число пожаров, происходящих на 1000 га лесной площади, и является признаком для

объединения отдельных территорий в одну группу при составлении местных шкал. Полагаем, что принятая размерность частоты пожаров наиболее удобна, так как лесные площади обычно выражаются в тысячах гектаров<sup>1</sup>. При выделении района с целью составления для него шкалы следует стремиться объединять территории, в которых частота пожаров отличается от среднего значения частоты пожаров всей площади не более чем в 3 раза. Однако иногда бывает нецелесообразно выделять из общего массива территорию с частотой пожаров, отличной от окружающих ее площадей.

Размер выделяемой площади для построения местной шкалы определяется существующей в данном районе системой охраны леса от пожаров: при авиационной охране целесообразно выделять более крупные площади — от 0,5 до 1,5 млн. га; в районах с наземной охраной леса шкалы могут быть построены для значительно меньших по площади территорий — 80—100 тыс. га, но зато более однородных (если количество пожаров за сезон на данной площади достаточно для применения разработанного метода построения местных шкал).

Придерживаясь этих положений, мы составили местные шкалы для отдельных лесхозов Ленинградской обл. с учетом развития в них наземной охраны леса, а также для групп лесхозов (ЛПХ), охраняемых авиацией.

Так например, при авиационной охране леса от пожаров территорию лесов Ленинградской обл. целесообразно разделить на три района, для которых составлены местные шкалы:

1. Территория лесов Карельского перешейка, площадью 630 тыс. га;

2. Территория лесов юго-западного района, площадью 1300 тыс. га;

3. Территория лесов северо-восточной части области, площадью 1450 тыс. га.

В первом районе средняя частота возникновения пожаров составляет 0,51 и колеблется от 0,262 до 0,886. Во втором и в третьем районах средняя частота пожаров значительно ниже — 0,075 и изменяется в пределах 0,020—0,157. Более высокая частота пожаров в первом районе объясняется преобладанием на его площади групп типов леса с высокой загораемостью, а также большим количеством источников огня.

В табл. 4 приведены данные о распределении лесной площади для двух районов Ленинградской обл. по группам типов леса и по частоте пожаров.

В настоящее время, когда разрабатываются и устанавливаются нормы для размеров площадей оперативных отделений

---

<sup>1</sup> Эта размерность предложена Д. В. Николаевым еще в 1932 г.

**Сопоставление распределения лесной площади  
по группам типов леса и по частоте пожаров (%)**

Леса	Группа типов леса			Частота пожаров
	I	II	III	
Карельского перешейка . . . . .	32	57	11	0,57
Юго-западного района . . . . .	11	53	37	0,07

(см. статью В. И. Головина), работа по выделению площади районов составления местных шкал значительно упрощается. Местные шкалы в данном случае мы рекомендуем составлять для каждого оперативного отделения, площадь которого не превышает установленных норм.

Для районов с наземной охраной составляют отдельные шкалы с большим числом классов пожарной опасности, но для территорий, значительно меньших по площади и более однородных, при условии достаточного числа пожаров, возникающих на этой площади.

**Область применения нового метода построения местных шкал.** Разработанный метод построения местных шкал, заключающийся в установлении связи возникновения пожаров с величиной показателя засухи, требует достаточного числа наблюдений о возникновении пожаров. Поэтому если на территории объекта пожары возникают крайне редко, в среднем до 10 за сезон, то определение пожарной опасности по местной шкале не имеет смысла. Это положение не всегда учитывают при составлении местных шкал. Так, например, по составленным В. В. Фурьевым местным шкалам пожарной опасности для районов Забайкалья, где пожары возникают крайне редко, вероятность пожаров даже в дни III и IV классов всего лишь 12—18, 9—12 и даже от 2 до 15%. Из этих данных следует, что из 100 дней авиапатрулирования при III классе пожарной опасности в лучшем случае 82, а в худшем 98 раз полеты совершаются без обнаружения пожаров.

Возникает вопрос, помогают ли такие шкалы повысить эффективность работ по обнаружению пожаров? Мы предлагаем строить местные шкалы для территорий оперативных отделений с достаточным числом пожаров, чтобы вероятность дня с пожаром в III и IV классах была не ниже 40—50%. Там, где вероятность пожаров, определяемая по местной шкале, ниже указанной величины, рекомендуется определять пожарную опасность по природной готовности преобладающей части площади и возникновению на ней пожаров. Для сокращения

расходов по охране леса от пожаров в данном случае целесообразно провести дополнительные исследования причин возникновения пожаров. Это поможет более точно определить периоды, а также места появления источников огня. Так, например, если установлено, что на площади оперативного отделения причиной пожара является неосторожное обращение с огнем работников различных экспедиций, то установление маршрутов и времени работы этих экспедиций в лесу позволит более экономно расходовать летнее время на обнаружение пожаров, а также более правильно организовать распределение сил и средств на их тушение.

**Установление границ классов пожарной опасности.** При установлении границ классов пожарной опасности мы руководствуемся стремлением своевременно обнаружить наибольшее число пожаров, затрачивая при этом как можно меньше сил, средств и времени.

По методике Н. П. Курбатского, классы пожарной опасности устанавливаются по числу пожаров в процентах. Так, в I классе пожарной опасности допускается не более 5% пожаров, во II—15—20%, в III—35—40% и в IV—40—45%. Он считает, что конкретные величины в данном случае не имеют значения. Мы, наоборот, считаем чрезвычайно важным знать конкретное число пожаров, приходящихся на I и II классы, так как только тогда получится представление о том, какое число пожаров в данном районе обнаружено несвоевременно, а также можно будет сравнить ущерб, приносимый пожарами, с затратами на их обнаружение. Кажущаяся простота определения границ классов по методике Н. П. Курбатского приведет к тому, что в наиболее ценных и освоенных лесах с большим числом пожаров за сезон будет больше и несвоевременно обнаруженных пожаров. Так, например, для наиболее ценных лесов Карельского перешейка 5% за сезон составляет в среднем 16 пожаров, а иногда достигает и 37. Для наиболее освоенного района Коми АССР, охраняемого Железнодорожным оперативным отделением, 5% в среднем составит 12—20 пожаров. Если к этому прибавить еще 8% пожаров, пропускаемых во II классе пожарной опасности, то окажется, что в каждый сезон будет несвоевременно обнаружено в первом случае от 41 до 92, во втором — от 31 до 55 пожаров, т. е. будет пропущено такое число пожаров, которое для других районов представляет все 100%.

Для быстроты построения местных шкал, устанавливая границы классов, можно пользоваться числом пожаров в процентах, но процент пожаров при большом их числе, приходящихся на дни с I и II классами, должен быть снижен. Наиболее же целесообразно установить границы классов пожарной опасности по вероятности дня с пожарами. Малая вероятность пожара в I классе указывает на нецелесообразность дальнейшего уве-



личения затрат на охрану леса, так как затраты на их обнаружение превысят приносимый пожарами ущерб. Необязательно стремиться к тому, чтобы число пожаров (в %) было самое большое в дни IV класса. В IV класс, класс чрезвычайной пожарной опасности, при котором всемерно усиливаются все мероприятия по охране леса, выделяют дни с наибольшим числом пожаров, но самих этих дней не так много. Поэтому общее число пожаров, приходящееся на дни IV класса, может быть несколько меньше числа пожаров, попадающих в дни III класса. Только в отдельные засушливые годы число дней IV класса может превышать число дней других классов.

**Варианты местных шкал.** Некоторые считают, что составление местных шкал для крупных районов занимает меньше времени и облегчает их применение. Однако это неверно. Независимо от площади выделенного района сама методика построения местных шкал требует анализа связи возникновения пожаров с условиями погоды, т. е. вычисления показателей засухи по данным наблюдений каждой метеорологической станции и сведений о пожарах, возникающих в районе этой станции. Однако варианты местных шкал, составленных для разных областей, неизбежно будут повторяться, так как они могут отличаться друг от друга только градациями показателей классов пожарной опасности. Так, при построении местных шкал для оперативных отделений Коми АССР было установлено семь вариантов шкал. Из 27 местных шкал, составленных нами для оперативных отделений Ленинградской, Иркутской и Костромской обл., было получено около 20 значений показателей засухи по классам пожарной опасности:

I кл.—0—10, 0—15, 0—20 *мбар*.

II кл. 11—20, 16—20, 16—40, 16—50, 21—30, 21—50 *мбар*.

III кл.—21—50, 21—70, 31—70, 41—100, 51—70, 51—100 *мбар*.

IV кл.— более 50, 70, 100 *мбар*.

Сигнализация пожарной опасности по местным шкалам проводится также на основании сведений о величинах показателя засухи, вычисленных по наблюдениям метеорологических станций района. Необходимо только знать величины показателей засухи, установленные по шкале для разных классов пожарной опасности.

**Анализ данных определения пожарной опасности в лесах различных районов СССР по местным шкалам, составленным на основе старого  $\Sigma dt$  и нового метода расчета показателя засухи**

Приведем некоторые данные, позволяющие сопоставить метод определения пожарной опасности в лесу по местным шкалам на основе нового метода расчета показателя засухи и на

основе комплексного показателя. Сравнение проведено по местным шкалам, составленным для самых различных географических районов Союза: Ленинградской, Иркутской обл. и Коми АССР.

На рис. 4 приведены кривые вероятности дня с пожарами на территории Сосновского лесхоза Ленинградской обл. в зависимости от величины

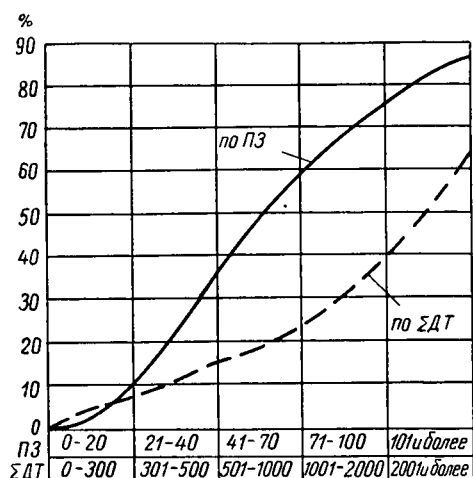


Рис. 4. Вероятность пожароопасных дней (в %) в Сосновском лесхозе Ленинградской обл. в периоды с различными классами пожарной опасности

показателя засухи и комплексного показателя, рассчитанного по Наставлению 1956 г. Значение вероятности пожаров в дни с различными градациями показателя засухи и комплексного показателя доказывают, что показатель засухи более точно отражает засуху в природе. Это позволяет правильнее определять дни с пожарной опасностью и в соответствии с этим точнее распределять силы и средства на охрану леса от пожаров и успешнее бороться с ними.

В табл. 5 приведены данные, позволяющие сопоставить эффективность

применения местной шкалы с показателем засухи и местной шкалы, но с комплексным показателем. Показатели опре-

Таблица 5

Сопоставление эффективности местных шкал, составленных разными методами

Местные шкалы	Классы пожарной опасно- сти	Распределение числа дней пяти сезонов по классам пожарной опасности	
		всего дней	с авиататру- лированием
С показателем засухи:			
0—20 . . . . .	I	396	—
21—40 . . . . .	II	192	91
41 и более . . . . .	III	191	191
С комплексным показателем:			
0—300 . . . . .	I	292	—
301—1000 . . . . .	II	230	115
1001 . . . . .	III	247	247

делены по данным метеорологической станции Сосново (Ленинградской обл.) с 1956 по 1960 гг.

Таким образом, если мы будем пользоваться шкалой с новым показателем засухи, то сократим затраты времени только на обнаружение пожаров на 28%, не считая затрат сил на мобилизационную готовность для тушения пожаров.

В табл. 6 приведено сопоставление местных шкал, составленных для ряда лесхозов Коми АССР, охраняемых одним оперативным отделением (по сведениям о пожарах с 1957 по 1961 г.).

Таблица 6

**Сопоставление местных шкал с показателем засухи ЛенНИИЛХ и с комплексным показателем для оперативного отделения, охраняющего Сыктывдинский, Ясногский, Сысольский и Заозерский лесхозы (Коми АССР)**

Наименование показателей	Шкала с показателем засухи					Шкала с комплексным показателем				
	до 15	до 30	до 100	до 100 >	итого	до 300	до 1000	до 4000	до 4000 >	итого
Число дней сезона, %	52	15	26	7	100	50	16	24	10	100
Число пожаров, %	8	23	162	57	250	15	40	145	50	250
	3	9	65	23	100	5	16	59	20	100
Пожаров на день класса, %	0,06	0,6	2,5	3,3		0,1	1,0	2,7	2,5	—
Своевременно обнаружено, %	—	4	65	23	92	—	8	59	20	87
Затрачено лётного времени, % от дней сезона	—	7,5	26	14	47,5	—	8	24	20	52

Сравнение данных, приведенных в табл. 6, по своевременному обнаружению пожаров и затрат лётного времени на эту операцию, показывает, что если пользоваться местной шкалой ЛенНИИЛХ, то процент обнаружения пожаров будет более высоким (92 вместо 87) при меньших затратах времени на их обнаружение. В табл. 7 приведено сопоставление местных шкал, одна из которых построена для лесов, охраняемых Киренским оперативным отделением, по нашей методике, другая составлена Институтом леса и древесины для лесопожарного района, в который входит площадь лесов, охраняемых Киренским оперативным отделением Иркутской авиабазы (табл. 8).

Анализ приведенного материала показывает, что для района, охраняемого Киренским оперативным отделением, не следовало выделять отдельно весенний период с более низкими показателями границ классов пожарной опасности. Проведенные исследования показали, что в данном районе пожары в мае и

Таблица 7

**Итоговые данные построения шкалы для Киренского оперативного  
отделения Иркутской авиабазы по методике ЛенНИИЛХ  
(1958—1961 гг.)**

Наименование показателей	Градации ПЗ по классам пожарной опасности				
	1 до 15	16 до 40	41 до 100	> 100	итого
Распределение общего числа дней, сезона . . . . .	348	189	105	27	669
% . . . . .	52	28	16	4	100
Распределение числа дней с пожарами . . . . .	2	21	30	20	73
Число пожаров . . . . .	2	30	47	58	137
» , % . . . . .	1	22	34	43	100
Вероятность пожаров, % . . . . .	0,6	11	29	74	—
Среднее число пожаров в день . . . . .	1	1,4 ≈ 1	1,6 ≈ 2	2,9 ≈ 3	—
Напряженность дня класса пожарной опасности . . . . .	0,01	0,16	0,45	2,04	—
Затраты на авиапатрулирование, % от общего числа дней . . . . .	—	14	16	8	38
Своевременное обнаружение . . . . .	—	11	34	43	88

Таблица 8

**Итоговые данные анализа применения местной шкалы, предложенной  
Институтом леса и древесины для Киренского оперативного отделения  
(1958—1962 гг.)**

Наименование показателей	Весна				Лето				Итого
	градации комплексного показателя по классам пожарной опасности								
	до 200	до 1600	до 2800	>2800	до 600	до 2000	до 4000	>4000	
Распределение числа дней сезона . . . . .	87	120	18	12	194	124	74	51	680
% . . . . .	13	18	3	2	28	18	11	7	100
Распределение числа дней с пожарами	—	6	2	1	4	13	17	29	73
Число пожаров . . . .	—	9	2	1	4	19	31	71	137
Число пожаров, % по сезонам . . . . .	—	75	17	8	3	15	25	57	100
Вероятность пожа- ров % . . . . .	—	5	11	8	2	10	23	57	—
Среднее число пожа- ров в день . . . . .	—	1,5	1	1	1	1,46	1,82	2,45	—
Напряженность дня	—	0,075	0,11	0,08	0,02	0,153	0,42	1,40	—
Затраты на авиапат- рулирование, % от общего числа дней	—	9	3	4	—	9	11	14	50
Своевременное обна- ружение . . . . .	—	4,5	2	1	—	9,5	31	71	119 (87%)

в начале июня редки и их возникновение происходит обычно при тех же показателях засухи, что и летом, так как типы леса в данном случае не отличаются сезонной изменчивостью лесного напочвенного покрова.

Полагаем, что весенний период для района, охраняемого Киренским оперативным отделением, выделен авторами только потому, что данный район был объединен с районом, охраняемым Качугским оперативным отделением. Для последнего действительно характерны вспышки весенних пожаров, что связано с лесорастительными условиями (типы леса с травяным напочвенным покровом), а также условиями погоды. Для весны в Качугском районе характерны высокие показатели засухи и сильные ветры.

Неправильное объединение различных по своим условиям районов Киренского и Качугского, а также недостатки способа определения засухи по комплексному показателю (см. рис. 2 и 3) приводят к тому, что по принятой местной шкале Института леса и древесины затрат только на обнаружение пожаров требуется на 30% больше, чем затрат по определению пожарной опасности по нашей шкале. Если будут учтены затраты на оплату простоя вертолета и пожарных команд, то эффективность применения нового метода будет еще выше.

В табл. 9 приведены данные А. А. Очередыко (1962) по анализу местных шкал, составленных для оперативных отделений В. И. Скворецким и Институтом леса и древесины на основе комплексного показателя засухи.

Таблица 9

**Процент пожаров в I классе пожарной опасности  
в разрезе оперативных отделений Красноярской авиабазы**

Оперативные отделения	Шкала Скворецкого		Шкала Института леса	
	май	июнь	май	июнь
Ермаковское . . . . .	8,3	66,6	33,3	66,6
Тугошанское . . . . .	22,9	0,0	45,6	0,0
Ярчевское . . . . .	0,0	47,0	0,0	38,4
Муртинское . . . . .	18,8	0,0	18,8	0,0
Канское . . . . .	0,0	16,4	0,0	22,3

Данные этой таблицы свидетельствуют о том, что процент пожаров, возникающих при первом классе пожарной опасности, недопустимо высок, намного выше установленных 5%. К тому же следует учесть, что площадь указанных оперативных отделений составляет 27% площади всего Красноярского края.

Таким образом, сопоставление показало преимущество местных шкал, построенных по методике ЛенНИИЛХ, с новым лесопожарным показателем засухи. Следует подчеркнуть, что сам расчет нового показателя значительно проще вычисления комплексного показателя, в особенности при пользовании таблицами для определения показателя после осадков.

Эффективность применения местных шкал с новым лесопожарным показателем засухи во многом зависит от режима погоды данного района. Наибольшая их эффективность наблюдается в районах с неравномерным и частым выпадением осадков. В районах с устойчивыми периодами без осадков и последующим периодом дождей эффект применения нового показателя сравнительно невысок, своевременное обнаружение пожаров повышается на 10—15%. В данном случае режим погоды исключает возможности грубых ошибок при определении пожарной опасности по комплексному показателю.

Показатель засухи растет, как и показатель комплексный, в дни без осадков и затем сбрасывается после значительных осадков, которые снижают и показатель засухи, т. е. изменение обоих показателей идет синхронно.

Опытная проверка определения пожарной опасности по шкале с комплексным показателем и шкале с показателем засухи ЛенНИИЛХ и ЦИП с его первым вариантом была проведена В. А. Шамшиным в лесах Камчатки. На основании этой проверки был сделан вывод, что для прогнозирования пожарной опасности целесообразнее пользоваться не формулой проф. В. Г. Нестерова, мало оправдывающей себя в условиях Камчатки, а классами пожарной опасности, вычисленной по формуле, предложенной Центральным институтом прогнозов и Ленинградским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства (В. А. Шамшин, 1963). Эта проверка еще раз подтверждает необходимость замены комплексного показателя.

Недостатки метода определения пожарной опасности в лесу по существующим местным шкалам с комплексным показателем явно проявляются в составленной в 1963 г. Инструкции по авиационной охране лесов от пожаров. Последняя учитывает частое возникновение пожаров в дни с I и II классами пожарной опасности и поэтому разрешает полеты в дни с любым классом пожарной опасности при наличии фактической горимости.

### **Значение местных шкал при разработке системы противопожарных мероприятий**

До настоящего времени шкалы для определения пожарной опасности в лесу, как единая, так и местные, применялись единственно с целью своевременного обнаружения пожаров. Ранее указывалось, что значение местных шкал более широко, так как решение комплекса вопросов борьбы с пожарами требует изу-

чения связи возникновения пожаров с метеорологическими факторами. Поэтому научное обоснование системы противопожарных мероприятий в отдельных районах возможно только на основе данных, получаемых при построении местных шкал, и дальнейшего использования метеорологического показателя засухи. Следует подчеркнуть, что степень освоенности территории, а также степень изучения связи возникновения пожаров на всей площади или же на отдельных ее частях (по группам типов леса) с величиной показателя засухи позволяет подойти к решению этих вопросов с разной степенью точности.

Местные шкалы, составленные для любых районов, уже в настоящее время позволяют решать следующие вопросы:

1. По текущим сведениям о погоде определять вероятность пожара и число пожаров в день пожароопасного сезона на охраняемой территории, что даст возможность обнаруживать и тушить пожары в начале их развития с меньшими затратами сил и средств.

2. По данным прогнозов погоды и на основании текущего значения показателя засухи предвидеть наступление пожарной опасности на ближайший период: неделю, месяц. Это позволит заблаговременно подготовить силы и средства для своевременного обнаружения и тушения пожаров.

3. На основе метода расчета показателя засухи разработан метод оценки пожарной опасности сезонов, который позволяет дать наиболее объективную оценку деятельности наземной и авиационной охраны лесов от пожаров.

4. В районах, достаточно изученных, представляется возможным определять пожарную опасность уже не среднюю для всей территории, а для отдельных групп типов леса. Для этого необходимо по статистическим сведениям о пожарах или по специальным наблюдениям установить величину показателя засухи, при которой появляется загораемость в тех или иных участках групп типов леса. Эти данные позволяют проектировать противопожарные мероприятия уже для отдельных участков лесной территории лесхоза и ЛПХ. При работах по обнаружению пожаров величина показателя засухи укажет, где в данный день по природным условиям возможны пожары, а также предвидеть интенсивность огня.

В данной статье мы не имеем возможности полностью показать, каким образом на основе данных местных шкал должны решаться вопросы при разработке системы противопожарных мероприятий. Приведем лишь два примера, показывающих роль местных шкал при решении перечисленных вопросов.

Первый пример относится к разработанному на основе местных шкал методу оценки пожарной опасности сезонов. В настоящее время о работе того или иного оперативного отделения судят по изменению горимости лесов, но при этом не

учитывается, что при всех прочих условиях успех работы по борьбе с лесными пожарами в значительной степени зависит от метеорологических факторов данного пожароопасного сезона.

В настоящее время, когда авиационная охрана служит не только для сигнализации о пожарах, но является основной силой при их тушении, особенно в бездорожных районах Сибири, решение вопроса о научно обоснованной оценке ее деятельности становится крайне необходимым.

Кроме того, сопоставление горимости данного района за последнее время со степенью пожарной опасности сезонов этих лет, а также исследование (на основании многолетних данных) вероятности наступления сезонов с той или иной степенью пожарной опасности позволят точно установить, для каких сезонов необходимо проектировать противопожарные мероприятия с целью предупреждения увеличения горимости лесов в данном районе. Устанавливая критерии для оценки степени пожарной опасности сезонов, мы исходим из того положения, что местные шкалы построены с условием распределения основного количества пожаров в III и IV классах пожарной опасности. Так, если в I классе не более 5%, а во II классе 15—20% от числа пожаров, то, следовательно, на III и IV классы приходится не менее 85% всех пожаров. Таким образом, можно сказать, что число дней в сезоне с III и IV классами пожарной опасности может служить для оценки степени его пожарной опасности. Метод оценки сезона в данном случае чрезвычайно прост, но степень пожарной опасности сезонов зависит не только от суммы дней с III и IV классом пожарной опасности, но и от соотношения числа дней этих классов. Число пожаров, приходящихся на день IV класса, больше и тушить их труднее. Поэтому для оценки сезонов необходимо установить значимость дней различных классов пожарной опасности. Это можно сделать разными методами.

В первом методе критерием для оценки сезона является сумма показателей засухи дней, приходящихся на III и IV классы пожароопасного сезона. Второй метод заключается в суммировании дней II, III и IV классов пожарной опасности, но с различными коэффициентами, позволяющими привести эти дни к одному знаменателю. Основания для расчетов этих коэффициентов следующие. Скорость распространения пожаров и количество тепла, выделяющееся с 1 пог. м кромки низового пожара в одних и тех же лесорастительных условиях, возрастает с увеличением сухости лесных горючих материалов и увеличением скорости ветра. Зная соотношения скоростей распространения пожаров и количества тепла, выделяющегося с 1 м кромки низового пожара в преобладающих группах типов леса в данном районе в зависимости от влажности лесных горючих материалов и от скорости ветра, можно установить соответ-



ствующие коэффициенты для оценки интенсивности пожаров, возникающих при различных классах пожарной опасности. Умножая данные коэффициенты на напряженность дня классов (число пожаров, приходящихся на день класса пожарной опасности), можно установить коэффициенты для оценки дней различных классов пожарной опасности.

На рис. 5 приведены данные горимости лесов на площади, охраняемой Киренским оперативным отделением Иркутской авиабазы. Эти данные сопоставлены с различными критериями степени засушливости сезонов, выраженными суммой метеорологических показателей засухи дней III и IV классов, суммой комплексных показателей тех же классов и, наконец, суммой дней II, III, IV классов пожарной опасности с соответствующими коэффициентами, определяющими значимость дней классов. Из-за отсутствия достаточного числа наблюдений в данном районе коэффициенты, определяющие значимость дней классов пожарной опасности, были выведены по данным С. М. Вонского (1957), полученным для аналогичных типов леса Ленинградской обл. Последующие работы в этом направлении позволят выяснить,

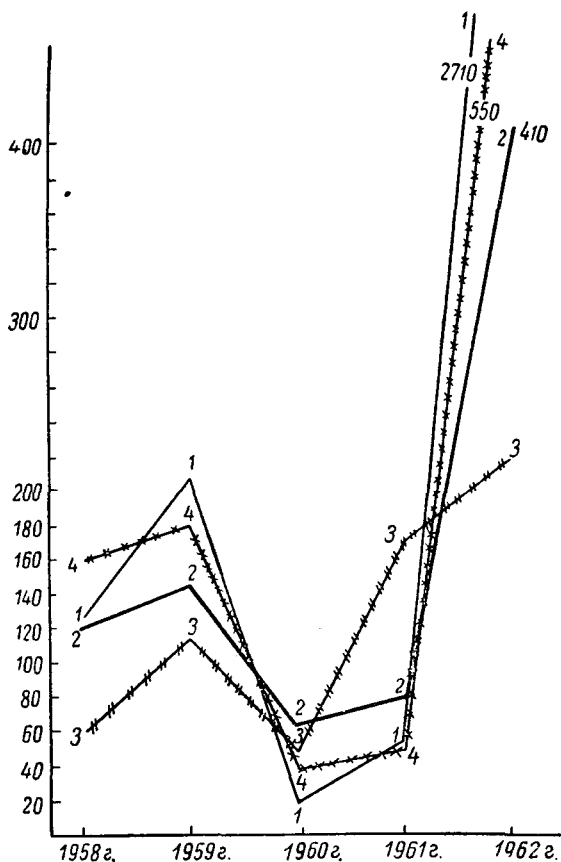


Рис. 5. Сопоставление горимости лесов со степенью засушливости сезона, выраженной различными критериями (Киренское оперативное отделение Иркутской обл.)

Показатели в процентах по отношению к среднему значению за 4 года:

1 — горимость; 2 — сумма показателей засухи дней III и IV класса ПО; 3 — сумма комплексных показателей дней III и IV класса ПО; 4 — приведенное число дней II, III и IV классов ПО

насколько этот расчет был сделан верно. Все величины на рис. 5 даны в процентах по отношению к средним величинам, полученным за последние 4 года (1960—1963). 1962 год, как особенно засушливый, не был включен для расчета среднего значения.

Анализ полученных данных показывает, что лучшим критерием для определения степени засушливости сезона является сумма приведенного числа дней II, III и IV классов пожарной опасности по местной шкале с метеорологическим показателем засухи ЛенНИИЛХ. Второе место занимает критерий по сумме показателей засухи III и IV классов пожарной опасности, и последнее место — критерий по сумме комплексного показателя этих же дней.

В дальнейшем мы предлагаем пользоваться четвертым критерием для оценки степени засушливости сезона — суммой дней II, III и IV классов пожарной опасности с соответствующими коэффициентами. Но так как данных для установления этих коэффициентов пока еще нет, мы предлагаем для практики второй критерий. Вычисление этого критерия чрезвычайно просто и заключается в следующем: суммируются показатели засухи всех дней III и IV классов, установленных по местной шкале. Отношение полученной суммы к средней сумме числа дней III и IV классов за несколько лет, выраженное в процентах, является критерием степени засушливости сезона. Так, например, степень засушливости 1962 г. в Киренском районе в 4 раза выше ее среднего значения за последние годы и в 7 раз выше 1960 г. Нет ничего удивительного, что оперативное отделение, своевременно не усиленное, не смогло справиться с возложенной на него задачей по своевременному обнаружению и тушению пожаров.

Выше упоминалось, что частота пожаров является признаком или количественным критерием, по которому можно достаточно точно сопоставить пожарную опасность, возникшую в средний по метеорологическим условиям сезон. Эта величина является критерием при распределении средств борьбы с лесными пожарами. Однако следует учитывать, что частота пожаров зависит от природных и экономических условий, а последние быстро изменяются. Поэтому часто необходимо сопоставить степень природной пожарной опасности территории с различным сочетанием групп типов леса, чтобы предвидеть возможное изменение на ней пожарной опасности с изменением экономических условий. Это сопоставление можно сделать на основе данных местных шкал. Для этого необходимо иметь следующие данные: 1) распределение лесной площади лесхозов (ЛПХ) на группы типов леса по степени их загораемости; 2) величину показателей засухи, при которой появляется загораемость в этих группах типов леса; 3) количество дней в сезоне (среднем по метеорологическим условиям), при которых появляется возмож-

ность распространения пожаров в данных группах типов леса. В табл. 10 приведен пример расчета для такого сопоставления природной пожарной опасности в лесхозах Ленинградской обл. По данным местных шкал были установлены показатели, при которых появляется загораемость в трех группах типов леса и установлена продолжительность природной пожарной опасности в этих группах (в процентах от числа дней сезона). Последняя составляет для I группы 96%, для II — 72% и для III — 12%. В графах 2, 3, 4 приведены данные распределения лесной площади (%) по группам типов леса по каждому лесхозу, а в графах 5, 6, 7 соответственно даны произведения площадей на число дней (%) с готовностью площади данной группы к распространению на ней пожаров. В графе 8 дана сумма этих произведений. Величины этих сумм позволяют сопоставить природную пожарную опасность в лесхозах. При данных климатических условиях максимально возможная сумма равна 9600, когда 100% площади занято I группой, а минимальная 1200 (100% занято III группой).

Таблица 10

**Сравнительная оценка природной пожарной опасности в различных лесхозах (ЛПХ) Ленинградской области**

Лесхозы	Распределение площадей по группам типов леса, %			Произведение площадей на число дней с готовностью площадей к пожарам			Суммарный показатель природной пожарной опасности	Частота пожаров за сезон
	I	II	III	I	II	III		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сосновский . . .	44	48	8	4420	3460	96	7976	0,89
Лесогорский . . .	25	70	5	2400	5050	60	7510	0,26 *
Приозерский . . .	34	60	6	3260	4320	72	7652	0,63
Рошинский . . .	23	62	15	2210	4460	180	685	0,77
Оредежский . . .	1	40	54	96	2880	650	3626	0,15
Волосовский . . .	5	57	38	480	4110	457	5047	0,02 *
Лужский . . . .	25	56	19	2400	4040	228	6617	0,14

\* Возможно увеличение.

Сопоставляя величины, помещенные в гр. 8, можно сказать, что природная пожарная опасность в лесхозах Карельского перешейка, а также в Лужском лесхозе — высокая. Между тем частота пожаров в этих лесхозах разная и значительно варьирует по своей величине. Анализируя данные гр. 8 и 9, можно предвидеть увеличение частоты пожаров в ряде лесхозов с изменением экономических условий.

## Пути дальнейшего усовершенствования метода определения пожарной опасности в лесу как основы для решения ряда вопросов борьбы с лесными пожарами

Для усовершенствования метода определения фактической пожарной опасности в лесу необходимо прежде всего усовершенствовать методы определения природной пожарной опасности, возникающей на различных участках лесной территории в зависимости от режима погоды.

Еще в 1939 г. акад. И. С. Мелехов указывал на необходимость изучения природы лесных пожаров, в особенности скорости передвижения огня в лесу, чтобы на этой основе выработать объективные придержки пожаротушения.

В настоящее время, когда на авиационную охрану возлагают работы не только по обнаружению пожаров, но и по их тушению, знания о скорости распространения пожаров и их интенсивности становятся все более необходимыми для правильного расчета численности пожарных команд, доставляемых к тому или иному пожару, выбора необходимых средств тушения и т. д.

Ведущими факторами, определяющими интенсивность и скорость распространения лесных низовых пожаров, являются: количество и влажность лесных горючих материалов, скорость ветра и рельеф местности. Поэтому изучение распространения пожаров и их интенсивности в разных группах типов леса должно проводиться с учетом этих факторов. Наибольшие трудности возникают при определении влажности лесных горючих материалов как при непосредственном ее измерении, так и при косвенном определении. Для решения этого вопроса требуется прежде всего выяснить величину испарения влаги с поверхности лесного напочвенного покрова и подстилки в разных группах типов леса в зависимости от метеорологических условий.

В настоящее время вопросом определения величины испарения с поверхности растительного покрова по величине метеорологических элементов занимается ряд исследователей. Разрабатываются методы определения величины испарения влаги по данным срочных наблюдений на общей сети метеорологических станций гидрометслужбы (А. Р. Константинов, 1963). Однако вопросы определения величины испарения с поверхности лесного напочвенного покрова не разрабатываются. Наши исследования показали, что наиболее перспективным для этих целей является метод, разработанный В. В. Романовым, позволяющий рассчитать испарение по величине поглощенной солнечной радиации по формуле:

$$U = \alpha R_{\text{п}},$$

где:

$U$  — испарение влаги, мм;

$R_{\text{п}}$  — поглощенная за сутки солнечная радиация;

$\alpha$  — удельное испарение, зависящее от вида покрова и его влажности;  $\alpha = \varphi(\psi)$ .

Применение этого метода для лесных условий позволило составить формулу, по которой может быть рассчитана послонная влажность лесного напочвенного покрова и подстилки по данным наблюдений сети метеорологических станций. Применение этого метода затрудняется тем обстоятельством, что радиационный баланс, а также поглощенная солнечная радиация измеряются не всеми станциями. Все большее использование метода теплового баланса при изучении теплообмена в приземном слое воздуха и подстилающей поверхности вызывает необходимость его измерений на метеорологических станциях.

Задача лесной науки — всемерно поддерживать требования о необходимости этих измерений. В то же время необходимо провести экспериментальные исследования по установлению величины  $\alpha$  — удельного испарения влаги с покрова в разных группах типов леса, а также по уточнению вопросов о максимальной послонной влагоемкости лесного напочвенного покрова и подстилки, о количестве осадков, проникающих под полог древостоя с различной сомкнутостью крон, и др.

Полученный материал позволит более точно рассчитывать степень природной пожарной опасности на различных участках лесной территории и уже на этой основе подойти с учетом источников огня к определению фактической пожарной опасности в лесу.

#### ЛИТЕРАТУРА

Берлянд Т. Г., Мухенберг В. В. Роль поглощенной радиации в формировании радиационного баланса. Труды Главной географической обсерватории, вып. 134, Л., Гидрометеогиз, 1963.

Будаговский А. И. Водопотребление растений и его связь с гидроклиматическими факторами. Сб. «Климатический режим лесостепной и степной зон СССР в засушливые и влажные годы», М., АН СССР, 1960.

Будаговский А. И. Тепловой баланс леса и поля. М., АН СССР, 1962.

Валендик Э. Н. Шкала пожарной опасности для лесов Красноярского края и Тувинской АССР. Сб. «Лесные пожары и борьба с ними», М., АН СССР, 1963.

Вонский С. М. Интенсивность огня низовых пожаров и ее практическое значение. Л., ЛенНИИЛХ, 1957.

Гейгер Р. Климат приземного слоя воздуха. М., Изд. иностранной литературы, 1960.

Гольцов А. П. Использование дефицита испарения для анализа генезиса засухи. Сб., «Гидроклиматический режим лесостепной и степной зон СССР в засушливые и влажные годы», М., АН СССР, 1960.

Жданко В. А. Методы определения пожарной опасности в лесу в зависимости от погоды. «Лесное хозяйство», 1960.

Жданко В. А. Методы определения пожарной опасности в лесу. Сборник работ по лесному хозяйству. Вып. IV, М., Гослесбумиздат, 1961.

Инструкция по охране леса от пожаров. М., Гослесбумиздат, 1963.

Инструкция по авиационной охране лесов от пожаров. М., Гослесбумиздат, 1963.

Константинов А. Р. Испарение в природе. Л., Гидрометеиздат, 1963.

Корнильев Н. В. Исследования условий загорания в некоторых типах леса. «Лесное хозяйство», 1963, № 7.

Курбатский Н. П. Определение степени пожарной опасности в лесах. «Лесное хозяйство», 1957, № 7.

Курбатский Н. П. Техника и тактика тушения лесных пожаров, М., Гослесбумиздат, 1962.

Курбатский Н. П. Пожарная опасность в лесу. Сб. «Лесные пожары и борьба с ними». М., АН СССР, 1963.

Курбатский Н. П. Шкала пожарной опасности для лесов Средней Сибири и Забайкалья. Сб. «Лесные пожары и борьба с ними». М., АН СССР, 1963.

Курбатский Н. П. Пожарная опасность в лесу и ее определение по местным шкалам. Сб. «Материалы по изучению лесов Сибири и Дальнего Востока», Красноярск, 1963.

Мелехов И. С. Опыты изучения пожаров в лесах Севера. Архангельск, ЛТИ, 1939.

Мелехов И. С. Природа леса и лесные пожары. Архангельское книжное издательство. ОГИЗ, 1947.

Мелехов И. С., Корносова Л. И., Чертовский В. Г. Руководство по изучению типов концентрированных вырубок. АН СССР, 1962.

Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса. М., АН СССР, 1960.

Нестеров В. Г. Горимость леса и методы ее определения. М., Гослесбумиздат, 1940.

Нестеров В. Г. Вопросы современного лесоводства. М., Сельхозгиз, 1961.

Романов В. В. Гидрофизика болот. Л., Гидрометиздат, 1961.

Савина С. С. Гидрометеорологический показатель засухи и его распределение на территории европейской части СССР. М., 1963.

Серебренников П. П. и Матренин В. В. Лесные пожары и борьба с ними. 1937.

Сныткин Г. В. Определение пожарной опасности в Тимирязевском леспромхозе. «Лесное хозяйство». 1964, № 1.

Сукачев В. Н. Дендрология. Л., Гослестехиздат, 1938.

Фуряев В. В. Шкала пожарной опасности для лесов Забайкалья. Сб. «Лесные пожары и борьба с ними», М., 1963.

Шамшин В. А. Лесопожарное районирование Камчатской обл., Сб. «Леса Камчатки и их лесохозяйственное значение», М., АН СССР, 1963.

## **МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ МЕСТ РУБОК И ЕГО ЛЕСОПОЖАРНАЯ ОЦЕНКА**

В лесной промышленности уровень механизации основных операций на лесосечных работах превышает 90%. В то же время такой трудоемкий процесс, как очистка мест рубок, ежегодно на площади около 2,5 млн. га производится вручную, на нее затрачивается около 20 млн. чел.-дней (свыше 50 млн. руб.), что составляет почти 20% всех трудовых затрат на лесоразработках.

О необходимости механизации работ по очистке мест рубок высказываются специалисты как лесного хозяйства, так и лесной промышленности (В. В. Огиевский, 1957; И. С. Мелехов, 1963; Ф. Д. Вараксин, 1963; К. И. Вороницын, 1963 и др.). Механизированная очистка мест рубок позволит значительно повысить производительность труда, резко сократить трудовые затраты, своевременно очистить места рубок и создать условия для механизации лесокультурных работ.

В настоящее время для механизированной очистки мест рубок создано несколько типов подборщиков сучьев, в основном грабельные. Эти навесные орудия приспособлены для установки на трелевочные тракторы различных марок. Работа агрегата заключается в том, что он собирает лежащие на вырубке порубочные остатки в параллельно расположенные между собой валы.

В литературе сведения о подборщике сучьев появились впервые в 1950 г., когда В. Г. Манцыревым было получено авторское свидетельство на устройство для сбора сучьев на лесосеке. Эта идея была одобрена производством и в Крестецком и Оленинском леспромхозах ЦНИИМЭ работают тракторные подборщики сучьев различной конструкции (табл. 1).

В результате анализа данных табл. 1 можно сделать следующие выводы:

1. Применение тракторного подборщика сучьев резко (в 15—17 раз) уменьшает затраты труда при очистке мест рубок и удешевляет стоимость очистки.

2. Применение подборщика позволяет перейти к безогневой очистке лесосек, так как сучья в валах настолько перемешиваются с грунтом, что уже не представляют серьезной пожарной

Характеристика работы подборщика сучьев различной конструкции \*

Авторы предложений	Марка трактора, на котором монтируется подборщик	Вес подборщика, кг	Ширина захвата, см	Количество зубьев, промежуток между зубьями, см	Производительность труда, га за смену	Эффективность применения подборщика	Характеристика валов, собранных сучкоподборщиком
С. В. Михайлов (1960) М. П. Харламов (1960)	ТДТ-40 ТДТ-60	630	256	9	2,5—3,7	Примерно в 20 раз уменьшает трудозатраты и в 1,6 раза — стоимость очистки	
Б. Орешкин (1962)	ТДТ-60	—	—	6	—	В 17 раз уменьшает трудозатраты и в 15 раз — стоимость очистки	
В. Д. Первухин (1962)	ТДТ-60	—	—	7	—	Экономия на 1 га — 12 руб.	
В. И. Удилов, Б. В. Некрылов, И. И. Соромотин (1962)	ТДТ-40	630	250—405	9/30—14	2,4—2,9	Примерно в 15 раз уменьшает трудозатраты и в 1,8 раза — стоимость очистки	Ширина 2—2,5 м, высота 0,8—0,9 м, площадь, занятая валами, 6—10%
Е. М. Желтов (1963)	ТДТ-40 ТДТ-60 (ПС-1)	1460	306	10/28	3,5—5,0	Примерно в 20 раз уменьшает трудозатраты. Экономия на каждый гектар 2,33 руб.	Ширина 1,5 м, высота 0,8 м, площадь, занятая валами, 5—9%
Е. М. Желтов, С. М. Глобенко (1963)	ТДТ-60 (ПС-2)	2308	373	12/25	4,35		



Авторы предложений	Марка трактора, на кото- ром мон- тируется подборщик	Расстояние между валами, м	Глубина рыхления почвы, см	Лесопожарная оценка работы подборщика	Лесокультурная оценка работы подборщика	Район применения
С. В. Михайлов (1960) М. П. Харламов (1960)	ТДТ-40 ТДТ-60	10—20	15—20	«... примешивание при сгребании с земель, что ис- ключает случаи загорания порубочных остатков ле- том» (С. В. Михайлов). «Ле- том валы получают пере- мешанные с землей и не опасны в пожарном отно- шении» (М. П. Харламов)	«... рыхление почвы (соз- дает) условия для посева и посадки без специаль- ной подготовки почвы» (С. В. Михайлов) «... спо- собствует подготовке почвы под естественное возобно- вление» (М. П. Харламов)	Свердловская обл., Камыш- ловский ЛПХ
Б. Орешкин (1962)	ТДТ-60	30—40		При очистке «... сучья на- столько перемешиваются с землей и дерном, что уже не представляют пожарной опасности и сжигать их не требуется»	«... поранение почвенного слоя создает благоприят- ные условия для возобно- вления леса»	Оленинский ЛПХ ЦНИИМЭ
В. Д. Первухин (1962)	ТДТ-60	20—30		«Сучья в валах... сильно перемешаны с землей. По- этому сжигать их сразу нельзя, но пожарной опас- ности они совсем не пред- ставляют»	«... рыхлит верхний слой почвы»	Удмуртская АССР

Авторы предложений	Марка трактора, на кото- ром мон- тируется подборщик	Расстояние между валами, м	Глубина рыхления почвы, см	Лесопожарная оценка работы подборщика	Лесокультурная оценка работы подборщика	Район применения
В. И. Удилов, Б. В. Некрылов, И. И. Соромотин (1962)	ТДТ-40	Сосновые и листвен- ные лесосеки 40—45; елово-пихтовые 15—25	До 10	«... при такой очистке зна- чительно снижается пожар- ная опасность, так как основная масса порубоч- ных остатков концентри- руется в валах, смешанных с грунтом»	«... в процессе очистки лесо- сек производится и подго- товка почвы для естествен- ного лесовозобновления»	Иркутская и Свердло- вская обл.
Е. М. Желтов (1963)	ТДТ-40 ТДТ-60 (ПС-1)	Сильная захламли- вость 15—25, слабая и средняя 30—40		«При сборе в валы сучья перемешиваются с землей. Это создает хорошие усло- вия для перегнивания по- рубочных остатков и умень- шается опасность пожаров»	«Одновременно с очисткой площади... может рыхлить почву, чтобы создать усло- вия для естественного лесо- возобновления»	Крестецкий ЛПХ ЦНИИМЭ
Е. М. Желтов, С. М. Глобенко (1963)	ТДТ-60 (ПС-2)			«Если вырубki очищают зимой, то в порубочных остатках сохраняется влага и они быстро перегнивают»		

\* В таблицу включены только те характеристики, в которых наиболее полно отражена техническая характеристика агрегатов и освещены результаты работы подборщиков сучьев.

опасности и, по мнению ряда авторов, даже не горят. Такие валы можно оставлять на перегнивание.

3. Порубочные остатки, собранные подборщиком в валы, не являются препятствием для проведения на очищенной площади вырубki лесокультурных работ (расстояние между валами 10—40 м, площадь, занятая валами, составляет 5—10%).

4. В процессе очистки подборщик производит подготовку почвы под естественное возобновление, разрыхляя слой почвы на глубину до 20 см, т. е. путем рыхления почвы подборщик оказывает содействие естественному возобновлению.

Таким образом применение подборщика сучьев позволяет решить целый комплекс вопросов, затрагивающих интересы как лесной промышленности, так и лесного хозяйства.

В 1963 г. Государственным комитетом по лесной, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности и лесному хозяйству при Госплане СССР были проведены межведомственные сравнительные испытания подборщика сучьев. Цель испытаний — выбор наиболее оптимального варианта конструкции подборщика для рекомендации его в производство. В результате проведенных испытаний государственной межведомственной комиссией рекомендованы к серийному выпуску подборщики ЦНИИМЭ и комбината Удмуртлес. Следовательно, можно ожидать, что в ближайшее время подборщик сучьев будет применяться широко в лесной промышленности.

Как отмечалось еще в дореволюционной литературе, одной из причин лесных пожаров является огневая очистка лесосек (Н. В. Баранецкий, 1880; Д. М. Кравчинский, 1911; Э. Э. Керн, 1912 и др.).

Установлено, что и в настоящее время основной причиной возникновения пожаров на свежих вырубках является огневая очистка лесосек. В районах особенно интенсивных лесозаготовок количество таких пожаров от сжигания порубочных остатков достигает 60%. Это вызывается жесткими сроками сдачи лесосек, большим объемом работ по очистке и доочистке вырубок, недостатком рабочей силы. Все это приводит к тому, что до наступления пожароопасного сезона лесозаготовители не справляются с выполнением работ по очистке в полном объеме и вынуждены производить сжигание порубочных остатков весной в пожароопасный сезон, что приводит к массовому возникновению пожаров.

Хотя «Правилами очистки мест рубок» (1950) в некоторых лесорастительных условиях сжигание порубочных остатков и не рекомендовалось, практически их сжигают во всех лесах Союза, где ведутся лесозаготовки. Таким образом, весенняя огневая очистка лесосек, которую обычно рассматривают как способ резкого снижения пожарной опасности в лесу, на практике сама является причиной многочисленных пожаров.

Ущерб, наносимый такими пожарами как лесному хозяйству, так и лесной промышленности, общеизвестен.

Введение новых «Правил по очистке мест рубок» (1962) принципиально не изменило установившейся практики на вырубках. Хотя огневой прием очистки и поставлен в «Правилах» на последнее место, фактически он широко применяется и обязателен там, где в последующем будет проводиться искусственное лесовосстановление, а также в тех случаях, когда огневая очистка будет способствовать естественному возобновлению. В 1963 г. план по посеву, посадке и содействию естественному возобновлению по РСФСР был установлен в объеме 1,5 млн. га. В последующие годы эта площадь будет несколько возрастать (В. И. Рубцов, 1964). Таким образом, при существующем положении огневая очистка мест рубок будет способствовать возникновению большого числа пожаров на вырубках.

Вопрос о нецелесообразности применения в широких масштабах огневой очистки в последние годы активно поднимается работниками лесной промышленности и лесного хозяйства (О. Е. Раев, 1957; Б. П. Колесников, 1958; Т. И. Кищенко, 1960 и др.).

Одним из путей, позволяющим сократить объем огневой очистки лесосек, как считает ряд авторов, является применение подборщика сучьев (см. табл. 1). Обоснованием для этого служат следующие наблюдения:

1. Валы, собранные подборщиком в летний период, из-за значительной примеси в них земли не горят или горят очень слабо (С. В. Михайлов, 1960; М. П. Харламов, 1960 и др.).

2. В валах, собранных зимой, длительное время сохраняется влага и порубочные остатки в них быстро перегнивают. Таким образом, эти горючие материалы менее опасны в пожарном отношении (С. М. Глобенко, Е. М. Желтов, 1963).

Иную оценку горимости валов, собранных подборщиком сучьев, дает Н. И. Иванов (1962). Он утверждает, что валы, собранные подборщиком сучьев, опасны в пожарном отношении и будут гореть, правда, в отдельных случаях, например при летней очистке на песчаных и супесчаных почвах, не очень сильно. Особенно пожароопасными Н. И. Иванов считает валы, собранные зимой по мерзлому грунту, так как в них будет отсутствовать примесь минерального слоя почвы. Аналогичные предположения он делает относительно валов, собранных в сырых типах леса. В этих условиях из-за толстого слоя мохового очеса и подстилки мало вероятно, чтобы подборщик сучьев смог извлечь минеральный слой почвы наружу и перемешать его с порубочными остатками в валах. Следовательно, и здесь собранные в валы порубочные остатки будут представлять пожарную опасность.

Таким образом, в настоящее время имеются две диаметр-

рально противоположные точки зрения на горимость валов, собранных подборщиком сучьев, и в зависимости от того или иного суждения даются рекомендации по способам очистки мест рубок. Противоречия в суждениях о горимости валов и способах очистки мест рубок вызваны тем, что в настоящее время нет объективной количественной оценки лесопожарной характеристики вырубок после работы подборщика сучьев.

Для того чтобы с позиций лесной пирологии дать такую оценку, необходимо предварительно уточнить основные факторы, определяющие лесопожарную характеристику вырубок.

Пожарная характеристика вырубок определяется степенью вероятности возникновения пожаров и предполагаемой интенсивностью огня.

Вероятность возникновения низовых пожаров (пожарная опасность) зависит от степени влажности напочвенного покрова, при которой огонь может по нему распространяться, и источников огня. Иными словами, вероятность возникновения пожаров обуславливается природной готовностью горючих материалов к возникновению низовых пожаров и наличием источников огня. Не вдаваясь в анализ причин, вызывающих появление в лесу источников огня, рассмотрим основные факторы, определяющие природную готовность к возникновению пожаров. Эта готовность будет определяться количеством напочвенного покрова и его влажностью, которые в свою очередь зависят от лесорастительных и погодных условий. Из основных факторов мы можем изменить величину только одного — количества горючих материалов на вырубках.

Основными факторами, определяющими интенсивность огня низовых пожаров в равнинных условиях, являются горючие материалы напочвенного покрова и порубочные остатки, их влажность и скорость ветра. Как и в предыдущем случае, здесь можно изменить только количество горючих материалов (С. М. Вонский, 1962).

Как следует из анализа, в обоих случаях мы можем изменить значение только одного фактора — количества горючих материалов на вырубке, которым определяется как возможность возникновения пожара, так и его интенсивность. Поэтому при количественной оценке лесопожарной характеристики вырубок мы будем уделять основное внимание изучению этого ведущего фактора, а также его влиянию на интенсивность огня на вырубках, очищенных подборщиком сучьев.

Летом 1963 г. в Крестецком леспромхозе ЦНИИМЭ (Новгородская обл.) нами проводилось изучение пожарной опасности свежих вырубок, очищенных подборщиком ПС-1 конструкции ЦНИИМЭ (см. табл. 1), модифицированный образец которого ПС-2 участвовал в межведомственных сравнительных испытаниях 1963 г. и был рекомендован к серийному выпуску.

Всего было обследовано 11 вырубок, которые были разделены на три группы (табл. 2) в зависимости от сочетания сезона заготовки и сроков очистки, что определило различный качественный состав валов и характеристику пространства между ними.

Характеристика по группам свежих вырубок, очищенных подборщиком сучьев, приведена в табл. 3. На всех вырубках, за исключением одной, проводилась трелевка деревьев с кронами: летом — лебедками, зимой — тракторами.

Из данных табл. 3 следует, что площадь вырубок, занятая валами, во всех группах примерно одна и та же и в среднем составляет 8—10%. Исключение составляет участок 11, где

Таблица 2

Характеристика групп вырубок  
в зависимости от сочетания  
сезонов заготовки и сроков очистки

Сезон очистки	Сезон заготовки по группам	
	безморозный	морозный
Безморозный . . .	I	I
Морозный . . . . .	II	III

проводилась хлыстовая трелевка, — там площадь, занятая валами, почти достигает 16%. По наблюдениям ряда авторов, площадь, занятая валами, также колеблется в пределах 5—10% (В. И. Удилов, 1962; Н. И. Иванов, 1962; Е. М. Желтов, 1963).

Как видно из табл. 3, высота вала в среднем не превышает 0,5 м, а ширина — 1,5 м. Большая ширина валов во II группе обусловлена тем, что после летней заготовки порубочные остатки вмерзают в грунт и их труднее, чем в других условиях, собрать зимой в компактные валы.

Объем порубочных остатков на вырубках широко варьирует как в пределах каждой группы, так и между группами. Это обусловлено целым рядом обстоятельств: характером древостоя, сезоном заготовки, сроками очистки вырубок и т. д. Так, например, наибольший объем валов на участке 11 обусловлен тем, что там проводилась трелевка хлыстами и, следовательно, все порубочные остатки оставались на лесосеке. Наименьший объем валов на участке 3 вызван низкой производительностью древостоя (сосняк-багульник).

Для летнего периода работы подборщика характерно содержание в валах примеси напочвенного покрова и подстилки. Это наблюдается во всех условиях местопроизрастания. Примесь в валах минерального слоя встречается только на сухих и дренированных почвах, где мощность напочвенного покрова и подстилки невелика и подборщик захватывает горизонт  $A_1$ .

В зимний период работы подборщика во всех условиях местопроизрастания валы состоят из остатков крон и стволовой древесины.

Таблица 3

## Характеристики вырубок, очищенных подборщиком сучьев

№ группы	№ участка	Тип леса	Площадь, занятая валами на 1 га, %	Характеристика валов						Характеристика пространства между валами						
				средняя высота, см	средняя ширина, см	объем, складочных м³/га	качественный состав				расстояние между валами, м	степень поранения подстилки и покрова			площадь, покрытая порубочными остатками, %	
							А <sub>1</sub>	Н/П и А <sub>0</sub>	порубочных остатков			Н/П и А <sub>0</sub> , %	в том числе до А <sub>1</sub> , %	средняя глубина поранения, см		
									кроны	ствола					мелкими	крупными
I	1	Сосняк-черничник влажный . . . . .	7,0	48	136	265	—	+	+	+	17,8	50	25	19	25	<10
	2	Ельник-черничник свежий . . . . .	9,1	53	108	379	+	+	+	+	9,2		Борозды для лесных культур, проложенные плугом ПКЛ-70			
	3	Сосняк-багульник . . . . .	7,0	35	144	172	—	+	+	+	17,8	30	20	7	15	<10
	4	Ельник-брусничник . . . . .	10,1	56	126	470	+	+	+	+	11,1	70	50	7	20	
	5	Елово-лиственный кисличник . . . . .	6,9	50	128	265	+	+	+	+	17,5	65	35	9	25	<10
	6	Березняк-кисличник . . . . .	6,0	52	157	372	+	+	+	+	15,0		Борозды для лесных культур, проложенные плугом ПКЛ-70			
II	7	Сосняк-черничник свежий	10,0	47	222	338	—	—	+	+	20,1	Повреждений нет			45	<10
	8	Ельник-черничник свежий	11,0	30	264	187	—	—	+	+	27,0	То же			55	<10
III	9	Ельник-черничник свежий	10,0	37	105	282	—	—	+	+	9,5	»	»	»	5	<10
	10	То же	6,8	39	106	382	—	—	+	+	14,8				15	<10
	11	Елово-лиственный черничник свежий . . . . .	15,7	66	162	686	—	—	+	+	8,6				15	<10

Условные обозначения: Н/П — напочвенный покров; А<sub>0</sub> — подстилка; А<sub>1</sub> — минеральный слой почвы; (+) — наличие фракции, (—) — отсутствие фракции.

Наша характеристика качественного состава валов полностью совпадает с высказываниями по этому вопросу Н. И. Иванова (1962). Характеристика качественного состава валов, приведенная в других работах (Б. Орешкин, 1962; В. И. Удилов, 1962 и др.), типична для валов, собранных подборщиком на сухих и дренированных почвах в летний период.

Расстояние между валами в какой-то мере определяется количеством порубочных остатков и сезоном очистки. В первой группе оно составляет от 9 до 18 м, во второй 20—27 м и в третьей — 9—15 м. Наибольшее расстояние во второй группе обусловлено тем, что в этих условиях (летняя заготовка и зимняя очистка) подбирается меньше порубочных остатков, так как некоторые порубочные остатки, особенно крупные, примерзают к грунту.

По данным целого ряда авторов, расстояние между валами варьирует в очень широких пределах: от 10 до 45 м (С. Михайлов, 1960; В. И. Удилов, 1962 и др.), что объясняется степенью захламленности участка, сезоном очистки и конструкцией самого подборщика.

Поранение напочвенного покрова и подстилки характерно только для летне-осеннего безморозного периода очистки. Площадь поранения в значительной мере зависит от условий местопроизрастания. В более влажных — степень поранения меньше, в сухих — выше. Она колеблется от 20 до 50% (наибольшая степень в ельнике-брусничнике, наименьшая — в сосняке-багульнике). Глубина поранения почвы от 10 до 20 см.

Указание целого ряда авторов на то, что подборщик сучьев в процессе очистки одновременно подготавливает почву для естественного лесовозобновления (С. В. Михайлов, 1960; Е. М. Желтов, 1963 и др.), справедливо только при эксплуатации его на сухих почвах и в безморозный период.

Степень покрытия вырубки мелкими порубочными остатками в первую очередь зависит от сочетания сезонов заготовки и очистки вырубки, а в пределах групп — от характера насаждения. Наибольшая степень покрытия была отмечена на участках второй группы (в 2—3 раза больше, чем в других группах). Это связано с тем, что приземленные в период летней заготовки мелкие порубочные остатки примерзают к напочвенному покрову и при зимней очистке не убираются. Наименьшая степень покрытия наблюдается на вырубках третьей группы, где практически со снегом сгребают в валы все мелкие порубочные остатки.

Количественная характеристика горючих материалов, находящаяся в зоне низовых пожаров на вырубках, дана в табл. 4.

Из данных этой таблицы следует, что в пространстве между валами, которое составляет 85—95% площади вырубок, сосредоточено от 16 до 58% всех горючих материалов. В абсолютных значениях это соответствует 3,2—14,1 т/га, или 14,9—74,9 млн.



**Запас горючих материалов и тепла на вырубках, очищенных подборщиком  
сучьев (в млн. ккал/га)**

№ группы	№ участка	В пространстве между валами								В валах		Всего на вырубках	Отношение (II) к (9) на единицу площади
		напочвенный покров		порубочные остатки				и т о г о					
				мелкие		крупные							
		$\frac{m}{\text{млн. ккал}}$	%	$\frac{m}{\text{млн. ккал}}$	%	$\frac{m}{\text{млн. ккал}}$	%	$\frac{m}{\text{млн. ккал}}$	%	$\frac{m}{\text{млн. ккал}}$	%	$\frac{m}{\text{млн. ккал}}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	1	$\frac{4,82}{25,0}$	13,2	$\frac{0,90}{4,20}$	2,2	$\frac{1,16}{5,70}$	3,0	$\frac{6,89}{34,9}$	18,4	$\frac{31,49}{154,83}$	81,6	$\frac{38,38}{189,73}$	62
	2	$\frac{3,05}{15,79}$	11,4	$\frac{0,57}{2,62}$	1,9	$\frac{0,74}{3,63}$	2,6	$\frac{4,36}{22,04}$	15,9	$\frac{23,9}{116,3}$	84,1	$\frac{28,26}{138,34}$	51
	3	$\frac{5,88}{28,2}$	20,7	$\frac{0,75}{3,5}$	2,6	$\frac{1,82}{8,9}$	6,5	$\frac{8,45}{40,6}$	29,8	$\frac{19,11}{95,65}$	70,2	$\frac{27,56}{136,25}$	32
	4	$\frac{3,20}{16,4}$	11,6	$\frac{1,23}{5,5}$	3,9	$\frac{0,64}{3,2}$	2,2	$\frac{5,07}{25,1}$	17,7	$\frac{24,19}{116,38}$	82,3	$\frac{29,26}{141,48}$	43
	5	—	14,4	$\frac{2,97}{13,7}$	—	$\frac{0,25}{1,2}$	1,3	$\frac{3,22}{14,9}$	15,7	$\frac{15,37}{80,29}$	84,3	$\frac{18,59}{95,19}$	71
	6	—	7,0	$\frac{1,91}{8,86}$	—	$\frac{0,16}{0,77}$	0,6	$\frac{2,07}{9,63}$	7,6	$\frac{22,77}{116,35}$	92,4	$\frac{24,33}{125,98}$	171

№ группы	№ участка	В пространстве между валами								В валах		Всего на вырубках	Отношение (II) к (9) на единицу площади
		напочвенный покров		порубочные остатки				и т о г о					
				мелкие		крупные							
		$\frac{т}{млн. ккал}$	%	$\frac{т}{млн. ккал}$	%	$\frac{т}{млн. ккал}$	%	$\frac{т}{млн. ккал}$	%	$\frac{т}{млн. ккал}$	%	$\frac{т}{млн. ккал}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
II	7	$\frac{3,99}{20,2}$	12,5	$\frac{2,12}{10,0}$	6,2	$\frac{7,38}{32,8}$	20,3	$\frac{13,49}{63,0}$	39,0	$\frac{20,28}{98,36}$	61,0	$\frac{33,77}{161,36}$	13
	8	$\frac{8,84}{44,7}$	34,6	$\frac{2,32}{16,1}$	12,4	$\frac{2,98}{14,1}$	10,9	$\frac{14,14}{74,9}$	57,9	$\frac{11,22}{54,42}$	42,1	$\frac{25,36}{129,32}$	6
III	9	$\frac{3,70}{18,6}$	16,5	$\frac{2,40}{10,9}$	9,7	$\frac{2,53}{12,1}$	10,7	$\frac{8,63}{41,6}$	36,9	$\frac{16,92}{71,06}$	63,1	$\frac{25,55}{112,32}$	16
	10	$\frac{5,83}{28,9}$	18,2	$\frac{1,69}{7,6}$	4,8	$\frac{2,4}{11,5}$	7,2	$\frac{9,92}{48,0}$	30,2	$\frac{22,92}{111,16}$	69,8	$\frac{32,84}{159,16}$	32
	11	$\frac{5,24}{26,1}$	10,6	$\frac{1,63}{7,2}$	2,9	$\frac{0,94}{4,4}$	1,3	$\frac{7,78}{37,7}$	15,4	$\frac{38,94}{207,96}$	84,6	$\frac{46,72}{245,66}$	28

Примечание. Вес горючих материалов приведен в абсолютно сухом состоянии.

ккал/га (участки 2,6 и 11, как не типичные, из анализа исключены).

На вырубках I группы запас горючих материалов в пространстве между валами меньше, чем в других группах, и колеблется от 16 до 30% (3,2—8,5 т/га, или 9,6—40,6 млн. ккал/га). Это обусловлено тем, что часть напочвенного покрова и подстилки собрана в валы.

На вырубках II группы количество горючих материалов в пространстве между валами больше, чем в других группах, и колеблется от 39 до 58% (13,5—14,1 т/га, или 63—74,9 млн. ккал/га). Это связано с тем, что в данных условиях напочвенный покров совершенно не повреждается подборщиками и часть примерзших порубочных остатков при очистке не убирается.

На вырубках III группы запас горючих материалов занимает среднее положение между I и II группами и колеблется в пределах от 30 до 37% (8,6—9,9 т/га, или 41,6—48 млн. ккал/га). Это происходит потому, что напочвенный покров не повреждается, но порубочные остатки собираются более полно, чем во II группе.

Следует отметить, что на участках 2 и 6, где в пространстве между валами проложены лесокультурные борозды, занимающие в среднем около 30% этой площади, запас горючих материалов наименьший, так как они частично уничтожены при прокладке борозд.

Из материалов таблицы следует, что в валах, которые занимают всего 6—11% площади вырубок, сосредоточено от 42 до 92% горючих материалов.

На вырубках I группы запас горючих материалов в валах несколько больше, чем в других группах, — от 70 до 90%. Это объясняется тем, что в состав валов этой группы, кроме порубочных остатков, входят напочвенный покров и подстилка. Существенной разницы в запасе горючих материалов между II и III группами установить нельзя. Следует отметить, что из-за менее полного сбора порубочных остатков в валах II группы запас горючих материалов несколько ниже — от 42 до 60%.

Общий суммарный запас всех горючих материалов на вырубках (как в пространстве между валами, так и в валах) в среднем по группам резко не различается и составляет около 30 т/га, или 150 млн. ккал/га.

Наиболее характерным показателем для оценки неравномерности расположения горючих материалов на вырубке является отношение запаса горючих материалов в валах к запасу горючих материалов, расположенных в пространстве между валами, на единицу площади.

Наибольшей величины это отношение достигает в I группе (исключая участок 2 и 6, где напочвенный покров частично уничтожен лесокультурными бороздами). Запас горючих

материалов в валах на единицу площади в 32—71 раз больше, чем в пространстве между валами.

На вырубках, отнесенных ко II группе, это отношение составляет от 6 до 13, так как покров в этих условиях не повреждается и в пространстве между валами остается значительная часть неубранных порубочных остатков.

Вырубки III группы занимают по величине отношения промежуточное положение (от 16 до 32). Напочвенный покров в этой группе не повреждается, но порубочные остатки убираются достаточно полно.

В табл. 4 приведены лишь потенциальные запасы горючих материалов на вырубке, и по ним еще нельзя судить о влиянии каждой группы этих материалов на интенсивность огня. Для того чтобы определить их реальную значимость, нами были проведены огневые опыты.

Интенсивность огня при горении валов, собранных подборщиком сучьев, была прослежена на всех участках, за исключением 5 и 8. Сжигание проводилось как в сухой, так и в дождливый период пожароопасного сезона.

В сухой период сжигание проводилось на 2,6 и 11 участках. Результаты наблюдений представлены в табл. 5.

Анализ данных табл. 5 позволяет сделать следующие основные выводы:

1. В летний сухой период пожароопасного сезона интенсивность огня валов как зимнего, так и летнего сбора выше, чем в пространстве между валами.

2. Интенсивность горения валов выше интенсивности кромок фронта низового пожара на неочищенной вырубке в 4—10 раз.

3. При горении вала по ветру глубина кромок достигает 9 м и высота пламени 3 м. Если ветер переменный, глубина кромок несколько меньше (до 4 м), а высота пламени достигает 2 м.

4. Газовоздушные токи, возникающие при таком интенсивном горении, разносят искры на расстояние до 30—40 м.

5. При горении валов в них сгорают те крупные порубочные остатки (сучья, стволы), которые в кромке низового пожара только обгорают.

6. Полнота сгорания валов зависит от состава их горючих материалов. Вал только из одних порубочных остатков сгорает наиболее полно (участок 11), вал с различной примесью напочвенного покрова и подстилки сгорает не полностью.

В дождливый период второй половины августа сжигание проводилось на участках 1, 3, 4, 7, 9 и 10.

По характеру горения между валами летнего и зимнего сбора было отмечено резкое различие. В валах летнего сбора имеется значительное количество горючих материалов — напочвенного покрова и подстилки, которые по сравнению с порубочными остатками быстрее увлажняются и медленнее высыхают. При-

## Интенсивность огня при горении валов, собранных подборщиком сучьев

№ участка	№ секции	Скорость ветра, м/сек	Количество тепла, $Q_H^D$			$q$ тыс. ккал/мин		Скорость горения, м/мин	Высота пламени (числитель)  Глубина кромки, м (знаменатель)	Полнота сгорания вала, %
			выгоревшей части вала, тыс. ккал	на $M^2$ , тыс. ккал	на всю ширину вала, тыс. ккал	на 1 пог. м	по всей ширине вала			
2	1	4,3	420	66	84	56,4	72,2	0,86	1,5/2	75
	2	4,9	325	58	65	27,0	30,5	0,47	1/2	
	3	4,7	202	45	40	19,3	17,4	0,43	1/3	
	4	5,1	202	51	40	60,6	48,5	1,20	1—1,5/3	
6	1	2,2	716	68	143	27,3	57,3	0,40	2/3	85
	2	2,5	494	44	99	13,6	30,6	0,31	0,5—1,5/1—4	
	3	2,7	563	50	113	13,0	29,3	0,26	1—2/1—4	
	4	2,1	570	67	114	20,8	35,4	0,31	1—2/1,5—3	
	5	2,4	532	53	116	23,2	39,4	0,37	1—2/1—2	
	9	2,2	723	62	145	43,0	101,0	0,70	2—3/2—5	
	10	2,3	454	40	91	31,0	69,8	0,77	2/3	
	11	1,8	757	76	151	16,6	33,2	0,22	—	
	12	1,8	505	53	101	11,2	21,3	0,21	—	
	14	1,9	379	56	76	5,6	7,6	0,10	—	
11	1	1,9	679	94	136	61,8	89,6	0,66	2—3/4,5—6	90
	2	2,0	930	101	186	83,4	154,3	0,83	1/6	
	3	2,4	1024	98	200	46,8	98,3	0,48	3/7—8	
	4	2,5	940	94	188	42,3	84,6	0,45	2/6—8	
	5	2,7	1146	104	230	46,8	102,9	0,45	2,5/8—9	
	6	3,1	1114	101	224	46,6	102,5	0,46	2,5—3/9	
	7	2,9	759	69	152	20,7	45,5	0,30	2/7	
9	1	1,1	490	43	82	2,2	4,2	0,05	1—2/0,5	75

Примечание. Длина секции вала 5 м.

месь этих горючих материалов в валах летнего сбора делала их в дождливую погоду практически негоримыми. По нашим наблюдениям, на участках 1, 3 и 4 полнота сгорания валов летнего сбора в дождливый период составляла 2—5% по сравнению с 75—85% при сжигании в сухую летнюю погоду. Эти валы могли гореть только местами, там, где под «навесом» из порубочных остатков сохранился сухой напочвенный покров и мелкие порубочные остатки (хвоя, листья, ветки). Влажность напочвенного покрова и мелких порубочных остатков, расположенных

под «навесом» и не защищенных от осадков, была больше в 3—4 раза. В таких местах огонь мог распространяться по валу от центра поджога очень медленно, 1—2 м за 1 ч. Далее огонь не распространялся, так как на высушивание очередной порции влажных горючих материалов для продолжения горения не хватало тепла из-за низкой интенсивности огня. Естественно, что напочвенный покров в пространстве между валами в этот период не горел, так как влажность его составляла 70—80% (здесь и далее указывается влажность от сырого веса).

В валах зимнего сбора примесь напочвенного покрова и подстилки отсутствовала и поэтому они горели значительно интенсивней, выгорая на 40—60% (участки 7, 10). Если вал состоял преимущественно из порубочных остатков ели, которые за зиму и лето плотно слежались, и высота вала не превышала 40 см, горение протекало очень медленно (участок 9).

Следует отметить, что валы, собранные подборщиком сучьев зимой, основательно перемешаны со снегом, и поэтому сжигать их зимой или ранней весной не представляется возможным.

Располагая данными о запасе горючих материалов (см. табл. 4) и сведениями о полноте их сгорания (см. табл. 5), можно перейти к расчету значения каждой из групп горючих материалов для интенсивности огня низовых пожаров в сухой пожароопасный период (табл. 6).

Не вдаваясь в подробный анализ представленных в таблице материалов, можно сделать следующие основные выводы:

1. Горючие материалы, сконцентрированные в валах подборщиком сучьев, являются основным горючим, определяющим интенсивность огня на вырубках, и дают от 70 до 85% выделяющегося при пожаре тепла.

2. На втором по значению месте находятся горючие материалы, расположенные в пространстве между валами (15—30% тепла).

3. Из горючих материалов, расположенных в пространстве между валами, основной удельный вес приходится на долю напочвенного покрова и мелких порубочных остатков.

4. Количество тепла, выделяющегося с единицы площади в валах, в среднем в 20—60 раз больше, чем в пространстве между валами.

Работники лесной промышленности рекомендуют оставлять валы, собранные подборщиком сучьев, на перегнивание (С. В. Михайлов, 1960; Е. М. Желтов, 1963 и др.). Скорость разложения этих порубочных остатков в валах имеет определяющее значение для лесопожарной характеристики выруб, очищенных подборщиком сучьев.

Не располагая данными о скорости разложения порубочных остатков в валах, можно только привести примеры скорости разложения куч и валов, собранных вручную. Отмечено,

Таблица 6

**Количество горючих материалов, сгорающих на вырубках, очищенных  
подборщиком сучьев при низовых пожарах**

№ групп	№ участков	Напочвенный покров и мелкие порубочные остатки		Крупные порубочные остатки		Итого в пространстве между валами		Валы		Всего на вырубке	Отношение (9) к (7) на единицу пло- щади
		$\frac{m}{\text{млн. ккал}}$	%	$\frac{m}{\text{млн. ккал}}$	%	$\frac{m}{\text{млн. ккал}}$	%	$\frac{m}{\text{млн. ккал}}$	%	$\frac{m}{\text{млн. ккал}}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	1	$\frac{4,58}{23,36}$	16,5	$\frac{0,46}{2,28}$	1,6	$\frac{5,04}{25,64}$	18,1	$\frac{23,62}{116,12}$	81,9	$\frac{28,66}{141,76}$	57
	2	$\frac{2,90}{14,73}$	14,2	$\frac{0,30}{1,45}$	1,4	$\frac{3,20}{16,18}$	15,6	$\frac{17,93}{87,22}$	84,4	$\frac{21,13}{103,40}$	55
	3	$\frac{5,30}{25,36}$	25,2	$\frac{0,73}{3,56}$	3,5	$\frac{6,03}{28,92}$	28,7	$\frac{14,33}{71,74}$	71,3	$\frac{20,36}{100,66}$	33
	4	$\frac{3,54}{17,52}$	16,5	$\frac{0,26}{1,28}$	1,2	$\frac{3,80}{18,80}$	17,7	$\frac{18,14}{87,38}$	82,3	$\frac{21,94}{106,18}$	41
	5	$\frac{2,38}{10,96}$	13,8	$\frac{0,10}{0,48}$	0,6	$\frac{2,48}{11,44}$	14,4	$\frac{13,06}{68,25}$	85,6	$\frac{15,54}{79,69}$	79
	6	$\frac{1,53}{7,09}$	6,7	$\frac{0,06}{0,31}$	0,3	$\frac{1,59}{7,40}$	7,0	$\frac{18,93}{98,90}$	93,0	$\frac{20,52}{106,30}$	221
II	7	$\frac{4,89}{24,16}$	19,2	$\frac{2,95}{13,12}$	10,4	$\frac{7,84}{37,28}$	29,6	$\frac{18,25}{88,52}$	70,4	$\frac{26,09}{125,80}$	21
	8	$\frac{8,93}{48,64}$	47,1	$\frac{1,19}{5,64}$	5,5	$\frac{10,12}{54,28}$	52,6	$\frac{10,10}{48,98}$	47,4	$\frac{20,22}{103,26}$	7
III	9	$\frac{4,88}{23,60}$	25,5	$\frac{1,01}{4,84}$	5,3	$\frac{5,89}{28,44}$	30,8	$\frac{15,23}{63,95}$	69,2	$\frac{21,12}{92,39}$	20
	10	$\frac{6,02}{29,20}$	21,8	$\frac{0,96}{4,90}$	3,5	$\frac{6,98}{33,80}$	25,3	$\frac{20,63}{100,04}$	74,7	$\frac{27,61}{133,84}$	40
	11	$\frac{5,50}{26,64}$	12,4	$\frac{0,38}{1,76}$	0,8	$\frac{5,88}{28,40}$	13,2	$\frac{35,05}{187,16}$	86,8	$\frac{40,93}{215,56}$	34

что в районах северо-запада европейской части СССР кучи, сложенные из порубочных остатков хвойных пород, разлагаются крайне медленно (М. Е. Ткаченко, 1931; С. В. Алексеев, А. А. Молчанов, 1937). Небольшие кучи, сложенные из лиственных пород, по наблюдениям Д. М. Кравчинского (1911), «... совершенно сгнивают за 5—7 лет». По наблюдениям Н. Т. Картавенко и Б. П. Колесникова (1962), валы, сложенные из порубочных остатков, при разработке лесосек по скородумовской технологии (Свердловская обл.) за 3 года уменьшились по высоте на 64%, а по ширине на 49%. В этой же работе приводятся сведения о скорости разложения порубочных остатков в валах в зависимости от древесной породы, размера и местоположения их в валу (вверху, в середине, внизу вала). Несколько схематизируя результаты наблюдений, можно прийти к выводу, что за 3 года объемный вес порубочных остатков в валах уменьшается на 15—20%.

По данным литературы (А. Купфер, 1928; Н. Е. Декатов, 1936; В. П. Тимофеев, 1951 и др.), которые подтверждаются и нашими наблюдениями, приземленные мелкие порубочные остатки разлагаются почти полностью в течение 2—3 лет, а крупные порубочные остатки в основном затягиваются напочвенным покровом и частично под влиянием микрофлоры разрушаются. Поэтому можно сделать вывод, что валы, собранные подборщиком сучьев, более длительный период будут опасны в пожарном отношении, чем приземленные порубочные остатки.

Из приведенной работы по изучению лесопожарной характеристики вырубок после механизированной очистки вытекает следующее:

1. Очистка мест рубок подборщиком сучьев не уменьшает возможности возникновения пожаров, так как весь напочвенный покров и подстилка практически сохраняются. Исключение составляет летняя очистка на сухих боровых почвах, где возможность возникновения низовых пожаров несколько снижается из-за того, что в пространстве между валами почва обнажается до минерального грунта на площади до 30—50%.

2. Горючие материалы в валах являются основным горючим, определяющим интенсивность огня на вырубках. На их долю приходится, как правило, от 70 до 85% выделяющегося при пожаре тепла. При полном сгорании валов интенсивность огня в них столь значительна, что в этих случаях сгорают даже и те сучья и стволы, которые, находясь в разрозненном состоянии на вырубке, как правило только обгорают. Интенсивность огня при сгорании валов выше, чем интенсивность огня кромки фронта низового пожара, в 4—10 раз. Искры от горящих валов разлетаются на расстояние свыше 40 м.

3. Валы, собранные подборщиком сучьев зимой, сильно перемешаны со снегом и гореть могут только летом или осенью.



Валы, собранные подборщиком в летний период, перемешаны в той или иной степени с напочвенным покровом, подстилкой и даже минеральным грунтом и целиком могут сгорать только в летний пожароопасный период.

4. При оставлении приземленных порубочных остатков на лесосеке хвоя, листья и мелкие ветки в течение 2—3 лет почти полностью разлагаются, а стволы и сучья в основном затягиваются напочвенным покровом и частично разрушаются под влиянием микрофлоры. Валы, собранные подборщиком сучьев, исчезнут и перестанут быть опасными в пожарном отношении не ранее чем через 8—12 лет.

5. Сбор порубочных остатков зимой после летней заготовки приводит к тому, что в пространстве между валами остается очень много порубочных остатков.

6. Лесокультурные борозды, проложенные в пространстве между валами, значительно облегчают борьбу с огнем, так как они препятствуют распространению сплошной кромки огня по напочвенному покрову.

При составлении правил по очистке мест рубок с применением механизации следует учитывать, что валы, собранные подборщиком сучьев, как всякая концентрация горючих материалов, более пожароопасны, чем приземленные порубочные остатки. Поэтому, с лесопожарной точки зрения, подборщик сучьев следует применять только в тех случаях, когда в результате его работы обеспечивается проход для лесокультурных орудий, проводится содействие естественному возобновлению или собранные валы впоследствии уничтожаются огнем способом, чтобы снизить возможную интенсивность огня на пожароопасных участках. Там, где эти мероприятия не проводятся, применять подборщик сучьев нецелесообразно. Исключение составляют вырубki в боровых условиях, где применение подборщика приводит к уменьшению возможной интенсивности огня в результате уничтожения напочвенного покрова и подстилки, а также к сильному смешению порубочных остатков с минеральным грунтом.

В зависимости от целей очистки она может производиться сразу же за рубкой леса или отставать, переходя на следующий сезон. Если, например, заготовка леса на пожароопасном участке (еосняк первой группы горимости, по классификации И. С. Мелехова, 1947) проводится зимой, то для уменьшения возможности возникновения пожаров и ожидаемой интенсивности огня механизированную очистку следует проводить летом.

В пожароопасный сезон (осенью) сжигать можно только валы, собранные предыдущей зимой. Сжигать осенью или зимой валы летнего сбора нецелесообразно.

Широкое внедрение механизированного способа позволит избежать огневой очистки мест рубок, а если и потребуется огневая очистка — ее следует перенести на осень. Это должно резко

понизить случаи возникновения пожаров на вырубках. Уже сейчас целесообразно внести коррективы в действующие «Правила по очистке мест рубок в лесах РСФСР» (1962) с тем, чтобы узаконить фактическое положение дел с механизированной очисткой лесосек на площадях, предназначенных под искусственное лесовозобновление.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев С. В., Молчанов В. А. Очистка лесосек в практике северного лесного хозяйства. Вологда, 1937.
- Баранецкий П. В. Лесоохранение. СПб, 1880.
- Вараксин Ф. Д. Выше творческую активность научно-технической общности. «Лесное хозяйство», 1953, № 9.
- Вонский С. М. Лесопожарная характеристика рубок в связи со способами очистки лесосек при современной технологии лесозаготовок. Сб. научно-технической информации ЛенНИИЛХ, вып. III, 1962.
- Вороницын К. И. Техника и технология лесосечных работ. Сб. «Совершенствование технологии и техники лесосечных, лесотранспортных и дорожно-строительных работ», М., ЦНИИТЭИ, 1963.
- Глобенко С. М., Желтов Е. М. Сравнительные испытания подбора сучьев. «Лесозаготовка и лесное хозяйство», 1963, № 27.
- Декатов Н. Е. Простейшие мероприятия по возобновлению леса на концентрированных рубках. Л., ГЛТИ, 1936.
- Желтов Е. М. Механизация сбора порубочных остатков на лесосеках. «Механизация и автоматизация производства». 1963, № 1.
- Иванов И. И. Определение интенсивности лесных пожаров по вырубкам еловых и сосновых насаждений после механизированного сбора порубочных остатков в валы. Сб. «Механизация и автоматизация лесозаготовок», ЦНИИМЭ, М., Химки, 1962.
- Иванов Н. И. Механизация очистки лесосек. М., Химки, ЦНИИМЭ, 1962.
- Картавенко Н. Т., Колесников Б. П. К вопросу о скорости распада порубочных остатков на сплошных рубках. Труды УФАИ, вып. 28, Свердловск, 1962.
- Керн Э. Э. Мнение постоянной лесокультурной комиссии о противопожарных мерах в казенных лесах. «Лесной журнал», 1912, № 8—9.
- Кищенко Т. И. Рациональные способы очистки лесосек. «Лесная промышленность», 1960, № 1.
- Колесников Б. П. К вопросу об очистке лесосек от порубочных остатков в лесах таежной зоны Свердловской области. Сб. «Рационализаторские предложения и обмен опытом на предприятиях лесного хозяйства», Свердловск, 1958.
- Кравчинский Д. М. О лесных пожарах. СПб., 1911.
- Купфер А. Очистка мест рубок. «Лесовод», 1928, № 1.
- Манцырев В. Г. Устройство для сбора сучьев на лесосеке. Бюлл. изобретателя, 1950, № 6.
- Мелехов И. С. Природа леса и лесные пожары. Архангельск, 1947.
- Мелехов И. С. Основные пути технического прогресса в лесном хозяйстве. «Лесное хозяйство», 1963, № 1.
- Михайлов С. Б. Механизация очистки лесосек. Свердловский совнархоз, обмен производственным опытом, ЦБТИ, 1960.
- Огиевский В. В. Ведущие вопросы искусственного лесоразведения на концентрированных рубках в лесах таежной зоны. Сб. «Труды ЛТА», вып. 81, часть II, 1957.
- Орешкин Б. Сучкоподборщик. «Лесная промышленность», 1962, № 2.

Первухин Е. Д. Механизация очистки вырубок в Какможском лес-  
промхозе. «Лесное хозяйство», 1962, № 8.

Правила очистки мест рубок в лесах Союза ССР, 1950.

Правила по очистке мест рубок в лесах РСФСР, М., 1962.

Раев О. Е. За 1000 кубометров в год на списочного рабочего. «Лес-  
ная промышленность», 1957, № 6.

Рубцов В. И. За дальнейшее повышение технического уровня лес-  
ного хозяйства. «Лесное хозяйство», 1964, № 1.

Тимофеев В. П. Очистка мест рубок леса. М.—Л., ГЛБИ, 1959.

Удилов В. И., Некрылов Б. В., Соромотин И. И. Очистка  
лесосек тракторными сучкоподборщиками. ГОСИНТИ. Отдел лесной про-  
мышленности, Лесозаготовки, Сб. № 1, М., 1962.

Харламов М. П. Механизация очистки лесосек от порубочных ос-  
татков. Сб. «Комплексная механизация и автоматизация лесозаготовитель-  
ных процессов (совещание НТО лесной промышленности Свердловской обл.),  
М., 1960.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСОВ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ В ПОЛОГЕ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

Процесс возникновения и распространения верховых лесных пожаров весьма сложен и мало изучен. Проведенные нами наблюдения и исследования дали возможность наметить основные факторы, обуславливающие возникновение и распространение верховых пожаров в сосновых насаждениях таежной зоны европейской части СССР.

Одним из них, определяющим возможность возникновения и распространения процесса горения в пологе насаждений, является основной объект горения при верховом пожаре — горючие материалы полога (хвоя и мелкие ветки), а также характер их расположения. Изучение запасов и характера распределения горючих материалов в пологе насаждений в конечном итоге дает возможность подойти к расчетам теплового баланса, позволяющим оценить то или иное насаждение с точки зрения возможности возникновения и распространения в нем верхового пожара, что имеет большое значение для практики лесного пожаротушения.

Учет запасов хвои на отдельных деревьях в сосновых насаждениях проводили: А. В. Савина (1941), А. И. Челядинова (1945), Н. П. Георгиевский (1948), М. Д. Данилов (1948), А. А. Молчанов (1949, 1960), А. Л. Кошечев (1955), М. Я. Оскретков (1956), Н. П. Ремезов, Л. Н. Быкова, К. М. Смирнова (1959) и др. Учет проводился в различных географических районах, преимущественно в зоне смешанных лесов, в целях изучения транспирации и фотосинтеза отдельных деревьев и всего насаждения, изучения производительности хвои, а также для выявления потребления и биологического круговорота азота и зольных элементов в лесных насаждениях.

В связи с трудоемкостью работ по учету хвои во всем насаждении исследователи пользовались методом модельных деревьев. Во избежание ошибок при определении запасов хвои модели брали по ступеням толщины, с пятью-шестью повторностями. Так, А. В. Савина для определения запаса хвои в 14-летнем сосновом насаждении брала 31 модель, А. И. Челядинова в 14- и 40-летних насаждениях — по 25 моделей, Н. П. Георгиевский ис-

пользовал данные по 22 и 31 моделям, М. Я. Оскретков на пробной площади спиливал 15 деревьев и т. д. В связи с такой методикой учета, требующей значительных затрат труда и времени, исследователи имели возможность вычислить запас хвой в одном-двух (преимущественно молодых) насаждениях.

А. А. Молчанов (1949), проводя аналогичные работы, пришел к выводу, что взятие большого числа моделей в насаждении затруднительно и нерационально. Данные, полученные в результате его исследований, позволяют судить о запасе хвой в насаждении по пяти-шести модельным деревьям, средним для каждой ступени по высоте и форме крон. Среднее отклонение от наиболее точного способа учета (по 29 модельным деревьям) выражается в  $\pm 6,6\%$ , а точность учета хвой варьировала в пределах от  $\pm 1,6$  до  $\pm 19,8\%$ .

Определяя запас хвой и мелких веток в пологе различных насаждений, мы отступили от методики, предложенной А. А. Молчановым, и вместо средних моделей, взятых по ступеням толщины, брали по три средних модели в насаждении. На основании данных этих моделей вычисляли запас хвой и веток в пологе насаждений.

При определении запаса горючих материалов полого по средним деревьям мы руководствовались следующим. В лесной таксации известно, что деревья, средние по диаметру, также являются средними в насаждении по высоте, форме, объему и другим лесоводственно-таксационным признакам. Естественно допустить, что деревья, приближающиеся к среднему дереву, должны иметь средний запас хвой и веток по отношению ко всему насаждению. Мы полагали, что на основании средних моделей с достаточной точностью для наших целей можно определить запас горючих материалов в пологе различных насаждений. Впоследствии это подтвердилось исследованиями А. Л. Кошечева (1955), Н. П. Курбатского и В. А. Жданко (1957).

А. Л. Кошечев пришел к выводу, что запасы хвой в древостое, подсчитанные по трем средним модельным деревьям, более достоверны, чем данные, полученные на основе моделей, взятых по ступеням толщины. Он объясняет это тем, что средние модельные деревья наиболее близко отражают действительные условия освещения.

Н. П. Курбатский и В. А. Жданко первоначально запас хвой в пологе насаждений определяли по 25 модельным деревьям (по 5 деревьям из пяти ступеней толщины). Полученные результаты были приняты за точные. Затем запас хвой определялся по трем и восьми моделям средней толщины. Результаты опыта были расценены как удовлетворительные, так как при определении запасов хвой по трем средним модельным деревьям ошибки (по сравнению с данными 25 модельных деревьев) были в пределах  $\pm 10\%$ .

Осенью 1953 г. на территории Сосновского лесхоза Ленинградской обл. (Карельский перешеек) было подобрано 15 насаждений, которые и служили объектами исследований. В насаждениях закладывались пробные площади размером до 0,5 га. Сомкнутость полога и степень покрытия поверхности земли напочвенным покровом определялись глазомерно по десятибалльной шкале. После сплошного перечета выявилось среднее дерево по диаметру. При выборе средних модельных деревьев по диаметру подбирали такие модели, у которых форма кроны, длина их и охвоение были примерно средними. Подобранные три дерева спиливали, измеряли их общую высоту, а также длину кроны. Всего в 15 насаждениях было взято 45 модельных деревьев. После отделения сучьев от ствола охвоенные ветки диаметром не более 1 см отрезали секатором и складывали в кучу. Здесь же на месте путем взвешивания определяли вес охвоенных веток моделей (валовый вес основных горючих материалов полога). От общего веса охвоенных веток брали пробы (не менее 20%), которые высушивали в сушильных шкафах до абсолютно сухого веса. Во время сушки хвою отделяли от веток, в результате чего были получены данные по запасам хвои и мелких веток в абсолютно сухом весе.

Перевод запаса хвои и мелких веток на 1 га производился следующим образом. Сумму площадей сечения на  $h=1,3$  м пробной площади относили к сумме площадей сечения (на  $h=1,3$  м) трех модельных деревьев. Получали коэффициент  $K$ . Запас хвои на трех модельных деревьях умножали на коэффициент  $K$  — получали запас хвои на пробе. Аналогичные расчеты делали и для мелких веток. Впоследствии делался пересчет запасов хвои и веток на 1 га.

В связи с тем, что учет производился в насаждениях с различной полнотой для сравнительной оценки запасов хвои и веток в зависимости от возраста определялась средняя (приведенная) полнота для всех исследуемых насаждений того или иного типа леса и делался пересчет горючих материалов на среднюю полноту.

Все исследуемые насаждения были отнесены к двум группам типов леса.

В первую группу было отнесено восемь сосновых насаждений IV бонитета, произрастающих на сухих песчаных почвах (лишайниково-мшистый тип леса).

Покров под пологом насаждений в I ярусе, сомкнутостью 0,2—0,5, был представлен: брусникой (*Vaccinium vitis idaea*), вереском (*Calluna vulgaris*), вороникой (*Empetrum nigrum*).

Во II ярусе напочвенного покрова, сомкнутостью 1,0: лишайники (рода *Cladonia*) 0,3—0,8, мох Шребера и дикранум (*Pleurozium Schreberii* и *Dicranum undulatum*) 0,2—0,7.

Во вторую группу было отнесено семь сосновых насаждений II бонитета, произрастающих на свежих супесчаных почвах (мшистые — *rigum* и брусничники).

В покрове под пологом насаждений в I ярусе, сомкнутостью 0,1—0,2 — брусника (*Vaccinium vitis idaea*).

Во II ярусе напочвенного покрова, сомкнутостью 1,0, зеленые мхи (*Pleurozium Schrebery*, *Dicranum undulatum*, *Hylocomium proliferum*).

В таблице приведены данные по запасам хвой и охвоенных веток на 1 га, полученные нами для различных участков сосновых насаждений (при данной и приведенной полноте).

Определение запасов хвой и веток производилось в период, когда самая старая хвоя почти полностью опала (октябрь, ноябрь). Поэтому полученные данные по запасам горючих материалов в пологе верны только для осеннего, зимнего и весеннего периодов. По данным А. В. Савиной (1947), 4-летняя хвоя в кроне составляет от общего веса около 16%, по данным А. И. Челядиновой (1941), — до 19%. В связи с этим при определении запасов хвой в подобных сосновых насаждениях таежной зоны европейской части СССР в летний период к приведенным в таблице данным следует прибавлять примерно 20% общего веса хвой.

Наши данные по запасам хвой совпадают с данными А. А. Молчанова (1949), которые были получены им в аналогичных насаждениях таежной зоны. Например, в участке № 9 вычисленный нами запас хвой лишь на 0,1 т/га отличается от его данных. В участке № 15 наши данные по запасам хвой полностью совпадают с запасами хвой, определенными А. А. Молчановым в аналогичном насаждении.

А. А. Молчанов на основании своих исследований установил, что в пределах одной лесорастительной зоны запас хвой в полных насаждениях изменяется с возрастом. Наибольший запас, по его данным, характерен для насаждения в стадии жердняка. По мере увеличения возраста насаждений запас хвой на 1 га уменьшается. Автор отмечает, что между весом хвой и приростом по диаметру существует связь. Однако он считает, что имеется более тесная зависимость между запасами хвой в древостое и текущим приростом.

Нами произведен учет хвой и охвоенных веток в небольшом разнообразии насаждений, поэтому не представляется возможным выявить закономерности изменения запасов основных горючих материалов в насаждениях различных типов леса в связи с возрастом, густотой и полнотой древостоев. Однако данные, приведенные в таблице и рис. 1, а и 2, а, позволяют судить о тенденции изменения запасов хвой и охвоенных веток в двух типах леса: в сосняке лишайниково-мшистом при полноте 0,7 и в сосняке-зеленомошнике при полноте 0,8.

## Запасы хвой и мелких веток в пологе сосновых насаждений

№ участков	Состав	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Полнота	Количество деревьев на 1 га, шт.	Сомкнутость полога	Средняя протяженность крон, м	Запас на среднем дереве, кг		Запас горючих материалов в пологе, т в переводе на 1 га, (в числителе — хвоя, в знаменателе — ветки)	
									хвоя	ветки	при данной полноте	при приведенной полноте
Сосняки лишайниково-мшистые*												
1	10С	135	19	26	0,5	292	0,6	10,3	8,80±0,95	1,90±0,34	$\frac{2,4}{0,73}$	$\frac{3,7}{1,0}$
2	10С	125	16	24	0,5	338	0,6	7,0	7,00±1,26	2,10±0,60	$\frac{2,3}{0,7}$	$\frac{3,2}{1,0}$
3	10С	80	16	18	0,6	760	0,6	7,1	6,50±0,80	1,50±0,34	$\frac{4,2}{1,0}$	$\frac{4,9}{1,4}$
4	10С	80	11	8	0,8	4440	0,9	3,0	0,85±0,29	0,23±0,05	$\frac{3,9}{1,0}$	$\frac{3,5}{0,8}$
5	10С	60	10	8	0,9	5130	0,9	3,0	0,38±0,04	0,11±0,02	$\frac{3,3}{0,9}$	$\frac{2,6}{0,7}$
6	10С	45	10,5	10	0,6	2120	0,6	3,5	1,90±0,26	0,50±0,07	$\frac{2,8}{0,7}$	$\frac{3,3}{0,8}$
7	10С	40	9	8	0,8	4100	0,8	3,5	1,10±0,11	0,30±0,41	$\frac{3,0}{1,4}$	$\frac{2,6}{1,3}$
8	10С	35	5	5	0,8	8100	0,8	3,0	0,50±0,04	0,18±0,01	$\frac{4,0}{115}$	$\frac{3,5}{113}$

\* Приведенная полнота 0,7.



№ участка	Состав	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Полнота	Количество деревьев на 1 га, шт.	Сомкнутость полога	Средняя протяженность крон, м	Запас на среднем дереве, кг		Запас горючих материалов в пологе, т в переводе на 1 га (в числителе — хвоя, в знаменателе — ветки)	
									хвоя	ветки	при данной полноте	при приведенной полноте

## Сосняки-зеленомошники (брусничники)\*

9	10С	110	27	30	0,7	350	0,8	8,3	9,8±2,20	3,4±0,8	$\frac{3,7}{1,3}$	$\frac{4,2}{1,5}$
10	10С	80	20	20	0,6	670	0,7	6,5	7,7±0,53	1,9±0,07	$\frac{4,0}{1,0}$	$\frac{5,3}{1,4}$
11	10С + Е	60	18	18	0,9	1200	1,0	5,8	2,6±0,41	0,6±0,10	$\frac{4,7}{1,0}$	$\frac{4,2}{0,9}$
12	10С + Е	45	12	11	0,7	2050	0,9	4,9	1,8±0,23	0,4±0,07	$\frac{4,0}{0,9}$	$\frac{4,6}{1,0}$
13	10С	40	13	10	1,0	4000	1,0	3,5	1,7±0,03	0,5±0,03	$\frac{6,8}{1,8}$	$\frac{5,5}{1,4}$
14	10С	35	12	9	0,9	4170	1,0	3,5	1,25±0,44	0,27±0,10	$\frac{5,5}{1,2}$	$\frac{4,9}{1,0}$
15	10С	30	11	8,5	1,0	4270	1,0	4,5	1,20±0,10	0,4±0,02	$\frac{6,7}{1,4}$	$\frac{5,4}{1,1}$

\* Приведенная полнота 0,8.

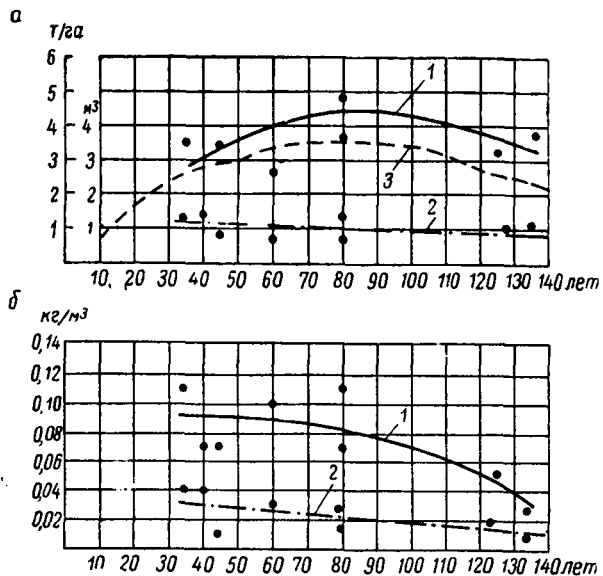


Рис. 1. Запасы хвой и мелких веточек в сосняках лишайниково-мшистых:

а — в т/га полога насаждений; б — кг/м³ полога насаждений; 1 — хвоя; 2 — веточки; 3 — текущий прирост (по Ильвессало)

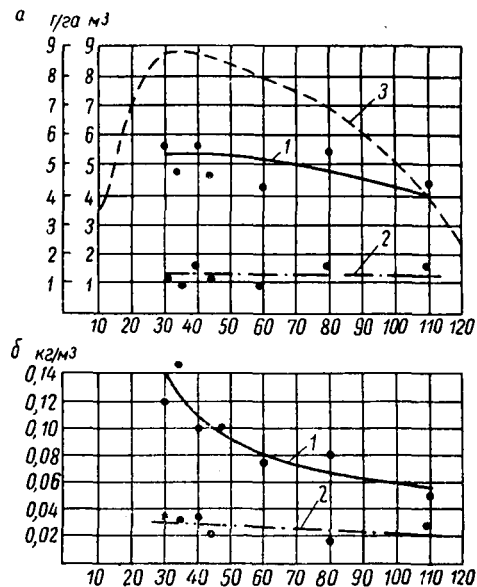


Рис. 2. Запасы хвой и мелких веточек в сосняках-зеленомошниках:

а — в т/га полога насаждений; б — кг/м³ полога насаждений; 1 — хвоя; 2 — веточки; 3 — текущий прирост (по Ильвессало)

Как видно из рис. 1, *а* и 2, *а*, в насаждениях двух типов леса наблюдаются различные тенденции в запасах хвой, тогда как запасы охвоенных веток в насаждениях обоих типов леса изменяются с возрастом незначительно.

В насаждениях типа леса сосняк-зеленомошник (см. рис. 2, *а*) наши данные совпадают с данными А. А. Молчанова, т. е. максимальное количество хвой на 1 га наблюдается в стадии жердняка, а затем по мере увеличения возраста запас хвой на 1 га уменьшается.

В лишайниково-мшистых сосняках максимальный запас хвой на 1 га наблюдается в возрасте 70—90 лет (рис. 1, *а*).

Так как А. А. Молчанов указал, что между запасами хвой и текущим приростом существует тесная связь, то, нанеся на рис. 1, *а* и 2, *а* данные по текущему приросту стволовой древесины, характерные для соответствующих условий наблюдений, мы установили, что максимальный запас хвой совпадает с максимальным текущим приростом. В связи с этим вполне понятно, что в лишайниково-мшистых сосняках максимальный запас хвой наблюдается не в стадии жердняка, а в возрасте максимального текущего прироста, т. е. в 70—90 лет.

С лесопожарной точки зрения полог насаждения следует рассматривать как горючий слой. Запас основных горючих материалов (хвой и мелких веток) в пологе еще не дает представления о характере горючего слоя, нужно еще установить абсолютную поверхность горючего в единице объема. В связи с тем, что определить ее пока не представилось возможным, мы считаем, что количество (вес) горючего в единице объема ( $m^3$  полога) в первом приближении может характеризовать плотность полога в том или ином насаждении.

Толщина горючего слоя устанавливалась по данным средних деревьев. Вполне понятно, что граница полога насаждений несколько расширена из-за максимальных и минимальных по высоте деревьев. Однако главные запасы хвой и веток находятся в пределах границ средних деревьев.

Из рис. 3, *а*, *б* видно, что с увеличением возраста насаждений толщина горючего слоя (полога) увеличивается. Зная толщину горючего слоя и запас хвой и веток на 1 га, можно рассчитать количество горючего на единицу объема. В связи с неоднородным охвоением деревьев и из-за различной сомкнутости отдельных крон для всего насаждения в целом представляется возможность определить лишь среднюю плотность полога.

Как видно из рис. 1, *б*, в насаждениях лишайниково-мшистого типа леса, при полноте 0,7, запас хвой в 1  $m^3$  полога в возрастном интервале 35—70 лет колеблется в небольших пределах. По мере увеличения возраста насаждений отмечается падение запаса хвой в 1  $m^3$  полога.

В насаждениях типа леса сосняк-зеленомошник при полноте 0,8 запас хвой в  $1 \text{ м}^3$  полога значительно уменьшается с увеличением возраста насаждений (см. рис. 2, б).

С увеличением возраста насаждений обоих типов леса запас мелких веток в их пологе уменьшается незначительно (см. рис. 1, б и 2, б).

При сопоставлении рис. 1, б с 1, а и 3, а и рис. 2, б с 2, а и 3, б приведенные выше закономерности очевидны.

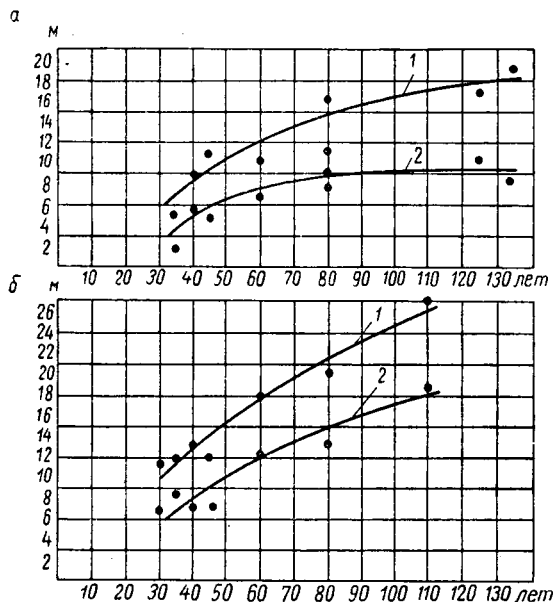


Рис. 3. Изменение границ полога с возрастом:  
а — сосняк лишайниково-мшистый; б — сосняк-зеленомошник; 1 — верхняя граница полога; 2 — нижняя граница полога

Возможность распространения низового пожара на горючие материалы полога насаждений возрастает с уменьшением расстояния между пологом и покровом. Из рис. 3, а и 3, б видно, что наиболее благоприятные условия для распространения низового пожара на полог насаждений наблюдаются в молодняках. В связи с хорошим приростом в высоту и быстрой дифференциацией стволов в насаждениях типа леса сосняк-зеленомошник кроны деревьев с увеличением возраста быстро поднимаются над поверхностью земли. Следовательно, по мере увеличения возраста насаждений в типе леса сосняк-зеленомошник возможность возникновения процесса горения в пологе резко уменьшается.

В лишайниково-мшистых сосновых насаждениях наблюдается такая же тенденция, однако в связи с особенностями развития насаждений этого типа леса их полог с увеличением возраста удаляется от поверхности земли медленнее, чем в насаждениях типа леса сосняк-зеленомошник (рис. 3, а). В связи с этим при прочих равных условиях возможность распространения низового пожара на горючие материалы полога больше в сосняках лишайниковых, чем в сосняках-зеленомошниках.

Данные по запасам хвой и мелких веток в пологе насаждений могут служить исходными материалами для расчетов балансов тепла в вертикальном и горизонтальном направлениях при возникновении и развитии верховых лесных пожаров.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Количество основных горючих материалов в пологе различных сосновых насаждений и их расположение изменяются в зависимости от типа леса, возраста, полноты и сомкнутости полога.

2. Максимальный запас хвой на 1 га наблюдается в возрасте максимального текущего прироста стволовой древесины.

3. С увеличением возраста расстояние между горючими материалами полога и покрова возрастает. Таким образом, возможность распространения низового огня на горючие материалы полога уменьшается с увеличением возраста насаждений (это особенно резко выражено в сосняках-зеленомошниках).

4. С увеличением возраста насаждений протяженность полога (толщина горючего слоя) увеличивается, а количество горючих материалов в единице объема ( $m^3$ ) полога уменьшается. Эта закономерность свидетельствует о том, что с увеличением возраста возможность распространения процесса горения в пологе должна уменьшаться, так как уменьшается плотность горючего слоя.

5. Запас хвой и мелких веток в пологе сосновых насаждений для лесопожарных целей в первом приближении можно определять по трем средним модельным деревьям.

## ЛИТЕРАТУРА

Георгиевский Н. П. О развитии насаждений при рубках ухода. «Развитие русского лесоводства», М., 1948.

Данилов М. Д. Изменение веса и влажность хвой (Pinus silvestris) в связи с собственным возрастом и возрастом дерева. Докл. АН СССР, 1948, № 8.

Кошечев А. Л. Транспирационная деятельность возобновляющихся древостоев как основной фактор разболачивания вырубков. Тр. Инст. леса АН СССР, т. XXVI, 1955.

Молчанов А. А. Запасы хвой в сосновых древостоях различного возраста. Докл. АН СССР, М.—Л., т. XVII, № 5, 1949.

Молчанов А. А. Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах. М., 1952.

Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса. М., 1960.

Оскретков М. Я. Изменения количества и качества хвои сосны в зависимости от полноты и возраста древостоев. Труды Брянского лесохозяйственного ин-та, т. VII, 1956.

Правдин Л. Ф. Сосна обыкновенная, «Наука», 1964.

Ремезов Н. П., Быкова Л. Н., Смирнова К. М. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах европейской части СССР. М., МГУ, 1959.

Савина А. В. Изучение влияния рубок ухода на световой режим и энергию ассимиляции в сосновом насаждении. Труды ВНИИЛХ, вып. 21, М., Пушкино, 1941.

Третьяков Н. В. Закон единства в строении насаждений. М.—Л., 1927.

Челядинова А. И. Количество и характер развития хвои в сосновом насаждении. Труды ВНИИЛХ, вып. 21, М., Пушкино, 1941.

Ilvessalo Vryö. Kasvu-ja tuottotaulur Suomen eteläpuoliskon manty, Kuusi-ja koivumetsille. Acta forestalia fennica, 1920, N 15.

## **НАЗЕМНЫЕ СРЕДСТВА И СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

В практике охраны лесов от пожаров разработка различных средств и способов их обнаружения является одним из актуальных вопросов, так как успех борьбы с лесными пожарами в первую очередь зависит от своевременного их обнаружения.

Если начинающийся пожар может потушить 1 человек самыми простейшими способами, то спустя несколько часов для его ликвидации потребуются десятки, а то и сотни людей с привлечением тяжелой лесопожарной техники.

В зависимости от конкретных условий местности применяют различные способы обнаружения лесных пожаров, но наиболее признанными в настоящее время являются: авиатрулирование и наблюдение с пожарных вышек.

Для лесохозяйственных предприятий наиболее простым является метод авиатрулирования лесов, так как кроме средств на аренду авиатранспорта он почти не требует каких-либо сложных организационных мероприятий. Кроме того, этот способ характеризуется очень высокой производительностью. За один патрульный полет с самолета можно осмотреть территорию площадью около 2 млн. га, что почти соответствует площади таких областей, как Ивановская или Орловская. Для обслуживания такой территории наземным способом потребовалось бы построить около 100 пожарных вышек и содержать такое же количество пожарных сторожей.

Авиатрулирование позволяет точно определить место, площадь и объект пожара, пути подхода к нему, а также силы и средства, необходимые для его ликвидации. Существенным недостатком авиатрулирования является периодичность наблюдения за охраняемой территорией, поэтому часто пожары обнаруживают с большим опозданием. Это является одной из причин высокой горимости лесов Сибири и Дальнего Востока, которые охраняются авиацией.

В отличие от авиатрулирования при наземном способе наблюдение за лесами с пожарных вышек может производиться непрерывно на протяжении всего светлого времени суток. Однако для лесохозяйственных предприятий это более сложный способ,

так как, кроме капитальных затрат, он еще требует строительства вышек, размещения их на местности, найма временных пожарных сторожей и т. д.

Вышки почти перестали строить у нас даже там, где они могли бы с эффектом использоваться, т. е. в обжитых районах с развитой сетью дорог и высокой загораемостью лесов, где также экономически выгоднее и эффективнее применять наземные, а не авиационные средства тушения лесных пожаров. Недооценка наземных способов обнаружения лесных пожаров привела к тому, что к 1964 г. в лесах СССР осталось не более 700 пожарных вышек различной конструкции, пригодных для эксплуатации. В то же время общая потребность в них в стране составляет около 8—9 тыс. Если считать, что с каждой вышки просматривается около 20 тыс. га, то площадь, обслуживаемая всеми вышками, в настоящее время составляет 14 млн. га, т. е. всего 2% всей лесопокрытой площади. Тенденция к сокращению сети наземных наблюдательных пунктов является следствием неизученности вопроса и проводится без учета экономики и эффекта, который дает тот или другой способ наблюдения за охраняемой территорией.

Одним из основных недостатков деревянных пожарных вышек пирамидального типа является их недолговечность и, следовательно, ненадежность. При относительно высокой стоимости (около 3,3 тыс. руб.) срок службы их не превышает 10 лет.

Для увеличения долговечности пожарных вышек был предложен ряд проектов. Так например, архитектор Маруш (ГДР) предлагает конструкцию пирамидальной вышки покрыть деревянной обшивкой и тем самым защитить несущие конструкции от влияния погоды (S. Lange, 1963). Видимо, опираясь на опыт сохранности под обшивкой деревянных зданий, он считает, что срок службы вышки в данном случае можно увеличить до 100 лет. Не оспаривая увеличения долговечности деревянных конструкций, можно сказать, что трудоемкость и расход древесины при осуществлении данного проекта должны увеличиться примерно в 2—3 раза.

Стремление отыскать для лесного хозяйства наиболее дешевые, но достаточно удобные в эксплуатации конструкции вышек натолкнуло на мысль, что вполне возможно вместо обычных по форме четырехугольных пирамидальных вышек использовать с тем же целевым назначением деревянные одностовольные мачты, поддерживаемые в вертикальном положении системой оттяжек.

Толчком для формирования идеи послужили проведенные в 1955 г. в ЛенНИИЛХ опыты по проверке предложения лесничего Ф. В. Богоявленского об использовании для обнаружения пожаров системы из четырех или шести зеркал, установленных на мачте под углом 55° к горизонту. Наблюдатель должен был



просматривать местность с земли путем последовательного внимательного рассматривания через бинокль изображения в каждом зеркале. Этот способ себя не оправдал, так как из-за объективных законов оптики угловые размеры отражаемых в зеркалах объектов были чрезвычайно малы, а сам процесс наблюдения был трудным и утомительным из-за необходимости высоко поднимать голову.

ЛенНИИЛХ в 1955 г. провел опыты по наблюдению за окружающей местностью с мачты, на которой ранее были укреплены зеркала. Этими опытами было установлено, что свойственные одноствольным мачтам колебания вершины не являются существенными помехами для наблюдений. Для удобства наблюдений мачта должна быть дооборудована мостиком или кабиной для дежурного наблюдателя и лестницей или каким-либо другим устройством для подъема наблюдателя в кабину.

Развивая идею, в ЛенНИИЛХ в 1958 г. по предложению Г. А. Мокеева и А. В. Давыдова и по проекту В. М. Сперанского был построен первый образец такой пожарной наблюдательной мачты ПНМ-1 (рис. 1). Эта мачта представляет собой деревянный ствол высотой 35 м, укрепленный в вертикальном положении трехъярусными оттяжками. Вдоль мачты расположена лестница, образованная из вбитых в ствол штырей, а на вершине укреплена решетчатая кабина. Для облегчения подъема наблюдателя в кабину имеется система, состоящая из двух блоков на вершине и перекинутого через них каната, который на одном конце снабжен противовесом в 40 кг, а на другом — поясным ремнем. Испытания мачты еще раз подтвердили возможность применения одноствольных мачт на оттяжках для обзора местности. Вместе с тем было обращено внимание на тот факт, что техника подъема и спуска с мачты не отвечает условиям техники безопасности. Межведомственная комиссия, проводившая испытания мачты ПНМ-1, предложила доработать конструкцию и устранить обнаруженные недостатки.

В 1959 г. была создана более совершенная конструкция мачты этого типа — пожарная наблюдательная мачта ПНМ-2 (рис. 2). По сравнению с первым образцом она имеет кабину закрытого типа, но главное принципиальное отличие ее от ПНМ-1 состоит в том, что устройство для облегчения подъема представляет собой замкнутую уравновешенную двухканатную лифтовую систему, включающую в себя люльку-клеть с набором съемных балластных грузов и противовес, равный по весу люльке-клетки с находящимся в ней человеком (В. М. Сперанский, 1961). Варьированием балластных грузов можно легко добиться равновесия системы при подъеме наблюдателей весом от 50 до 90 кг. Двухканатная система с ограничителями скорости обеспечивает необходимую безопасность подъема на любую высоту. Мачта успешно прошла межведомственные испытания

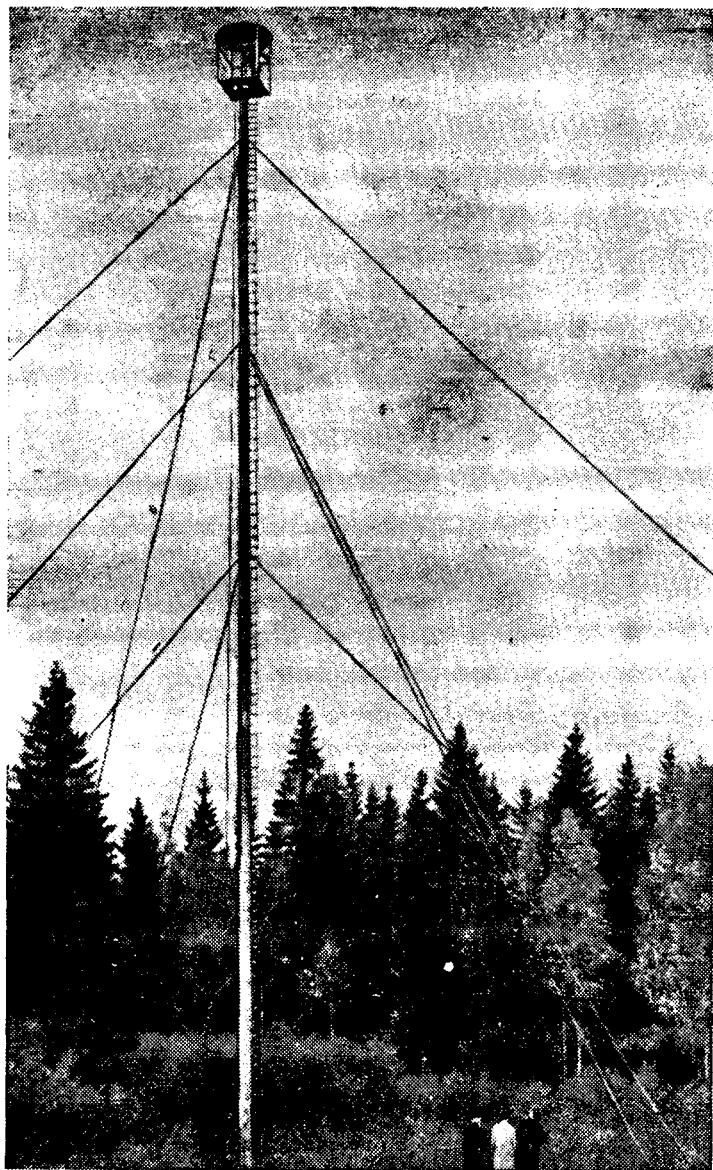


Рис. 1 Пожарная наблюдательная мачта типа ПНМ-1

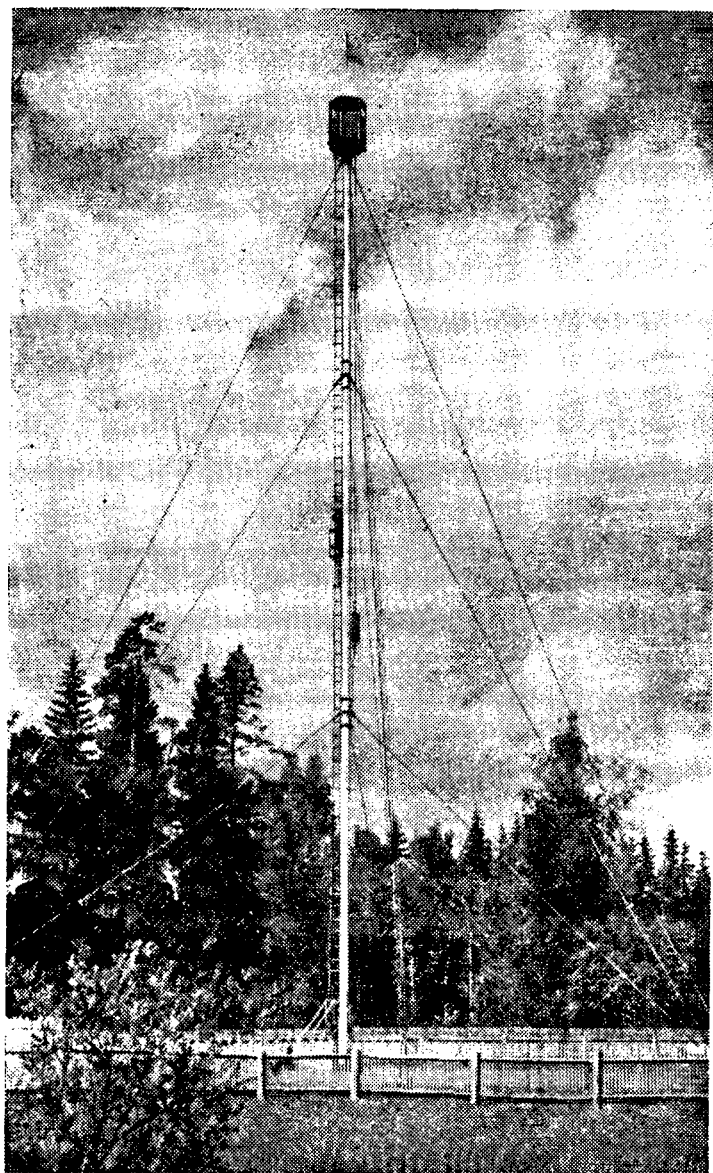


Рис. 2. Пожарная наблюдательная мачта типа ПНМ-2

и рекомендована к широкому внедрению в лесное хозяйство. Всего к концу 1963 г. в лесах РСФСР установлено свыше 200 таких мачт.

Накопленный опыт эксплуатации пожарных наблюдательных мачт показал, что в пожароопасный период непрерывное наблюдение за лесами не является обязательным, достаточно производить обзор местности 1 раз в час. Следовательно, можно не укреплять на вершине мачты кабину, а вполне достаточно, если дежурный периодически будет просматривать местность, не покидая подъемной клетки. Такое усовершенствование было крайне желательным, так как позволяло значительно сократить металлоемкость мачты и придать ее конструкции большие запасы прочности за счет снятия динамических ветровых нагрузок, которые возникали вследствие парусности кабины.

Новый образец мачты с учетом приведенных выше конструктивных изменений был изготовлен в 1961 г. и установлен на территории Сиверского лесхоза Ленинградской обл.

Пожарная наблюдательная мачта ПНМ-3 также представляет собой одноствольное сооружение, установленное на бетонном фундаменте и укрепленное в вертикальном положении системой оттяжек (рис. 3). Мачта оборудована подвесным самоподъемником с кабиной. Наивысшая точка, с которой возможно наблюдение, находится на высоте 35 м от земли. Ствол мачты выполнен из трех соединенных в замок сосновых бревен. Для получения расчетных диаметров в месте соединения нижние два бревна сращены комель к комлю. В местах соединения бревна стянуты двумя болтами и тремя хомутами. Низ ствола расположен между металлическими пасынками, смонтированными в фундамент. Опорой ствола служит металлическая ось, пропущенная через отверстие в стволе у основания и опирающаяся на пасынки. Во избежание смятия и раскалывания осью нижней части ствола под торец мачты, сразу же после подъема, подложены два деревянных бруса, а ствол у основания стянут хомутом.

Лестница ствола мачты металлическая. Она состоит из двух тетив, связанных между собой ступеньками, расположенными на расстоянии 0,5 м друг от друга. Тетивы выполнены из разнобоких уголков и являются направляющими самоподъемника. При помощи штырей, приваренных к внутренним сторонам тетивы, лестница крепится к стволу мачты.

Оттяжки мачты расположены в три яруса. В каждом ярусе при рассмотрении в плане они установлены относительно друг друга под углом 90°. Оттяжки присоединены к хомутам ствола мачты петлеобразными концами, в которые вплетены коуши. Оттяжки нижнего и среднего поясов крепят к средним хомутам, стягивающим соответствующие стыки ствола. Оттяжки верхнего пояса крепят к хомуту, расположенному непосредственно под

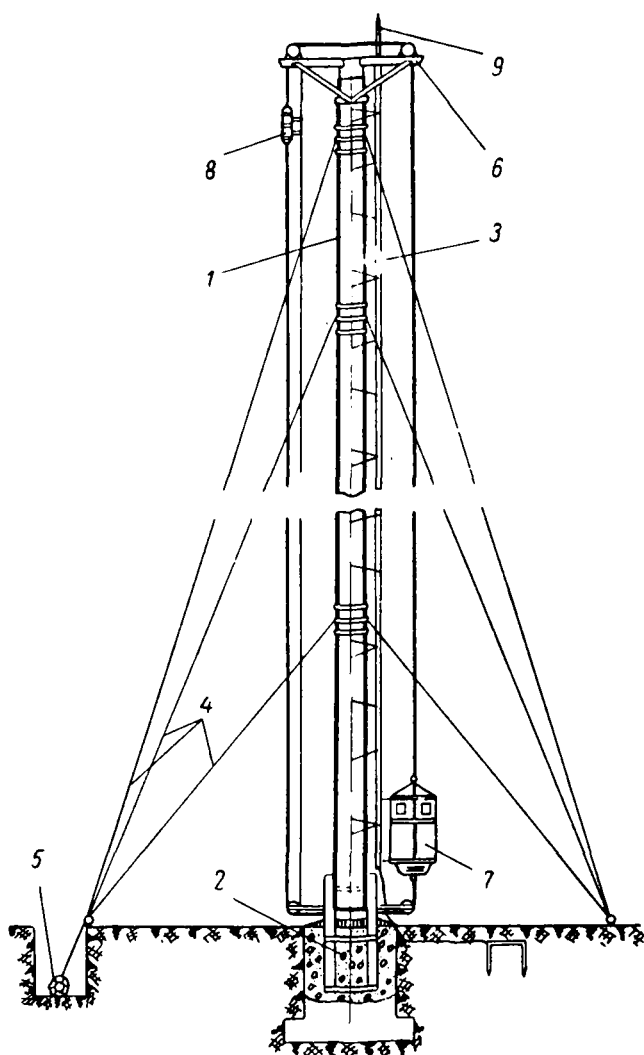


Рис. 3. Схема пожарной наблюдательной мачты типа ПНМ-3:

1 — ствол; 2 — фундамент; 3 — лестница; 4 — оттяжки; 5 — якорь;  
6 — кронштейн; 7 — кабина наблюдателя; 8 — противовес; 9 —  
штырь грозозащиты

оснасткой вершины. Нижние концы всех оттяжек крепят к римским гайкам пласечными зажимами. Римские гайки, в свою очередь, скобами-серьгами присоединены к четырем металлическим силовым тегам.

Металлические силовые тяги надеты на деревянные лежни, которые зарыты на глубину 2,5 м, образуя якорь.

Таким образом, к каждому якорю присоединены три оттяжки, по одной от каждого яруса.

На вершине ствола мачты закреплен двухсторонний кронштейн, который состоит из двух уголков, соединенных между собой двумя пластинами и металлическим стаканом. Стакан надет на торец верхнего бревна. Для придания конструкции жесткости и прочности консоли уголков опираются на четыре укосины, последние крепятся к специальному хомуту.

Самоподъемник мачты выполнен в виде простейшего лифта с двухканатной замкнутой системой подвески. Канаты поддерживаются четырьмя двухручьевыми блоками, два из которых расположены на кронштейне оснастки вершины, а два других — на кронштейне пасынков фундамента. Один из блоков, расположенных на кронштейне оснастки вершины, является одновременно и реверсивным ограничителем скорости, исключающим возможность подъема или спуска наблюдателя со скоростью свыше 0,80 м/сек.

Подвешенная на канатах кабина и противовес расположены на противоположных сторонах мачты. Вес кабины с наблюдателем и вес противовеса выравнивается балластными грузами, которые подвешивают снизу кабины на специальный штырь в соответствии с весом поднимающегося на мачту наблюдателя.

Кабина в плане имеет шестигранную форму. Основу ее составляют шесть стояков, связанных между собой тремя горизонтальными поясами и одним стаканом. Стояки выполнены из водопроводных труб, а пояса — из равнобоких уголков. Помимо придания жесткости, средний пояс кабины выполняет роль азимутального круга, на котором через 5° нанесены деления. В крыше кабины имеется люк, пользуясь которым можно регулировать ограничитель скорости на вершине мачты. Вся кабина заключена в разъемный брезентовый чехол.

Грозозащита мачты состоит из двухметровой стальной трубки и контактной рамы. Стальная трубка приварена к лестнице и кронштейну, а контактная рама закопана в землю. Трубка и контактная рама связаны между собой через тетиву лестницы.

Во избежание самооткрытия дверца кабины сделана так, что может поворачиваться на шарнирах вокруг стояка, если будет предварительно несколько приподнята, т. е. снята со штырей фиксатора. Штырь для подвески балластных грузов расположен под полом кабины на дуге, за которую кабина присоединяется к нижним подвесным канатам.

В варианте ПНМ-3 подъем и спуск наблюдателя занимает не более 2 мин, при этом необходимо приложить усилие до 5 кг.

В Алтайском лесхозе создан опытный образец мачты ПНМ-3, у которой процесс подъема и спуска производится электромотором и, таким образом, полностью механизирован. Такая механизация незначительно усложняет конструкцию подъемника и может быть рекомендована там, где есть силовая электросеть.

Опыт строительства пожарных наблюдательных мачт типа ПНМ-3 показывает, что стоимость мачты в 2 раза ниже, чем деревянной пожарной вышки пирамидального типа такой же высоты, и составляет около 1,5 тыс. руб.

Однако основное преимущество конструкции мачт заключается в том, что изготовление их можно производить в заводских условиях серийно, что позволит в короткие сроки обеспечить ими лесное хозяйство страны.

Идея создания пожарных наблюдательных пунктов в виде одностовольных мачт получила признание и за рубежом. В настоящее время в США внедряются одномачтовые вышки, состоящие из трехметровых секций из легкого сплава с кабиной из фибры и стекла.

Такая вышка значительно долговечнее, чем построенная из дерева. Она может полностью изготовляться в заводских условиях, а на месте установки ее только монтируют. Основным недостатком такой конструкции — относительно высокий расход металла.

В Главном лесничестве Люсе, округ Келле (ФРГ), построена одностовольная мачта в сочетании со «зрительной трубой», созданной по типу очкопного перископа. Наблюдение за лесом производится при помощи зеркала с земли. Вращая мачту, можно осматривать местность кругом, а направление на объект можно устанавливать по азимутальному кругу, который смонтирован у основания мачты. Расходы на строительство такой «зрительной трубы» составляют около 40% стоимости пожарной вышки при одинаковой их высоте (S. Lange, 1963).

Последние 10 лет в США и Канаде проводятся большие работы по использованию для обнаружения лесных пожаров новейших радиотехнических средств и особенно телевидения и теплопеленгационной техники.

Так, еще в 1955 г. лесной отдел штата Калифорния совместно с корпорацией по электронике (Оклахома) провел испытания телевизионной установки промышленного типа с целью обнаружения ею лесных пожаров.

Джон Гастинг (J. Hastings, 1956), государственный лесничий лесного отдела штата Калифорния, сообщает, что результаты испытаний дали основание считать телекамеру перспективным средством для обнаружения лесных пожаров. К сожалению, из последних работ американских исследователей не удалось

установить, насколько широко телевизионный метод вошел в практику охраны лесов США от пожаров.

Летом 1963 г. аналогичные работы были проведены сотрудниками ЛенНИИЛХ на территории одного из пригородных парк-лесхозов Ленинградской обл. В задачу работ входило ознакомление с возможностями телевидения для обнаружения лесных пожаров и составление технических требований к промышленным телевизионным установкам.

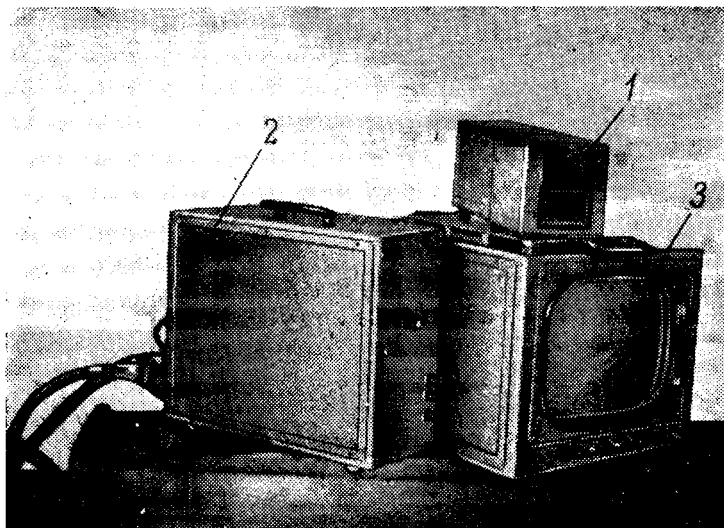


Рис. 4. Телевизионная установка промышленного типа ПТУ-2М:  
1 — передающая камера КТ-29; 2 — усилитель видеоканала УВ-19; 3 — видеоконтрольное устройство ВКУ-48

В качестве средства обнаружения пожаров в опытах была использована телевизионная установка промышленного типа ПТУ-2М серийного изготовления (рис. 4). Она представляет собой однокамерную телевизионную систему, предназначенную для дистанционного наблюдения различного рода работ и технологических процессов. Изображение от камеры может быть передано по кабелю одновременно на пять экранов на расстоянии до 1000 м.

В комплект установки входят: передающая камера КТ-29 с оптической головкой, имеющей два объектива с фокусными расстояниями 35 и 100 мм; усилитель видеоканала УВ-19 и видеоконтрольное устройство ВКУ-48 с размером экрана  $288 \times 217$  мм. Общий вес установки 42 кг, в том числе вес передающей камеры 4,5 кг.



Установка допускает непрерывную работу в течение 23 ч с перерывом не менее 1 ч. Питание осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 в.

Передающая камера может нормально работать при температуре окружающей среды от  $-20$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  и высокой относительной влажности воздуха. В период наблюдений камера устанавливалась на крыше высокого здания; ее превышение над пологом леса составляло в среднем 15 м. Видеоконтрольное устройство находилось внизу, в затемненном помещении. Передающую камеру телеустановки наводили на пожар вручную. Поворотное устройство, позволяющее управлять вращением камеры вокруг своей оси дистанционно, в опытах использовано не было. Каждое дымовое облако пожара наблюдалось при фокусных расстояниях объективов камеры 35 и 100 мм при слабой, средней и максимальной контрастности и разных диафрагмах. С объективом  $f=100$  мм применяли три светофильтра: ЖС-18, ОС-12 и КС-14.

Изображения лесных пожаров на экране видеоконтрольного устройства фотографировались на фотопленку фотоаппаратами типа ФЭД и «Зенит».

Оценка качества изображения дымового облака на экране производилась визуально в сравнении с видимостью его простым глазом.

Объектами наблюдений при проведении экспериментальных работ явились лесные и торфяные пожары, которые по различным причинам часто возникали в этот период на территории лесхоза на различном удалении от места наблюдений. Ближайший лесной пожар был зафиксирован в 2 км от установленных приборов, наиболее удаленный — в 7 км. Пожары наблюдались в течение 10 дней: с 25 июля по 5 августа с 10 до 18 ч в различных стадиях их развития — с момента возникновения до полной ликвидации, при этом площадь отдельных пожаров превышала 2 га.

Помимо пожаров, наблюдались опытные дымовые облака на различном удалении от телекамеры, чтобы установить предельную дальность их обнаружения на экране телеустановки.

При наблюдении за дымовым облаком на экране видеоконтрольного устройства и невооруженным глазом было установлено, что в том случае, если облако проектируется на полог леса, видимость его на экране несколько лучше, чем при наблюдении невооруженным глазом.

Это объясняется тем, что на экране видеоконтрольного устройства можно добиться большего контраста между темными и светлыми деталями изображения, тогда как на сетчатке невооруженного глаза этот контраст по желанию наблюдателя изменен быть не может. Поворотом ручки «контраст» можно добиться изображения на экране только дымового облака;

окружающий его фон будет предельно затемнен. Использовать максимальный контраст целесообразно в том случае, если светлые детали фона маскируют дымовое облако.

В процессе исследований было установлено, что основными отличительными признаками дымового облака лесного пожара, позволяющими отличить его от обычных облаков, являются: цвет (белесый и беловатый при низовом пожаре и темно-серый при верховом), более интенсивное движение из-за ветра и конвекции воздуха в зоне пожара и обязательная связь его с пологом леса.

Предельно допустимое расстояние, на котором можно с уверенностью обнаружить начинающийся лесной пожар с помощью телевизионной установки, зависит главным образом от величины дымового облака и фокусного расстояния объектива, через который ведется наблюдение.

Из известной формулы определения масштаба изображения в зависимости от фокусного расстояния объектива следует, что при  $f=100$  мм дымовое облако размером 100 м в поперечнике, возникшее в 10 км от места наблюдения, будет иметь на экране телеустановки изображение размером в 1 мм; при фокусном расстоянии 200 мм — 2 мм; 300 мм — 3 мм и т. д. При испытаниях ПТУ-2М с использованием объектива  $f=100$  мм было установлено, что начинающийся пожар с размером дымового облака 200—300 м в поперечнике уверенно обнаруживался на расстоянии до 7 км. Обнаружение более дальних пожаров с дымовым облаком такого же размера требует увеличения фокусного расстояния объектива камеры.

Испытания светофильтров показали, что наиболее четкое изображение дымового облака пожара, а также всех деталей лесного ландшафта на экране установки получается при использовании желтого светофильтра ЖС-18, отсекающего всю коротковолновую область видимой части спектра примерно до 500 мкм. Применением более плотных светофильтров ОС-12 и КС-14 заметного улучшения качества изображения на экране установки достигнуто не было.

В результате проведенных экспериментальных работ был сделан вывод, что телевизионная камера типа ПТУ-2М является перспективным средством для обнаружения лесных пожаров при условии некоторой ее модернизации. Сравнительная оценка телевизионного метода с другими методами обнаружения лесных пожаров не производилась, однако к достоинствам его следует отнести простоту и удобство наблюдений и возможность передачи объективной информации на расстояние.

Для последующей разработки телевизионного метода обнаружения лесных пожаров в качестве основы следует использовать более простую по конструкции и более дешевую<sup>1</sup> телеви-

---

<sup>1</sup> Стоимость телевизионной установки ПТУ-ОМ1 800 руб.

зионную установку ПТУ-ОМ1, подогнав ее к нуждам эксплуатации в лесном хозяйстве.

Целесообразно также начать разработку специальной приставки, при помощи которой изображение от передающей камеры можно было бы принимать на обычные телевизионные приемники типа «Рекорд», «Знамя», «Темп», «Рубин» и др. Такая модернизация не только удешевит стоимость комплекта установки, но и позволит лесной охране по окончании пожароопасного периода принимать этими приемниками программы ближайших телевизионных центров.

Конечной целью разработки указанного метода является передача информации о пожарах от нескольких телевизионных камер к одному диспетчерскому пункту.

Лесной пожар можно рассматривать как мощный непрерывный источник тепла. По данным С. М. Вонского (1957), при низовом пожаре в сосняках лишайниково-мшистых, зеленомошниках и багульниковых с 1 м<sup>2</sup> площади при полном сгорании может выделяться от 3500 до 6500 ккал тепла. При сильном низовом пожаре количество тепла, выделяемого с 1 пог. м кромки пожара в минуту, может достигать десятков тысяч килокалорий, а при верховом — даже миллионов килокалорий (Г. А. Амосов, 1958).

Это наталкивает на мысль использовать для обнаружения лесных пожаров приборы, фиксирующие источники тепловой энергии — тепlopеленгаторы. С целью проверки этого предположения в ЛенНИИЛХ были проведены опыты по фиксации теплового излучения пожаров и опытных костров. В качестве тепlopеленгатора в опытах был использован радиационный пиранометр конструкции ГГО им. Воейкова (рис. 5).

Назначением радиационного пиранометра, проходившего испытания, является прием теплового излучения малой мощности. Чувствительным элементом его служит радиационный вакуумный термоэлемент типа ТКЗ-1,5. Термоэлемент имеет две приемные термopлощадки, конструктивно расположенные в одной плоскости на расстоянии 1,5 мм друг от друга, с термopарами. Термopлощадки располагаются в фокальной плоскости оптической системы по одной горизонтали.

Оптическая система пиранометра концентрирует энергию излучения интересующего нас объекта в одну точку.

Если прибор перемещать в горизонтальной плоскости так, чтобы оптическая ось прибора прошла через границу между объектом, излучающим тепло, и фоном, то энергия излучения попадет сначала на одну приемную площадку, а затем на другую.

Если затем соединить термopары приемных площадок встречно, то при проходе через излучающий объект можно зарегистрировать на выходе прибора напряжение сначала одного знака, а затем другого. При таком соединении термopар сигналы

от фона на выходе прибора взаимно компенсируются, что делает независимыми показания индикаторного устройства на выходе пиранометра от величины излучения фона.

Выходной сигнал пиранометра регистрируется фотокомпенсационным усилителем типа Ф-18 с питанием от сети 220 в. Для точного наведения пиранометра на пожар на нем был установлен теодолит таким образом, чтобы оптическая ось его была строго параллельна оптической оси самого прибора.

При наведении прибора на пламя костра, удаленного на 2 км, индикатор регистрировал сигнал 30 мкв.

Дымовое облако на высоте примерно 4—5 м от огня вызывало отклонение стрелки индикаторного прибора от 1,5 до 2 мкв, а на высоте 9 м—до 1 мкв. Начинаясь слабые низовые пожары на расстоянии 5—7 км уверенно зарегистрировать не удалось ввиду несовершенства конструкции и недостаточной сильной оптической системы прибора. Однако полу-

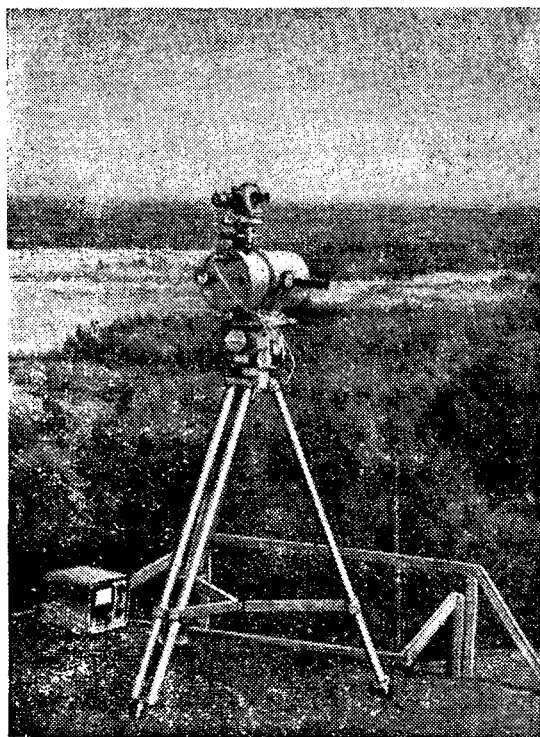


Рис. 5. Радиационный пиранометр конструкции ГГО им. Воейкова

ченные результаты позволяют утверждать, что радиационный пиранометр при соответствующем улучшении конструкции оптической системы является перспективным средством для обнаружения лесных пожаров даже в начальной стадии их развития. Прибор прост по конструкции и позволяет осуществлять автоматическую систему сигнализации и оповещения.

При проведении эксперимента фоном для излучающего тепло дыма во всех случаях служил полог леса, представленный кронами преимущественно хвойных пород — сосны и ели, которые сами являются интенсивными излучателями тепловой энергии.

Установлено, что в жаркий летний день температура хвои и листьев достигает 35° С и выше. Таким образом, если восходящий поток нагретых газов от пожара будет иметь близкую к этой температуру, то теплового контраста не получится и, следовательно, пожар не может быть зафиксирован.

Иное дело, если фоном для нагретых газов будет служить небо, которое обладает ничтожным тепловым излучением. В этом случае можно ожидать сигнал даже от слабых низовых пожаров. Положительные результаты этих экспериментов позволят существенно уменьшить высоту пожарных вышек для установки тепlopеленгаторов, а также значительно сократить время «обзора» пространства, т. е. ускорить процесс обнаружения очагов пожаров. Здесь необходимы дальнейшие исследования.

Несмотря на отмеченные преимущества наземного способа обнаружения лесных пожаров с применением самых новейших технических средств, они ни в коей мере не исключают применения авиапатрулирования. На огромных пространствах Сибири и Дальнего Востока, а также северо-запада РСФСР авиапатрулирование является пока единственно целесообразным и эффективным способом обнаружения лесных пожаров.

В то же время наземный способ обнаружения должен применяться повсеместно, где в лесу имеется густая сеть дорог (включая районы интенсивных лесозаготовок), а также в необходимом количестве наземные силы и средства для борьбы с огнем. При соблюдении этих условий вовремя обнаруженный пожар будет своевременно ликвидирован. В сферу действия этого способа в первую очередь должны быть включены леса вокруг городов и крупных населенных пунктов, где, по статистическим данным, возникает около 90% всего количества пожаров (С. П. Анцышкин, 1957). В связи с промышленным освоением новых лесных массивов и хозяйственным ростом отдаленных районов Севера, Сибири и Дальнего Востока сфера применения этого способа будет увеличиваться.

## ЛИТЕРАТУРА

Амосов Г. А. Некоторые особенности горения при лесных пожарах. Л., ЦНИИЛХ, 1958.

Анцышкин С. П. Противопожарная охрана леса. М.—Л. Гослесбумиздат, 1957.

Вонский С. М. Интенсивность огня низовых лесных пожаров и ее практическое значение. Л., ЦНИИЛХ, 1957.

Сперанский В. М. Пожарная наблюдательная мачта ПНМ-2. «Лесное хозяйство», 1962, № 4.

Hastings J. Television tested for forest fire detection in California. Fire control notes, 1956, N 1.

Langе S. «Sechs Ian rzehnte Feuerwachtürme». «Archiv für Forstwesen». 1963, Band 12, Heft 6.

## **ОГНЕЗАЩИТНЫЕ И ОГНЕГАСЯЩИЕ СВОЙСТВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В БОРЬБЕ С ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ**

Огнезащитные свойства водных растворов неорганических веществ используются с давних пор. Известно, что еще римляне повышали огнестойкость материалов путем пропитки или покрытия их химическими веществами. В 1820 г. Гей-Люссак применял аммонийные соли для огнезащиты различных тканей. В России в 1893 г. Лохтин проводил экспериментальные работы по огнезащите различных материалов пропиткой их различными химическими веществами. Этот способ имеет наиболее широкое применение в практике и до настоящего времени.

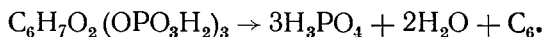
Начало применения химических веществ для активного воздействия на огонь и, в частности, для тушения лесных пожаров относится к более позднему времени. В настоящее время вопросу химического огнетушения уделяется большое внимание и многие исследователи разных стран работают над его разрешением применительно к горению газов, жидкостей, каменного угля и других горючих материалов. Однако работ по применению химических веществ на тушение лесных растительных материалов опубликовано очень мало.

Первые опыты в СССР по применению химических веществ на тушение лесных пожаров были проведены в 1932 г. Сотрудник ВНИИСХ А. М. Симский (1934) испытал для этой цели концентрированные растворы хлористого кальция и едкой щелочи. Оба раствора на тушении кромки пожара и по огнезадерживающей способности смоченного ими лесного покрова показали значительное преимущество перед водой.

В 1938 г. В. Г. Нестеров и А. М. Симский проводили полевые испытания растворов ряда химических веществ и разрабатывали способы их применения при тушении лесных пожаров, главным образом при создании заградительных полос (В. Г. Нестеров, 1945).

Начиная с 1932 г. и до Великой Отечественной войны большая работа по применению химических веществ в борьбе с лесными пожарами проводилась в ЦНИИЛХ группой сотрудников (В. В. Матренинский, Н. М. Годович, Н. А. Ивакин) под руководством П. П. Серебренникова (П. П. Серебренников, В. В. Матренинский; 1937 и 1940). В 1934 г. лабораторными

опытами были выявлены огнезащитные и огнегасящие свойства ортофосфорной кислоты. Полевые опыты подтвердили преимущество ее растворов перед растворами хлористого кальция и ряда других веществ, известных к тому времени по своим огнезащитным свойствам. Н. А. Иванкин обосновал огнегасящий и огнезащитный эффект ортофосфорной кислоты химическим воздействием ее на древесину с образованием негорючих эфиров целлюлозы, которые при высоких температурах разлагаются на фосфорную кислоту, воду и уголь:



В результате такого процесса получается уголь, пропитанный фосфорной кислотой, который трудно загорается. Главное же заключается в том, что при этом процессе не образуются обычные газообразные продукты пиролиза древесины, вследствие чего происходит как бы беспламенное ее обугливание.

Методика лабораторных работ заключалась в изучении действия растворов химических веществ на степень сопротивления загоранию древесины в виде щепок, стружки и различного вида лесного покрова. Подвергаемые испытанию материалы опрыскивали или погружали в раствор и затем подсушивали и сжигали на сетках над пламенем спиртовки или бунзеновской горелки. В результате лабораторных работ по данной методике была получена следующая шкала эффективности испытанных веществ по мере убывания их огнезащитных свойств:

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Диаммонийфосфат       | 9. Цинк хлористый        |
| 2. Моноаммонийфосфат     | 10. Аммоний серноокислый |
| 3. Монокалийфосфат       | 11. Калий хлористый      |
| 4. Едкий натр            | 12. Железо хлорное       |
| 5. Кальций уксуснокислый | 13. Тринатрийфосфат      |
| 6. Аммоний хлористый     | 14. Магний хлористый     |
| 7. Натрий уксуснокислый  | 15. Магний серноокислый  |
| 8. Трикальцийфосфат      | 16. Карналлит            |
|                          | 17. Гашеная известь      |

Особое внимание при лабораторных исследованиях обращалось на эффективность фосфорно-аммонийных солей в смеси с менее эффективными, но более дешевыми химическими веществами. Из смешанных растворов наиболее эффективными по огнезащитным свойствам были растворы, содержащие 10% хлористого аммония и 10% моноаммонийфосфата.

В последующие годы группа сотрудников под руководством П. П. Серебренникова изменили методику лабораторных испытаний химических веществ. Была сконструирована печь, позволяющая испытать обработанный растворами горючий материал при различных температурных режимах и скорости подачи воздуха. Лабораторные исследования имели своей главной целью изучение механизма огнегасящего и огнезащитного действия химических веществ.

Огнетушащее действие некоторых химических веществ было испытано в полевых условиях. Опыты проводились на одинаково сложенных в клетки сосновых мелко расколотых поленьях длиной до 50 см. Высота клетки 50 см. Тушение производилось из ранцевых лесных опрыскивателей РЛО.

По огнегасящему действию растворы веществ оказались значительно превосходящими воду и располагались в следующем порядке по эффективности:

	Раствор, %
1. Фосфорная кислота . . . . .	18
2. Моноаммонийфосфат . . . . .	30
3. Хлористый кальций . . . . .	35
4. Хлористый калий . . . . .	35
5. Уксуснокислый кальций . . . . .	20

Исследования по использованию химических веществ на тушении лесных пожаров проводились также и за рубежом. В 1911 г. Лесная служба США испытала для этой цели четыреххлористый углерод, но никаких преимуществ по сравнению с тушением водой получено не было (Т. Тгуах, 1939). В 1929 г. Центральной государственной опытной станцией лесной службы США были проведены опыты по тушению травяного покрова растворами химических веществ. Эти опыты показали преимущество раствора хлористого кальция по сравнению с тушением водой. (I. Barrett, 1931). Большая работа по изысканию наиболее эффективных веществ для борьбы с лесными пожарами была проведена американскими исследователями Девисом и Бенсоном (1934). Помимо водных растворов, ими было испытано большое количество химических веществ в виде порошков. Из числа испытанных веществ наиболее эффективными оказались фосфорная кислота и ее аммонийные соли. Авторами указывается также на преимущество смешанных растворов различных веществ перед чистыми. Данная работа представляет собой большой интерес по количеству испытанных веществ (более 200) и оценки их эффективности.

В статье Т. Тгуах подведены итоги всей научной работы, проведенной в США до 1940 г., по изысканию и проверке эффективности химических веществ при тушении различного вида лесных горючих материалов: травы, подстилки, древесины, листьев, хвои и т. д. Эффективность растворов определялась расходами их по объему сравнительно с водой при тушении одинакового количества горючего материала. По результатам лабораторных испытаний при тушении древесины на первом месте по огнегасящим свойствам стоит фосфорная кислота и ее аммонийные соли и на последнем — растворы хлористого натрия, хлористого калия и соответствующих солей азотной кислоты (табл. 1).

При тушении травянистых растений в полевых условиях эффективность растворов фосфорной кислоты и моноаммонийфос-



**Эффективность растворов химических веществ при тушении  
древесных палочек (США)**

Вещество	Концентрация раствора, %	Коэффициент эффективности	Вещество	Концентрация раствора, %	Коэффициент эффективности
Ортофосфорная кислота	26	2,4	Натриймонофосфат . .	24	1,5
Диаммонийфосфат . .	26	2,1	Олово хлористое . . .	25	1,5
Моноаммонийфосфат . .	26	2,0	Аммоний хлористый . .	28	1,5
Литий хлористый . . .	26	1,8	Аммоний углекислый . .	28	1,4
Калий уксуснокислый . .	30	1,8	Кобальт хлористый . .	25	1,3
Калий углекислый . . .	25	1,7	Магний сернокислый . .	30	1,2
Аммоний сернокислый . .	26	1,7	Калий хлористый . . .	25	1,2
Цинк хлористый . . .	30	1,7	Натрий кремнекислый . .	22	1,2
Магний хлористый . . .	25	1,7	Аммоний азотнокислый .	29	1,0
Натрий уксуснокислый .	27	1,6	Натрий хлористый . .	25	1,0
Калий двууглекислый . .	25	1,5	Лимонная кислота . .	25	0,75
Кальций хлористый . .	26	1,5	Виннокаменная кислота	25	0,60

фата мало отличалась от эффективности растворов других веществ при той же концентрации (табл. 2).

Таблица 2

**Эффективность 25%-ных растворов при тушении травы,  
листьев и хвои (США)**

Вещество	Горючие материалы		
	травы	листья	хвои
Ортофосфорная кислота . . . . .	1,4	—	—
Моноаммонийфосфат . . . . .	1,4	1,3	1,7
Аммоний сернокислый . . . . .	1,3	1,2	1,3
Калий углекислый . . . . .	1,2	1,3	—
Натрий уксуснокислый . . . . .	1,2	—	—

В Канаде в 1936 г. было проведено около 100 опытов водными растворами различных химических веществ. В результате установлено, что наиболее эффективными веществами как по огнегасящим, так и по огнезащитным свойствам являются растворы аммонийных солей фосфорной кислоты (J. Wright, 1936).

Работы американских и канадских исследователей имели практическую цель — выявить опытным путем эффективные растворы для активного воздействия на огонь и локализацию лесных пожаров созданием защитных полос.

В Германии в довоенное время проводились исследования не только по определению эффективности тех или иных химических веществ, но и по выявлению механизма их огнетушащего

и огнезащитного действия. Так, Метц и Лепсиус в итоге многочисленных опытов по тушению древесных материалов растворами различных химических веществ пришли к выводу, что огнегасящие и огнезащитные свойства растворов преимущественно зависят от их теплопоглощающей способности, а также способности при пиролизе выделять инертные газы, разбавляющие кислород воздуха. В своих выводах они указывают, что для огнезащитного действия наибольшее значение имеет способность веществ химически взаимодействовать с древесиной и обугливать ее, создавая таким образом негорючий защитный слой, изолирующий материал от кислорода воздуха. В связи с этим считалось, что наиболее эффективными огнезащитными веществами могут быть те, которые при термоллизе дают кислоту или щелочь (L. Metz, 1936; K. Lepsius, 1937).

Из краткого обзора приведенных исследований можно видеть, что, несмотря на различную методику испытаний и условий проведения опыта, результаты как советских, так и зарубежных исследований показали, что на первом месте по огнегасящим и огнезащитным свойствам водных растворов неорганических веществ стоит фосфорная кислота и ее аммонийные соли. Вследствие высокой стоимости фосфорной кислоты и дефицитности ее аммонийных солей, используемых в основном как удобрения, широкого применения при тушении лесных пожаров данные вещества не получили. Как за границей, так и в СССР с этой целью стали применять более дешевые, но менее эффективные вещества: хлористый кальций, хлористый магний, сульфат аммония, растворы которых используются с одинаковым успехом как для тушения кромки огня, так и для локализации пожара заградительными полосами.

Следует отметить, что в большинстве указанных работ оценка огнегасящего эффекта растворов вещества дана по убывающей или возрастающей степени сравнительно с раствором фосфорной кислоты. При этом порядок размещения испытанных веществ в шкалах эффективности варьирует в зависимости от концентрации растворов и условий их испытаний.

В 1950 г. в ЛенНИИЛХ возобновились исследования по изысканию химических средств лесного пожаротушения. Для выявления новых химических веществ, обладающих огнегасящим и огнезащитным свойствами, необходимо было стандартизировать методику испытаний и получить количественную оценку ранее испытанных веществ, выраженную в цифровых соотношениях.

Основная задача наших исследований заключалась в изыскании химических веществ для активного воздействия на кромку низового пожара, в связи с чем для определения эффективности химических веществ был принят метод непосредственного тушения стандартного костра весом 1 кг. Костер горел на

открытом пространстве, что приближало условия опыта к естественным. В качестве горючего материала в опытах использовали древесину сосны, подготовленную для сжигания в виде палочек квадратного сечения  $1,5 \times 1,5$  см и длиной 24 см. Палочки складывали по нескольку штук в ряд и располагали в шахматном порядке на железной подставке лабораторной установки (рис. 1). Подставка поддерживалась штырем, укрепленным на платформе циферблатных весов, и во время тушения вращалась. К стрелке весов прикрепляли самопишущее перо, которое соприкасалось с бумагой вращающегося с постоянной скоростью барабана кимографа. Вся установка размещалась под колпаком с вытяжной вентиляцией. Сосновые палочки сжигали при влажности 8—15%. Сушка их производилась в термостате при  $105^\circ\text{C}$ . Количество экстрагируемых серным эфиром веществ в них после сушки варьировало от 5 до 12%. В процессе разработки методики было установлено, что наибольшая скорость сгорания древесины и, следовательно, наибольшее выделение тепла происходит при сгорании костра до половины его первоначального веса (рис. 2). В этот

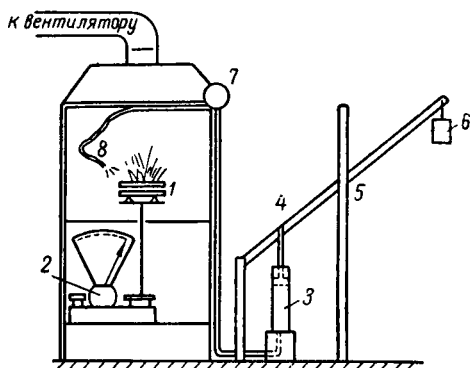


Рис. 1. Лабораторная установка Лениилх для испытаний огнегасящего действия растворов

Горение стандартного костра:

- 1 — костер; 2 — весы; 3 — цилиндр с поршнем;  
4 — рычаг; 5 — направляющая станина; 6 — груз;  
7 — манометр; 8 — распылитель

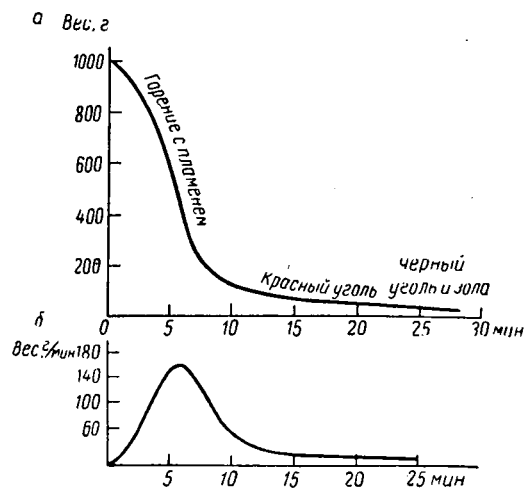


Рис. 2. Изменение веса костра в процессе горения (а) и скорость сгорания древесины (б)

момент начиналось тушение, которое продолжалось несколько секунд, до исчезновения красного угля. Тушение костра

с вытяжной вентиляцией. Сосновые палочки сжигали при влажности 8—15%. Сушка их производилась в термостате при  $105^\circ\text{C}$ . Количество экстрагируемых серным эфиром веществ в них после сушки варьировало от 5 до 12%. В процессе разработки методики было установлено, что наибольшая скорость сгорания древесины и, следовательно, наибольшее выделение тепла происходит при сгорании костра до половины его первоначального веса (рис. 2). В этот

производилось распыленной струей жидкости из опрыскивателя с распыливающим наконечником типа «Верморель» с диаметром выходного отверстия 1 мм, под давлением 2 атм. При проведении опыта время тушения костра фиксировалось до исчезновения пламени и после прекращения горения углей.

Расход растворов на тушение костра определялся разностью уровней поршня в насосной установке. Концентрация раствора определялась в процентах по весовому содержанию вещества в литре раствора. Каждый опыт повторялся не менее 5 раз. От-

Таблица 3

**Эффективность неорганических веществ по результатам исследований ЛенНИИЛХ**

Вещество	Концентрация раствора, %	Коэффициент эффективности	
		опытный	теоретический
Моноаммонийфосфат . . . . .	16	1,94	1,07
Ортофосфорная кислота . . . . .	17	1,79	1,05
Диаммонийфосфат . . . . .	17	1,74	1,07
Аммоний фтористый . . . . .	13	1,70	1,07
Триаммонийфосфат . . . . .	16	1,60	—
Хлористый алюминий . . . . .	21	1,60	1,28
Аммоний роданистый . . . . .	20	1,55	—
Калиймонофосфат . . . . .	16	1,52	0,01
Аммонийсульфамат . . . . .	20	1,50	—
Железо хлористое . . . . .	20	1,45	—
Кальцийфосфат . . . . .	13	1,40	—
Динатрийфосфат . . . . .	12	1,34	1,05
Аммоний серноокислый . . . . .	20	1,34	—
Борная кислота . . . . .	3	1,30	1,20
Алюминий серноокислый . . . . .	25	1,25	1,20
Хлористый кальций . . . . .	20	1,25	1,08
Калий роданистый . . . . .	22	1,25	1,14
Аммоний хлористый . . . . .	24	1,22	—
Магний хлористый . . . . .	20	1,20	1,19
Никель хлористый . . . . .	20	1,17	1,15
Цинк хлористый . . . . .	21	1,16	1,11
Сернокислая медь . . . . .	18	1,16	1,08
Серноокислый магний . . . . .	20	1,15	1,12
» никель . . . . .	20	1,15	1,10
Серноокислое железо . . . . .	21	1,13	1,08
Аммоний азотноокислый . . . . .	20	1,10	—
Стронций хлористый . . . . .	20	1,08	1,04
Серноокислый натрий . . . . .	20	1,00	1,03
Хлористый натрий . . . . .	22	1,00	1,03
» калий . . . . .	22	1,00	0,97
Натрий двууглекислый . . . . .	9	1,00	1,01
Калий » . . . . .	20	0,90	0,99
Натрий азотноокислый . . . . .	22	0,90	0,99
Калий » . . . . .	22	0,90	0,95

ношение среднего расхода воды к расходу раствора по объему давало опытный коэффициент эффективности. Всего было испытано более 30 растворов различных химических веществ, в том числе 4 новых, ранее не известных по огнегасящему действию. Результаты испытаний приведены в табл. 3. Коэффициенты эффективности даны при тушении костра до исчезновения красного угля. По данным таблицы можно видеть, что наши опыты подтвердили результаты предыдущих исследований. На первом месте, как и раньше, по огнегасящим свойствам находятся растворы фосфорной кислоты и ее аммонийных солей. Далее идут растворы:  $\text{NH}_4\text{F}$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{CNS}$ ,  $\text{NH}_4\text{CO}_3\text{NH}_2$ , впервые испытанные на огнегасящий эффект. Последние места с нулевой эффективностью по сравнению с водой занимают растворы натриевых и калиевых солей серной, соляной, угольной и азотной кислот.

Как уже указывалось, весь процесс тушения фиксировался самописцем на кимографе (рис. 3). По записям можно видеть, что время тушения пламени водой и растворами — одинаково, при тушении же угля раствором время значительно сокращается (до трех раз на тушении фосфорной кислотой).

Время тушения пропорционально расходу жидкости, и следовательно по полученным данным можно судить о том, что эффективность растворов проявляется только в момент тушения угля, а не в процессе тушения костра в целом.

Наряду с данными опытами проводились испытания ряда огнегасящих веществ при различной концентрации их в растворе. Влияние концентрации раствора на его огнегасящую эффективность приведено на рис. 4. У всех испытанных растворов наблюдается повышение эффективности с увеличением

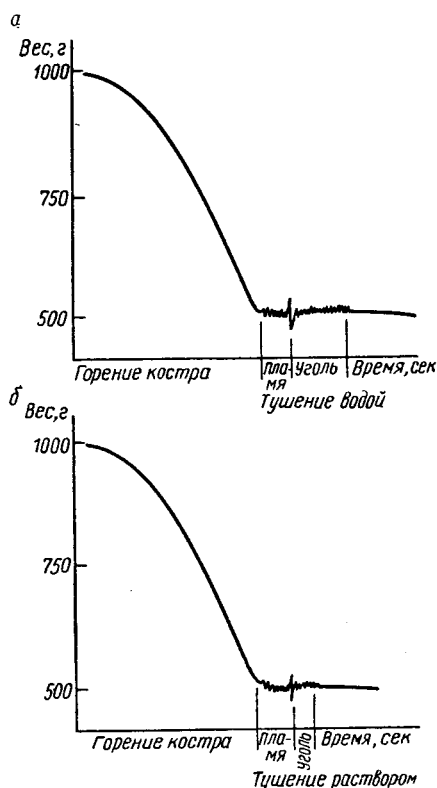


Рис. 3. Тушение костра:  
а — водой; б — 17%-ным раствором ортофосфорной кислоты

концентрации до известного предела, выше которого эффективность раствора уменьшается. У более эффективных растворов максимальный огнегасящий эффект достигается в пределах концентрации — 40—50 %, у менее эффективных — 20—30 %. Необходимо отметить, что максимальная огнегасящая эффективность растворов совпадает с максимальной удельной их электропроводностью, которая так же, как и огнегасящая эффективность, зависит от концентрации раствора.

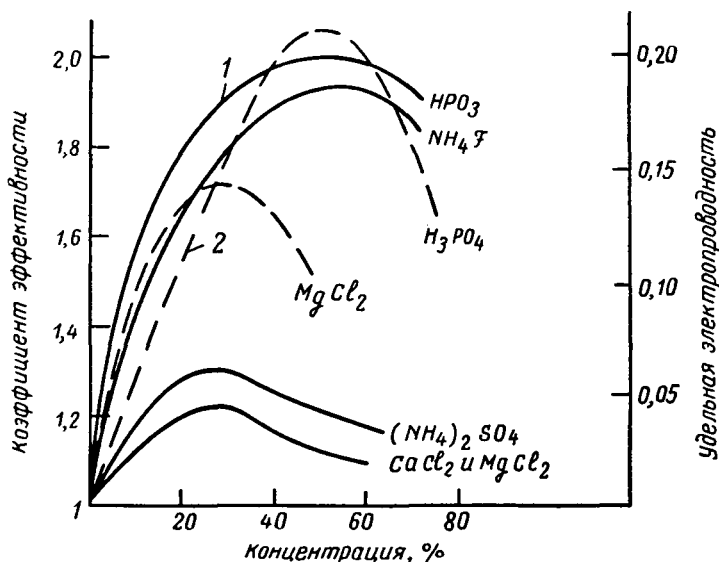


Рис. 4. Огнегасящая эффективность (1) и удельная электропроводность (2) растворов в зависимости от их концентрации

Полученные нами коэффициенты эффективности растворов оказались значительно ниже ранее указанных в литературе. Например, Н. Н. Годович (1939) приводил данные по эффективности раствора хлористого кальция в 3,5, а фосфорной кислоты в 11 раз больше, чем у воды. Нашими же опытами установлено, что эффективность растворов данных веществ не превышает 2 раз.

Чтобы сопоставить эффективность растворов, полученных в лабораторных условиях, с их эффективностью в полевых условиях, были проведены испытания растворов хлористого кальция и хлористого магния при тушении крошки низового пожара в различных видах лесного покрова. Результаты испытаний показали значительное влияние интенсивности горения на огнегасящую эффективность растворов (табл. 4).

Таблица 4

Результаты полевых испытаний 25%-ных растворов  $MgCl_2$  и  $CaCl_2$  на тушении крошки низового пожара на различных видах лесного покрова

Вид лесного покрова и высота пламени, м	Вода		Раствор $MgCl_2$		Раствор $CaCl_2$	
	расход, л/пог.-м	коэффициент эффективности	расход, л/пог.-м	коэффициент эффективности	расход, л/пог.-м	коэффициент эффективности
Опад (0,1—0,2) . . .	0,18	1	0,15	1,20	0,15	1,20
Брусничник (0,3 — 0,4) . . . . .	0,24	1	0,17	1,41	0,18	1,38
Беломошник (0,4 — 0,5) . . . . .	0,33	1	0,21	1,57	0,21	1,57
Вырубка с порубоч- ным хламом (1,5—2)	0,83	1	0,42	1,97	0,44	1,88

С увеличением высоты пламени эффективность растворов возрастает, но все же не более чем вдвое, что значительно ниже эффективности, указанной в работе Н. М. Годовича. При низком пламени (0,2 м) расход растворов приближается к расходу воды (это часто служит причиной отрицательного мнения работников производства о целесообразности использования химикатов при борьбе с лесными пожарами). На пожарах средней и большой интенсивности наряду с уменьшением расхода раствора вдвое соответственно ускоряется процесс тушения пожаров. Это не отражено в приведенных коэффициентах эффективности, вычисленных только по расходу растворов. С учетом же скорости тушения эффективность растворов возрастает в четыре раза, что имеет немаловажное значение в борьбе с пожаром.

Влияние концентрации раствора на его огнегасящую эффективность позволило установить оптимальные концентрации растворов для тушения огня. До наших исследований растворы хлористых солей кальция, магния и сульфата аммония применялись с концентрацией 30—40%, что являлось нецелесообразным, так как по полученным данным эффективность таких растворов не превышает эффективности 25%-ных растворов (см. рис. 4). На этом основании было предложено использовать растворы более рациональной 20%-ной концентрации, что постепенно и вошло в практику лесного пожаротушения.

Выявленное влияние интенсивности огня на эффективность растворов дало основание для рекомендаций по использованию их при тушении пожара с высотой пламени не менее 0,2—0,3 м.

Большой экспериментальный материал приведенных исследований может послужить основанием для разработки рабочей гипотезы о механизме огнегасящего и огнезащитного действия растворов неорганических веществ. С этой целью процесс тушения растворами следует расчленить на две стадии: тушение

пламени и углей. До тушения горящий материал охвачен пламенем, сквозь которое проходит распыленная струя раствора. Вода испаряется в пламенной зоне, и образующийся пар отрывает пламя от углей. С этого момента начинается вторая стадия — тушение углей, в которой и выявляется преимущество растворов перед водой. На рис. 3 приведены кривые, свидетельствующие о затрате времени на тушение. При одинаковых условиях подачи жидкости время тушения пропорционально ее расходу. Так как растворы отличаются от воды содержанием вещества, последние и обуславливают меньший расход раствора, чем воды, на тушение углей.

Взаимосвязь эффективности растворов с интенсивностью огня, т. е. с количеством тепла, выделяемым горящим материалом, указывает на взаимосвязь теплового баланса процесса горения с теплопоглощающими свойствами раствора. Чтобы выяснить, действительно ли эти свойства обуславливают эффективность растворов, следовало бы рассчитать конкретный пространственный тепловой баланс процесса горения и изменения, вызываемые в нем введением раствора. Однако этот расчет неосуществим из-за неизученности процесса горения лесных горючих материалов. Косвенное доказательство влияния охлаждающего действия растворов на горение можно получить из отношения теплопоглощения растворов к теплопоглощению воды. Используя термодинамические данные, Г. А. Амосов вычислил теоретические коэффициенты эффективности растворов для сопоставления их с коэффициентами, полученными опытным путем (Г. А. Амосов, 1963). Расчет производился по эталонному раствору с содержанием в 100 мл 25 г вещества и для малорастворимых веществ — при концентрации их насыщения. Отношение количества тепла, поглощаемого раствором, к количеству тепла, поглощаемого 100 мл воды, давало расчетный, или теоретический, коэффициент эффективности. Поглощение тепла водой рассчитывалось с нагреванием и испарением ее при 100°С. Поглощение тепла водой в растворе определялось с учетом температуры его кипения до 100°С. Для растворенного вещества учитывалась теплота растворения, нагревание до температуры 800°С и поглощение тепла на плавление, испарение, диссоциацию и гидролиз, если эти процессы имели место в пределах указанной температуры.

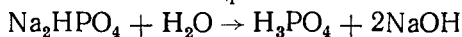
Теоретические коэффициенты эффективности приведены в табл. 3. Большинство опытных коэффициентов совпадает с расчетными, особенно вычисленными с учетом гидролиза. Совпадение коэффициентов по величине может служить доказательством большого значения теплопоглощающих свойств растворов, по которым заранее можно будет сказать, будет ли данный раствор эффективнее воды. Однако совпадение опытных и расчетных коэффициентов наблюдается у малоэффективных растворов.



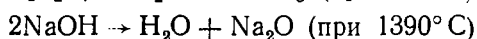
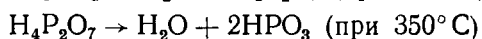
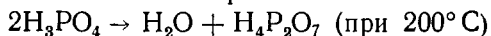
С увеличением эффективности раствора увеличивается разность между опытным и расчетным коэффициентами. Наибольшая разность наблюдается у более эффективных растворов ортофосфорной кислоты и ее аммонийных солей. Расхождение коэффициентов у этих растворов Г. А. Амосов объясняет (согласно гипотезе Н. А. Иванкина) химическим взаимодействием фосфорной кислоты с древесиной. Подтверждением этого служит уменьшение разности в величинах опытного и расчетного коэффициентов с увеличением количества свободной кислоты в фосфорнокислых солях. Но гипотеза, разработанная Н. А. Иванкиным, об образовании негорючих эфиров целлюлозы при взаимодействии фосфорной кислоты с древесиной в большей мере отвечает действительности при использовании растворов для огнезащиты, а не для тушения горящего материала. В последнем случае кислота не может реагировать с целлюлозой лишь только потому, что в процессе тушения растворенные вещества соприкасаются не с древесиной, а с раскаленным углем или тлеющим материалом, в которых присутствие неизменной целлюлозы исключается. Химическая реакция между выделившимися из раствора веществами и углем произойти не может, так как все соединения типа карбидов получают прокаливанием реагентов при более высоких температурах, чем температура поверхности раскаленного угля, которая, по нашим измерениям термопарой ХА, не превышает 750° С.

Расхождение между опытными и расчетными коэффициентами у фосфорнокислых веществ, по нашему мнению, обуславливается следующим. Как уже указывалось, эффективность раствора складывается главным образом при тушении углей. После испарения воды на углях могут оставаться только те вещества, которые являются твердыми, так как все газообразные вещества улетучиваются при тушении пламени. Если рассмотреть с этой точки зрения вещества, содержащиеся в испытанных растворах, то их можно разделить на две основные группы: соединения нелетучих и летучих кислот. К первой группе относятся соли фосфорной и борной кислот, гидраты которых являются твердыми окислами —  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$ . При высоких температурах продукты гидролиза данных солей могут разлагаться, помимо воды, на твердые вещества в виде окисей металлов и кислотные остатки в виде паров- и метакислот, например:

Гидролиз



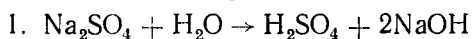
Термолиз



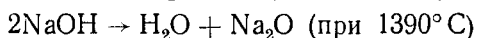
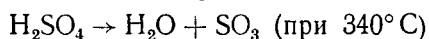
Температура разложения ортофосфорной кислоты до пиро- и метакислот ниже температуры поверхности раскаленного угля и поэтому данный процесс при тушении угля вполне возможен. При нем поглощается известное количество тепла на нагревание, плавление и разложение вещества. Температура разложения NaOH (1390°С) значительно выше температуры раскаленного угля, поэтому данное вещество может поглощать тепло только на нагревание и плавление, которое происходит при 318°.

Ко второй группе испытанных растворов относятся растворы, содержащие соли летучих кислот: серной, угольной, азотной, соляной. Первые три кислоты являются гидратами газообразных веществ: SO<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>, а последняя представляет собой 40%-ный раствор газа хлороводорода. Продукты гидролиза солей данных кислот, попадая в зону горения, разлагаются с выделением воды, соответствующих газов и окисей металлов, например:

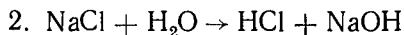
#### Гидролиз



#### Термолиз



#### Гидролиз



В последнем случае хлороводород, как газ, улетучивается, а NaOH так же, как и у сернокислых соединений, может поглощать тепло только на нагревание и плавление. Соли угольной и азотной кислот при нагревании выделяют газообразные вещества (CO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>) и соответствующие окиси металлов, температура разложения которых значительно выше 750°С.

Таким образом, после испарения воды из растворов солей нелетучих кислот, в том числе ортофосфорной и борной, на углях могут оставаться два вида твердых веществ: окиси металлов и кислотные остатки, которые охлаждают уголь поглощением тепла на нагревание, плавление и разложение ортосоединений до пиро- и метакислот. При использовании же солей летучих кислот (в том числе серной, азотной, соляной и угольной) на углях может оставаться только один вид твердого вещества — гидраты окисей металлов, которые вследствие высоких температур разложения могут охлаждать уголь только поглощением тепла на нагревание и плавление.

По нашему предположению, данное обстоятельство и обуславливает преимущество растворов фосфорной кислоты и ее солей по огнегасящему действию над растворами солей летучих

кислот. Оно же является и причиной расхождения опытных и расчетных коэффициентов эффективности у более эффективных растворов.

Значение физического состояния веществ (жидкость, твердый материал), остающихся на углях после испарения воды и улетучивания газов в процессе тушения, подтверждается одинаковым с водой огнегасящим действием растворов серной и соляной кислот. Опыты показывают, что при тушении костра 20%-ными растворами данных кислот расход их одинаков с водой, тогда как при тушении раствором фосфорной кислоты той же концентрации расход уменьшается почти в 2 раза. В зоне горения серная и соляная кислоты выделяют сернистый газ и хлороводород, которые, как и пары воды, рассеиваются в процессе тушения пламени.

Ортофосфорная же кислота, разлагаясь, помимо воды дает твердые пиро- и метакислоты, которые остаются на углях и охлаждают их в процессе своего термоллиза. Примером влияния нелетучести веществ на огнегасящее действие раствора может служить результат испытания 3%-ного раствора борной кислоты. Опыт показал, что даже при такой малой концентрации раствор борной кислоты оказался эффективнее воды в 1,3 раза.

Таким образом, наряду с температурой разложения физическое состояние вещества, выделяющегося из растворов в процессе термоллиза, может служить одним из основных показателей эффективности огнегасящего действия раствора по сравнению с водой.

Различную эффективность растворов солей летучих кислот можно объяснить различными температурами разложения данных веществ и свойствами продуктов их термоллиза. По результатам всех исследований наименее эффективными веществами являются соли азотной и угольной кислот. Выделяющаяся при нагревании азотнокислых солей двуокись азота является сильным окислителем, на чем и основано использование данных веществ в пиротехнике. Окислительный процесс аннулирует теплопоглощающее действие веществ, выделившихся при испарении из раствора, чем объясняется отсутствие огнегасящих свойств у азотнокислых солей.

Углекислые соли в виде бикарбонатов натрия и калия являются непрочными веществами. При слабом нагревании они разлагаются на карбонат, воду и углекислый газ. Вода испаряется, газ улетучивается, а остающиеся на углях вещества плавятся при температуре 890—850°С, т. е. выше максимальной температуры раскаленного угля (750°). Эти вещества могут поглощать тепло только на свое нагревание и поэтому мало влияют на тепловой баланс процесса горения углей.

Более эффективные по огнегасящему действию соли летучих кислот серной и соляной отличаются большой устойчивостью

к термолизу и способностью присоединять к себе при выпаривании из растворов кристаллизационную воду. Наиболее прочно удерживают кристаллизационную воду хлористые соли. Например, хлористый алюминий даже плавится в кристаллизационной воде, а хлористый кальций настолько прочно связан с молекулами воды, что осушить его можно только прокаливанием. Соли серной кислоты также способны присоединять молекулы кристаллизационной воды, но удерживают ее менее прочно, чем соединения соляной кислоты. Например, сернокислый алюминий ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) хотя и присоединяет 18 молекул воды, но уже при  $86^\circ\text{C}$  полностью обезвоживается и превращается в безводный сернокислый алюминий с температурой плавления и разложения выше  $770^\circ\text{C}$ . Соли натрия и калия всех летучих кислот вообще отличаются слабой прочностью присоединения молекул кристаллизационной воды. Они удерживают их только при сравнительно низких температурах (до  $25^\circ$  и ниже) и поэтому при нагревании растворов выпариваются в безводном состоянии. К таким «выветривающимся» веществам относятся сернокислый и двууглекислый натрий и калий, т. е. как раз те вещества, растворы которых по результатам испытаний являются малоэффективными по огнегасящему действию. Прочность связи между молекулами вещества и кристаллизационной водой может характеризоваться теплотой растворения. Чем больше тепла выделяется при растворении вещества в воде, тем более устойчивы образующиеся кристаллогидраты. Если сопоставить теплоту растворения веществ и температуру плавления кристаллогидратов с опытными коэффициентами огнегасящей эффективности растворов, то на примере хлористых солей можно установить связь между указанными величинами (табл. 5): чем больше тепла выделяется при растворении вещества в воде, тем более эффективен раствор по огнегасящему действию. Пониженная температура плавления и повышенная теплота разложения образующихся кристаллогидратов способствуют большему поглощению ими тепла при выпадении из растворов на раскаленную поверхность углей. Этим можно объяснить повышенное огнегасящее действие растворов только тех соединений летучих кислот, которые способны выпариваться из воды с присоединением молекул кристаллизационной воды.

Приведенные выше исследования свидетельствуют о исключительном положении аммонийных солей, которые являются наиболее эффективными по сравнению с неаммонийными солями как летучих кислот, так и нелетучей ортофосфорной кислоты. С заменой катиона металла на группу аммония уменьшается температура плавления и разложения вещества и несколько снижается теплота его разложения (табл. 6).

Выделение аммиака при нагревании аммонийных солей не может быть причиной повышенного огнегасящего действия их

Таблица 5

**Зависимость между эффективностью раствора, теплотой растворения и температурой плавления огнегасящего вещества**

Вещество	Опытный коэффициент эффективности раствора	Теплота растворения, ккал/моль	Температура плавления, °С	Теплота разложения, ккал/моль
AlCl <sub>3</sub>	1,6	76	190	116
AlCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	—	—	—	641
FeCl <sub>3</sub>	1,45	32	282	96
FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	—	—	37	532
CaCl <sub>2</sub>	1,25	17	773	190
CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	—	—	29	624
NaCl	1,0	—1,2	800	98
KCl	1,0	—4,2	776	104

Таблица 6

**Зависимость между эффективностью раствора, температурой плавления и разложения огнегасящего вещества**

Вещество	Опытный коэффициент эффективности раствора	Температура, °С		Теплота разложения, ккал/г·моль
		плавления	разложения	
Аммониймонофосфат	1,94	200	240	339
Калиймонофосфат . .	1,52	252	—	363
Аммоний роданистый	1,55	150	170	18
Калий »	1,25	173	500	47
Аммоний хлористый	1,22	—	350	75
Калий »	1,00	776	1500	104
Аммоний азотнокислый . . . . .	1,13	170	210	87
Калий азотнокислый	0,90	333	400	118

растворов, так как аммиак является газообразным веществом. Подтверждением могут служить результаты испытаний 20%-ного раствора NH<sub>4</sub>OH, которые показали так же, как и при испытаниях растворов серной и соляной кислот, одинаковый его расход с водой. В связи с этим более вероятно, что повышение огнегасящего действия растворов аммонийных солей происходит вследствие увеличения теплопоглощающей способности, которая обуславливается более низкой температурой разложения и плавления данных веществ по сравнению с веществами, не имеющими группы аммония.

При испытании в лесу эффективность растворов возросла с увеличением высоты пламени пожара. Высота пламени

зависит от количества горючих газов, выделяемых горящим веществом. Известно, что древесина и хвоя сосны (из них состояли порубочные остатки при проведении опытов в лесу) в процессе горения выделяют больше горючих газов и углей, чем опад, лишайники и брусничник.

С увеличением количества углей расширяется поле действия веществ, выделившихся из растворов, которые в данном случае могут проявить в большей степени свои теплопоглощающие свойства, чем при тушении неогоревших материалов, вследствие чего и возрастает коэффициент эффективности растворов.

Испытание растворов с различной концентрацией показало, что вначале эффективность их возрастает, а затем, несмотря на увеличение концентрации, уменьшается.

Понижение огнегасящего действия растворов повышенной концентрации (более 30—50%) В. Г. Нестеров (1945) объясняет повышенной вязкостью раствора. Однако между вязкостью раствора и его концентрацией существует прямая зависимость, т. е. чем выше концентрация раствора, тем больше его вязкость, тогда как огнегасящий эффект такую пропорциональность соблюдает только до известного предела.

Совпадение концентраций, при которых достигаются максимальный огнегасящий эффект и удельная электропроводность растворов, дает возможность объяснить данное явление следующим образом.

Нарушение пропорциональности между концентрацией раствора и его удельной электропроводностью объясняется уменьшением диссоциации растворенных веществ в связи с уменьшением воды при увеличении концентрации раствора (А. И. Бродский, 1948). Данное объяснение применимо и для нарушения пропорциональности между концентрацией раствора и его огнегасящим эффектом.

При тушении пламени раствором происходит испарение воды и выделение растворенных в ней веществ. При определенной концентрации раствора уменьшается количество воды, необходимой для тушения пламени и образования кристаллогидратов. Часть образующихся кристаллогидратов может разлагаться в процессе тушения пламени и выделяться из раствора в обезвоженном состоянии. В этом случае они в меньшей степени охлаждают угли, вследствие чего эффективность раствора должна снижаться. Таким образом, малое количество воды по сравнению с веществом может служить причиной уменьшения эффективности раствора так же, как и уменьшения его удельной электропроводности. Пока воды достаточно для тушения пламени и присоединения к молекулам вещества, эффективность его возрастает с увеличением концентрации. С увеличением концентрации раствора выше указанного предела уменьшается количество воды и эффективность раствора должна снижаться.

Приведенное обоснование вскрывает значительную роль воды в повышении теплопоглощающих свойств растворенных в ней веществ. По гидратной теории Д. И. Менделеева, в растворах изменяются не только свойства воды, но и свойства растворенных в ней веществ. С увеличением концентрации температура кипения растворов повышается. Изменение теплопоглощающих свойств вещества водой можно видеть на примере хлористых солей. Образующиеся кристаллогидраты имеют значительно большую теплоту разложения при меньшей температуре разложения, чем вещества до растворения в воде. Таким образом, не только вещества увеличивают огнегасящие свойства воды, но и вода увеличивает данные свойства у веществ, чем и можно объяснить повышенную огнегасящую эффективность растворов в целом.

На основании приведенных сопоставлений физико-химических свойств испытанных веществ и теоретических обоснований огнегасящего действия растворов можно сделать следующие выводы:

1. Основным фактором, определяющим огнегасящий эффект растворов неорганических веществ, является нарушение теплового баланса процесса горения. При гетерогенном горении вода, поглощая тепло на испарение, действует главным образом на пламя, растворенные же в ней вещества, поглощая тепло на плавление и разложение, действуют на твердую фазу, т. е. угли.

2. Повышенное огнегасящее действие растворов ортофосфорной кислоты и ее солей по сравнению с растворами серноокислых, азотноокислых, хлористых и углекислых солей обусловливается нелетучестью и гигроскопичностью ангидрида  $P_2O_5$ .

3. Повышенным огнегасящим действием по сравнению с водой обладают только растворы веществ, способных удерживать кристаллизационную воду и разлагаться при температуре ниже  $750^\circ$  без выделения газов.

Данные выводы, основанные на большом фактическом материале, подтверждают ранее высказанные предположения о большом значении теплопоглощающих свойств растворов для их огнегасящего действия и уточняют вопрос, какие же свойства неорганических веществ способствуют повышенному охлаждающему действию их водных растворов. Нелетучесть, гигроскопичность, повышенная теплота разложения при температурах, соответствующих температуре раскаленного древесного угля или тлеющего растительного материала, являются основными критериями при выборе веществ для увеличения огнегасящего действия воды. Такими же свойствами должны обладать вещества, используемые в качестве огнезащитных средств. Опыт показывает, что растворы веществ с повышенной огнегасящей способностью также являются высокоэффективными и по огнезадерживающим свойствам. Вещества, разлагающиеся с выделением

газов, которые рассеиваются в воздухе, малоэффективны для огнезащиты горючих материалов. Способность вещества при соединять кристаллизационную воду при выпаривании из раствора, так же как и его гигроскопичность, повышает огнестойкость материала, так как замедляет его высыхание. Поглощая влагу воздуха, вещества, оставшиеся на лесном покрове, обеспечивают его повышенную влажность длительное время даже в засушливую погоду. Заградительные полосы, созданные в лесу раствором хлористого кальция, остаются влажными и способными к задержанию огня до тех пор, пока химикат не будет смыт дождем. Тогда для прокладки профилактических заградительных полос в лесу следует использовать более концентрированные растворы, чем 20%-ный, так как при большем количестве химиката удлиняется срок службы полосы. Температура плавления и разложения вещества, оставшегося на горючем материале после выпаривания из воды, так же как и при тушении огня, имеет большое значение для огнезащиты. Небольшое поглощение тепла происходит при разложении веществ, но этот процесс происходит при определенной температуре для каждого вещества. Если температура разложения не превышает температуру горения материала, теплота разложения утилизируется и оказывает свое охлаждающее действие как при тушении, так и при защите горючего материала.

В заключение необходимо отметить, что наряду с солями фосфорной и борной кислот нелетучими веществами являются также соли кремневой, хромовой, марганцевой, вольфрамовой, молибденовой, селеновой и других кислот. Но все эти вещества или разлагаются при очень высоких температурах или не обладают гигроскопическими свойствами, а некоторые из них, в частности марганцево- и хромовокислые вещества, являются подобно азотнокислым веществам сильными окислителями, что и исключает их использование для увеличения огнезащитных и огнегасящих свойств воды.

## ЛИТЕРАТУРА

Амосов Г. А. Основы поисков новых химических средств тушения лесных пожаров. Сб. «Лесные пожары и борьба с ними», М., АН СССР, 1963.

Бродский А. И. Физическая химия, т. II, М., Госхимиздат, 1948.

Годович Н. М. Наземная химическая борьба с лесными пожарами. Л., Гослестехиздат, 1939.

Нестеров В. Г. Пожарная охрана леса. М., Гослестехиздат, 1945.

Серебренников П. П., Матренинский В. В. Лесные пожары и борьба с ними. Л., 1937.

Серебренников П. П., Матренинский В. В. Охрана леса от пожаров. Л., 1940.

Симский А. М. Водные растворы огнетушительных солей для борьбы с лесными пожарами. «Пожарная техника», 1934, № 3.

Barrett L. J. Possibilities of Fire — Extinguishing Chemicals in Fighting Forest Fires. «Journal of Forestry», N 2, 1951. Washington.



Davis J. J. and Benson R. E. Value of Chemical Compounds in Fire Extinguishing, Fire Retarding and Proofing, when Applied to Vegetative Growth. «Journal of Forestry», N 4, 1934, Washington.

Metz L. Die Chemische Feuerlöschung. «Gasschutz und Luftschutz», N 6, 1936, Berlin.

Lepsies R. Chemische Grundlagen für die Wirkungsweise von Feuer-schutzmitteln. «Journal für praktische Chemie», Band 147, 137, Wien.

Truax T. R. The Use of Chemicals in Forest Fire Control. «Journal of Forestry», N 9, 1939, Washington.

Wright J. G. Experiments on the Use of Chemicals in Forest Fire Suppression. "The Forestry Chronicle", N 3, 1937, Toronto.

## ЛЕСОПОЖАРНАЯ СЪЕМНАЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ АВТОЦИСТЕРНА ЦОС

По статистическим данным, около 80% загораний в лесу возникает недалеко от населенных пунктов и путей транспорта. Поэтому к большинству пожаров можно проехать на автомашине. В лесах с развитой сетью дорог автотранспорт давно уже используется для доставки к лесным пожарам людей и средств пожаротушения. Однако в процессе транспортировки на необорудованных автомобилях лесопожарные машины и аппараты часто выходят из строя, а рабочие испытывают неудобство при перевозках.

В связи с этим еще в 1950 г. возникла идея создания специального комплекта лесопожарного оборудования для автомашин ГАЗ-АА и ЗИС-5. Испытания в производственных условиях съемных автоцистерн, созданных в ЦНИИЛХ, доказали целесообразность их применения на борьбе с лесными пожарами (Н. П. Курбатский, В. М. Сперанский, 1956).

В США, Канаде и ФРГ разработано несколько типов лесопожарных агрегатов, главным образом на автомашинах высокой проходимости с мощностью двигателя около 100 л. с. Некоторые из них имеют бак для жидкости, насос и рабочий орган для создания минерализованных полос (Р. Davis, 1959). Другие — специальные автомашины предназначены для перевозки рабочих с ручным противопожарным оборудованием.

Из рассмотренных примеров видно, что тенденция к созданию универсального лесопожарного агрегата характерна для многих стран, но пути решения этой проблемы находятся в зависимости от конкретных условий и прежде всего от дорожной сети.

На основании имеющегося опыта ЛенНИИЛХ в 1956 г. создал конструкцию съемного оборудования (пожарная лесная съемная автоцистерна — ПЛАЦ), предназначенного для установки на автомобиль ГАЗ-51 (В. М. Сперанский, 1957). В комплект этого оборудования входили: центробежный насос ПН-1200, металлический бак емкостью 1000 л, ранцевые пневматические опрыскиватели ОРП и мелкий противопожарный инвентарь (лопаты, топоры). Насос производительностью 1200 л/мин монтировался на бампере автомобиля. Вращение

от двигателя к насосу передавалось безопорным валиком и ведущей муфтой, закрепленной на коленчатом валу двигателя. Верхняя плоскость бака приспособлена для сидения рабочих-пожарных. Перед проектированием ПЛАЦ первоначально предполагалось, что все оборудование можно будет быстро установить на любой грузовой автомобиль типа ГАЗ-51. Однако практически это оказалось невозможным, так как для монтажа оборудования на автомобиле требовалась доработка посадочных гнезд.

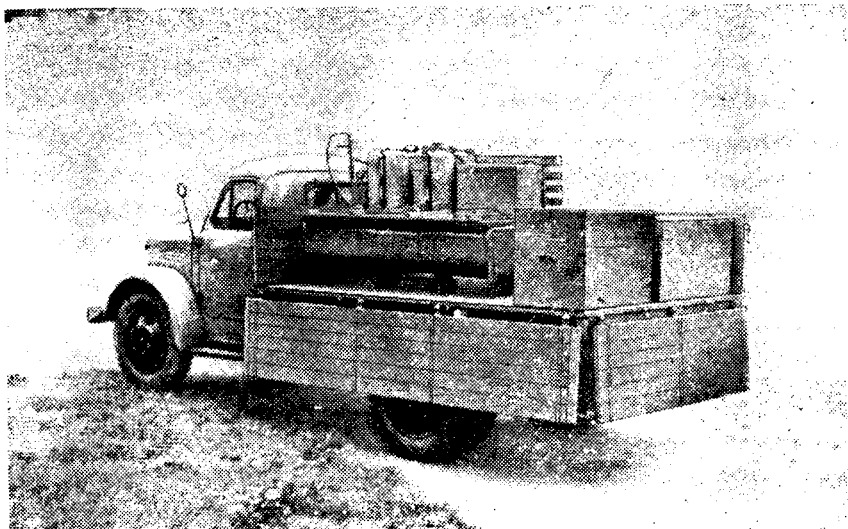


Рис. 1. Лесопожарная съемная универсальная автоцистерна ЦОС на автомашине ГАЗ-51

В связи с этим возникла необходимость в создании универсального легкосъёмного противопожарного оборудования, пригодного для размещения в кузове любого бортового автомобиля, чтобы он в короткий срок мог быть превращен в мощный противопожарный агрегат.

В отличие от автоцистерны ПЛАЦ новая конструкция цистерны (ЦОС) разработана с независимой насосной установкой (рис. 1). Комплект съёмного оборудования в сочетании с автомобилем позволит выполнять следующие задачи:

а) доставлять к пожару бригаду рабочих-пожарных в количестве 10 человек, огнегасящие жидкости и другие средства пожаротушения;

б) тушить лесные пожары струями различной длины и напора и способом пуска встречного низового огня от опорных полос.

Автоцистерна выполнена в двух вариантах.

В первый вариант съемного оборудования входит: цистерна, малогабаритная мотопомпа МЛ-100, четыре ранцевых пневматических огнетушителя-опрыскивателя РООП, зажигательный аппарат ЗА-1М, комплект выкидных рукавов диаметром 26 мм общей длиной 500 м, ручной противопожарный инструмент (лопаты, топоры, стволы, пила и др.).

Во втором варианте мотопомпа МЛ-100 заменена более мощной — МП-800 (рис. 2).

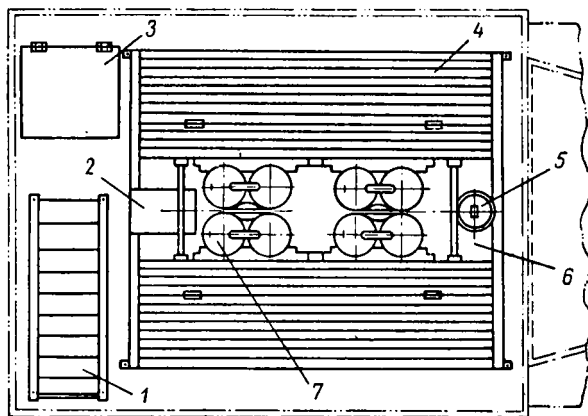


Рис. 2. Схема размещения оборудования в кузове автомобиля;

1 — мотопомпа МП-800 в контейнере; 2 — мотопомпа МЛ-100 в контейнере; 3 — контейнер с рукавами; 4 — сиденья; 5 — зажигательный аппарат ЗА-1М; 6 — цистерна; 7 — ранцевый пневматический огнетушитель-опрыскиватель (4 шт.)

Цистерна предназначена для доставки воды и других огнегасящих жидкостей к месту пожара. Основу ее составляет каркас, изготовленный из стальных труб диаметром  $1\frac{1}{2}$ ", обтянутых листовым железом толщиной 2 мм. На задней крышке цистерны имеется горловина, через которую можно заливать огнегасящую жидкость или воду при помощи мотопомпы МЛ-100 или самотеком. Пробковый кран, расположенный в задней торцевой стенке цистерны, обеспечивает слив жидкости. На верхней плоскости цистерны приварены установочные кольца под аппараты РООП и ЗА-1М. На передней торцевой стенке цистерны предусмотрены посадочные места для крепления ручного инструмента. Торцовые стенки ее оборудованы уголками, предназначенными для крепления сидений, которые располагаются на верхней плоскости цистерны. В верхней части цистерны имеются крышки, которые используются как лазы для осмотра и окраски внутрен-

ней поверхности. Резиновые прокладки обеспечивают герметичность соединений. Цистерна закатывается в кузов автомобиля на роликах, которые служат ее опорами, дополнительно она закрепляется к полу кузова стопорными винтами.

Малогобаритная мотопомпа МЛ-100 в комплекте ЦОС предназначена для тушения лесных пожаров водой из водоемника или растворами химикатов из бака и для механизированной зарядки ранцевых пневматических огнетушителей-опрыскивателей. Агрегат состоит из следующих основных узлов: двигателя мотопилы «Дружба» с пыльным редуктором, шестеренного насоса, всасывающей линии, двух шлангов для зарядки огнетушителей и напорной линии. Производительность мотопомпы 50 л/мин.

Ранцевый пневматический огнетушитель-опрыскиватель РООП предназначен для локализации и тушения лесных низовых пожаров водой и огнетушащими растворами химикатов, создания опорных полос при локализации лесных пожаров способом пуска встречного низового огня.

Этот аппарат состоит из двухцилиндрового резервуара и ручного гидropульта двойного действия. Зарядка РООП огнетушащими жидкостями производится от мотопомпы МЛ-100 (1-й вариант) или мотопомпы МП-800 (2-й вариант) при помощи специального зарядного устройства. Зарядка воздухом производится вручную. Жидкость из аппарата выбрасывается под давлением сжатым воздухом или при помощи гидropульта двойного действия.

Установленные на цистерне аппараты РООП фиксируются откидными спинками сидений.

Зажигательный аппарат ЗА-1 включен в комплект ЦОС для зажигания напочвенного покрова при тушении лесных и степных пожаров способом пуска встречного низового огня и представляет собой ранцевый пневматический аппарат, работающий по принципу паяльной лампы (см. статью Е. В. Ершова).

Первый вариант ЦОС целесообразно использовать при выезде на тушение пожаров, возникших на местах, где нет водоемов или где водоемники представлены мелкими ручьями.

Во втором варианте ЦОС вместо малогобаритной мотопомпы МЛ-100 установлена пожарная мотопомпа МП-800 с комплектом принадлежностей (стволы, всасывающие рукава, выкидные рукава диаметром 66 или 51 мм, забирная сетка, переходник, ключи). Она представляет собой облегченный переносной агрегат, состоящий из двухтактного двухцилиндрового двигателя внутреннего сгорания и центробежного одноступенчатого насоса консольного типа. Этой мотопомпой производят подачу воды от водоемника к пожару и выполняют зарядку огнетушителей-опрыскивателей. Мотопомпа МП-800 с принадлежностями помещается в контейнере. Всасывающие рукава от нее

укладывают в кузове в зависимости от расположения основного оборудования.

Второй вариант ЦОС целесообразно использовать при борьбе с подземными и интенсивными низовыми лесными пожарами в местах, где водоемы, обеспечивающие расход воды 300—500 л/мин, расположены от очага горения на расстоянии до 500 м.

#### Техническая характеристика ЦОС

Шасси . . . . .	бортовой грузовой автомобиль любой марки
Цистерна:	
тип . . . . .	съемная металлическая
емкость, л . . . . .	1000
вес, кг . . . . .	200
Насосная установка	
I вариант:	
мотопомпа МЛ-100 (МЛАЗ):	
производительность, л/мин . . . . .	50
сухой вес, кг . . . . .	20
II вариант:	
мотопомпа МП-800:	
производительность, л/мин . . . . .	800
сухой вес, кг . . . . .	70
Ранцевый пневматический огнетушитель-опрыскиватель РООП:	
сухой вес, кг . . . . .	6,5
количество, шт. . . . .	4
Зажигательный аппарат ЗА-1М:	
сухой вес, кг . . . . .	6,5
Рукавная линия	
I вариант:	
диаметр рукава, мм . . . . .	26
длина, м . . . . .	500
вес рукавов, кг . . . . .	70
II вариант:	
диаметр рукава, мм . . . . .	66 и 51
длина, м . . . . .	500
вес рукавов, кг . . . . .	192
Противопожарный инструмент, шт.:	
топоры . . . . .	2
пила поперечная . . . . .	1
лопаты . . . . .	4
Общий вес цистерны и съемного оборудования (сухой), кг:	
первый вариант (с МЛ-100) . . . . .	420
второй вариант (с МП-800) . . . . .	610
Численность команды (включая водителя) . . . . .	10 чел.
Время установки цистерны и съемного оборудования в кузов автомобиля, мин . . . . .	10

Универсальная съемная цистерна ЦОС должна входить в комплекс противопожарных машин и аппаратов пожарно-химических станций лесхозов и леспромхозов. Подготовленная

к работе цистерна с командой рабочих должна в пожароопасный период дежурить на пожарно-химической станции. По сообщению о пожаре начальник пожарно-химической станции совместно с лесничим, учитывая место и данные о пожаре, принимает решение о необходимости выезда на тушение с использованием I или II варианта оборудования. ЦОС, установленную на эстакаде, погружают на машину. По прибытии на пожар производится его разведка, на основании которой намечается тактическая схема ликвидации пожара.

В 1964 г. автоцистерна ЦОС прошла государственные испытания в лесхозах Карельского перешейка Ленинградской обл. В результате испытаний было выявлено, что конструкция ЦОС удачна по замыслу и выполнению, надежна и практична в эксплуатации. При помощи ее можно успешно проводить работы по тушению лесных пожаров в районах с развитой дорожной сетью.

Опытный образец универсальной цистерны, изготовленный Вырицкой опытно-производственной мастерской, с 1963 г. экспонируется на ВДНХ.

#### ЛИТЕРАТУРА

Курбатский Н. П., Сперанский В. М. Применение пожарных автоцистерн для тушения лесных пожаров. Л., ЦНИИЛХ, 1956.

Курбатский Н. П. Техника и тактика тушения лесных пожаров. М.—Л., Гослесбумиздат, 1962.

Сперанский В. М. Съемная лесная автоцистерна. «Лесное хозяйство», 1957, № 3.

Davis P. "Forest Fire Control and Use" New York, London, 1959.

*Н. П. Валдайский*

## **ЛЕСОПОЖАРНЫЙ АГРЕГАТ ТЛП-55**

Для малонаселенных районов лесозаготовок таежной зоны европейской части СССР в настоящее время характерно слабое развитие сети автомобильных дорог. К этому следует добавить, что имеющееся в этих лесных районах незначительное количество дорог и лесных просек в пожароопасный период года становится большей частью непригодным для нормального передвижения по ним автотранспорта. Кроме этого, имеющиеся в этой зоне пожароопасные площади вырубок и старых гарей исключают возможность передвижения автомашин по ним, весьма ограничивают применение распространенных транспортных средств. Это сильно осложняет борьбу с лесными пожарами наземными средствами, применение которых связано с использованием автотранспорта, делает невозможным эксплуатацию в этих условиях пожарных автомашин и автоцистерн, затрудняет доставку разнообразных средств борьбы с огнем. В связи с этим в Ленинградском научно-исследовательском институте лесного хозяйства была проведена большая работа по изысканию эффективных технических средств борьбы с лесными пожарами в районах лесозаготовок таежной зоны. На базе нового трелевочного трактора ТДТ-55 был создан самоходный лесопожарный агрегат ТЛП-55. Выбор трелевочного трактора для базы агрегата обосновывался не только тем, что он обеспечивал требуемую тяговую мощность, но и, являясь самым распространенным трактором в лесхозах и леспромхозах, был наилучшим образом приспособлен для работы в лесу (большой дорожный просвет, эластичная балансирующая, хорошо приспособляющаяся к неровностям местности подвеска, пониженное удельное давление на грунт, защита трактора щитом снизу, хорошая видимость из кабины трактора и др.)

Трактор ТДТ-55 имеет наиболее совершенную конструкцию, созданную на Онежском тракторном заводе [1]. Он имеет одноместную кабину тракториста, расположенную впереди слева по ходу трактора. В передней части трактора на специальной гидравлической навеске установлен бульдозерный отвал, подъем и опускание которого осуществляются из кабины тракториста.



С используемого для агрегата трактора снят погрузочный щит с гидроцилиндрами его сброса и трелевочная лебедка. Взамен этого на тракторе дополнительно установлена задняя навесная гидравлическая система, выпускаемая для лесохозяйственной его модификации.

Самоходный лесопожарный агрегат ТЛП-55 (рис. 1) предназначен не только для доставки к месту пожара средств тушения и при необходимости — рабочих, но и используется также

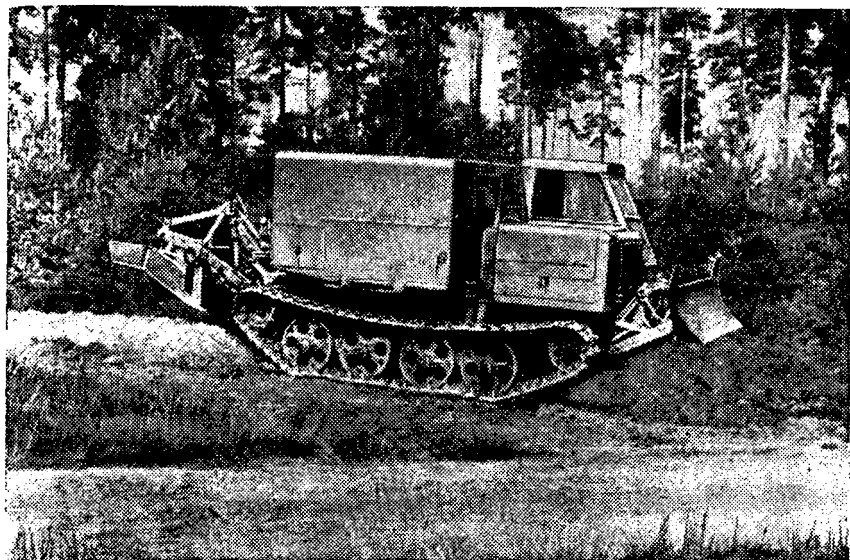


Рис. 1. Общий вид лесопожарного агрегата ТЛП-55

для непосредственного тушения пожара. При помощи агрегата производится тушение кромки пожара водой или огнегасящими растворами, тушение лесных пожаров путем прокладки заградительных полос огнегасящими жидкостями и минерализацией почвы. Агрегат может быть успешно использован для прокладки защитных противопожарных полос при устройстве противопожарных разрывов.

Агрегат ТЛП-55 (рис. 2) состоит из следующих основных узлов: трелевочного трактора ТДТ-55 с бульдозером и задней навеской, насосной установки с газоструйным вакуум-аппаратом, кузова с баками-контейнерами и сиденьями, почвообрабатывающего орудия и комплекта съемного противопожарного оборудования.

Насосная установка предназначена для подачи воды из водонесника по рукавам к месту пожара, для заполнения

баков водой и подачи воды из них к кромке пожара, для зарядки ранцевых огнетушителей-опрыскивателей РООП и прокладки опорной полосы огнегасящей жидкостью с движущегося агрегата. Она представляет собой вихревой насос марки ЗВ-2,7М с системой трубопроводов и газоструйным вакуум-аппаратом. Насос располагается на специальной раме, устанавливаемой на тракторе взамен снятой трелевочной лебедки, и приводится во вращение втулочно-роликовой цепью от звездочки вала ее привода. Насос соединен трубопроводами с баками агрегата. Все трубопроводы перекрываются специальными кранами и вентилями. Для засасывания воды из водоисточника в полость на-

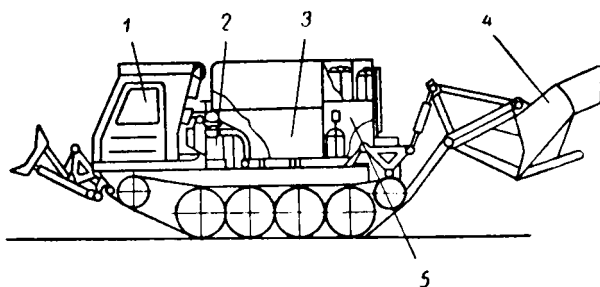


Рис. 2. Схема агрегата:

1 — трактор ТДТ-55; 2 — насосная установка с вакуум-аппаратом; 3 — кузов с баками-контейнерами; 4 — почвообрабатывающее орудие; 5 — комплект съемного противопожарного оборудования

соса при запуске установка оборудована специальным газоструйным вакуум-аппаратом, расположенным на выхлопной трубе двигателя трактора. Он работает от выхлопных газов по принципу эжекторной установки. Этот аппарат связан трубопроводом с насосом и при включении создает в его внутренней полости разрежение. Засасывание воды в насосную установку из водоисточника производится по двум четырехметровым соединенным последовательно заборным рукавам. Для подачи воды к кромке пожара насосная установка укомплектована льянными выкидными рукавами (диаметром 66 мм — 360 м и диаметром 51 мм — 160 м), трехходовым разветвлением и тремя стволами-брандспойтами (ПС-50, ПС-70 и РСБ).

Кузов представляет собой единую сварную металлическую конструкцию, состоящую из двух сообщающихся между собой баков-контейнеров для хранения различного противопожарного инвентаря и четырех откидных сидений. Баки расположены в средней части агрегата по сторонам и соединены внизу балками, крепящимися к раме трактора. Внутренняя поверхность баков защищена антикоррозийным покрытием против действия

слабых растворов кислот и щелочей. Каждый бак имеет смотровой люк, спускное отверстие и указатели уровня жидкости поплавкового типа. Для заправки огнегасящей жидкостью, помимо насосной установки агрегата, баки имеют заливные горловины. Над баками и сзади них установлены разнообразные контейнеры и отсеки для размещения комплектующего противопожарного оборудования и инвентаря. Эти контейнеры и отсеки выполнены за одно целое с баками и содержат в себе хорошо известное оборудование: мотопомпу МЛАЗ, зажигательный аппарат ЗА-1М, бензодвигательную пилу «Дружба» с заправочным бачком, четыре ранцевых огнетушителя-опрыскивателя РООП-М, четыре лесных ранцевых опрыскивателя РЛО, комплект заплечных контейнеров для переноски рукавной линии, пожарный ствол-пику, четыре лопаты, поперечную двуручную пилу, два топора, аптечку и бачок для питьевой воды. Расположение контейнеров и отсеков и крепление в них оборудования обеспечивает удобство и быстроту снятия его и подготовку к действию. При необходимости на агрегате легко может быть установлена небольшая переносная радиостанция. На заднем мосту трактора установлен дополнительный съемный контейнер со стволами и трехходовым разветвлением. Внутри агрегата между баками расположены четыре откидных сиденья с поручнями для размещения при транспортировании команды пожарников. Для обеспечения безопасности команды при движении кузов в задней части закрывается поручнем.

Сзади агрегата на гидравлической навесной системе трактора расположено почвообрабатывающее орудие с рабочим органом плужного типа. Корпус орудия выполнен двухотвальным с ножами-откосниками по типу плуга-канавокопателя ПКНЛ-500. Впереди корпуса расположен черенковый нож. Необходимая глубина прокладывания борозды осуществляется регулированием длины верхней тяги навесной системы. Подъем и опускание орудия производится навесной системой, управляемой из кабины тракториста. Влияние смонтированного оборудования агрегата на изменение статических и динамических показателей трактора ТДТ-55 было установлено при помощи проверочного расчета, выполненного в двух вариантах состояния агрегата: баки заполнены жидкостью и баки без жидкости.

Определение среднего статического удельного давления гусениц агрегата на грунт производилось по формуле

$$q = \frac{G}{2LB}, \quad (1)$$

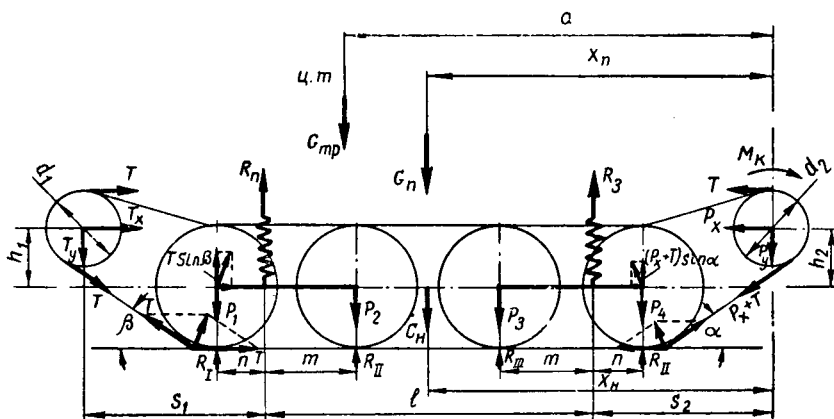
где:

$G$  — вес агрегата;

$L$  — длина опорной поверхности гусениц;

$B$  — ширина башмака гусеницы; расчет показал, что его значение увеличилось до  $0,505 \text{ кг/см}^2$  при заправленных баках и до  $0,457 \text{ кг/см}^2$  при порожних баках (против  $0,395 \text{ кг/см}^2$  для трактора ТДТ-55).

Такое увеличение среднего статического удельного давления гусениц на грунт не оказывает существенного влияния на проходимость агрегата в пожароопасных типах леса. Было также определено смещение координаты его центра тяжести по направлению продольной оси агрегата вперед на  $295 \text{ мм}$  при порожних баках и на  $255 \text{ мм}$  при заполненных жидкостью баках, что положительно сказалось на равномерности распределения нагрузок на ходовую часть агрегата.



$X_n$  — то же для подрессоренной части агрегата; для случая, когда баки заполнены жидкостью

$$X_n = \frac{10\,460 \cdot 206 - 1900 \cdot 180,5}{10\,460 - 1900} = 216 \text{ см};$$

для случая, когда баки агрегата порожние

$$X_n = \frac{9460 \cdot 210 - 1900 \cdot 180,5}{9460 - 1900} = 218 \text{ см}.$$

Принимая, что все действующие силы и возникающие моменты находятся в одной плоскости и что горизонтальные составляющие сил, приложенных к осям катков, не вызывают перераспределения реакций грунта на гусеницы под катками, составляем уравнения моментов относительно осей кареток гусеницы — точек 0 и 01

$$T_x h_1 - T_y (l + S_1) + R_n l - G_n (X_n - S_2) - P_x h_2 + P_y S_2 + M_k = 0, \quad (3)$$

и

$$T_x h_1 - T_y S_1 + G_n (l - X_n + S_2) - R_3 l - P_x h_2 + P_y (l + S_2) M_k = 0, \quad (4)$$

где:  $T_x$  и  $T_y$  — составляющие силы натяжения гусеницы  $T$ ;  
 $T_x = T(1 + \cos \beta)$ ;  $T_y = T \sin \beta$ ;

$\beta$  — передний угол атаки гусеницы;

$h_1$ ;  $l$ ;  $S_1$ ;  $S_2$ ;  $h_2$  — плечи действующих сил;

$P_x$  и  $P_y$  — составляющие суммирующей касательную силу тяги  $P_k$  с силой натяжения гусеницы  $T$ ;

$$P_x = (P_k + T) \cos \alpha + T; \quad (5)$$

$$P_y = (P_k + T) \sin \alpha,$$

где:

$\alpha$  — задний угол атаки гусеницы;

$R_n$  — передняя сила реакции неподдресоренной части на подрессоренную часть агрегата;

$R_3$  — задняя сила реакции неподдресоренной части на подрессоренную часть агрегата.

По данным Опежского тракторного завода, предварительное натяжение обеих гусениц для трактора ТДТ-55 определяется в  $T = 700$  кг. Принимаем касательную силу тяги агрегата в транспортном положении равной,

$$P_x = G_{a1p} f, \quad (6)$$

где  $f$  — коэффициент сопротивления передвижению. Тогда ведущий момент  $M_k$  будет

$$M_k = P_k \frac{d_2}{2}, \quad (7)$$

где  $d_2$  — диаметр ведущей звездочки агрегата.

Из чертежей трактора ТДТ-55 находим исходные данные для расчета:

$$S_1 = 116 \text{ см}; S_2 = 92 \text{ см}; l = 174 \text{ см}; m = 45 \text{ см}; h = 28 \text{ см}; \\ d_1 = 47 \text{ см}; d_2 = 47 \text{ см}; h_1 = 17 \text{ см}; h_2 = 22,5 \text{ см}; \alpha = 27^\circ; \beta = 23^\circ.$$

Известно, что  $G_{\text{п}} = 7500 \text{ кг}$  — баки порожние и  $G_{\text{п}} = 8560 \text{ кг}$  — баки заполнены. Принимаем  $f = 0,2$  [3].

Решая уравнения [3] и [4] относительно  $R_{\text{п}}$  и  $R_3$ , получаем их значения: при заполненных баках  $R_{\text{п}} = 6400 \text{ кг}$  и  $R_3 = 4200 \text{ кг}$ , а при порожних баках  $R_{\text{п}} = 5300 \text{ кг}$  и  $R_3 = 4260 \text{ кг}$ .

Определяем усилия, возникающие на опорных катках под влиянием воздействия подрессоренной части агрегата, по формулам:

$$P_1 = \frac{R_{\text{п}}m}{m+n}; \quad P_2 = \frac{R_{\text{п}}n}{m+n}; \\ P_3 = \frac{R_3n}{m+n} \text{ и } P_4 = \frac{R_3m}{m+n}, \quad (8)$$

где:

$P_1, P_2, P_3$  и  $P_4$  — усилия на соответствующих опорных катках;

$n$  и  $m$  — плечи действующих сил.

Вычислив их значение, определяем величину давления агрегата на грунт под каждым катком:

$$R_I = (P_1 - T \sin \beta) + \frac{G_{\text{н}}}{4}; \quad R_{II} = P_2 + \frac{G_{\text{н}}}{4}; \\ R_{III} = P_3 + \frac{G_{\text{н}}}{4}; \quad R_{IV} = P_4 - (P_{\text{к}} + T) \sin \alpha + \frac{G_{\text{н}}}{4}. \quad (9)$$

Полученные результаты приведены в таблице.

Указанные в таблице величины показывают на относительно удачную компоновку всего оборудования на лесопожарном агрегате, обеспечивающую его хорошую проходимость, что было подтверждено испытаниями.

Созданный лесопожарный агрегат ТЛП-55 входит в комплекс машин и аппаратов для борьбы с лесными пожарами и предназначается в основном для использования в районах лесозаготовок таежной зоны. Транспортирование агрегата к месту пожара может быть осуществлено не только по

Расчетные значения величин  $P_i$  и  $R_i$  для лесопожарного агрегата ТЛП-55

Величины	Для агрегата с порожними баками, кг	Для агрегата с заполненными баками, кг
$P_1$	3270	3940
$P_2$	2030	2460
$P_3$	1635	1610
$P_4$	2625	2590
$R_I$	3470	4140
$R_{II}$	2500	2935
$R_{III}$	2110	2085
$R_{IV}$	1925	1800

различного типа дорогам, но и по просекам, волокам, гарям, вырубкам. Агрегат предназначен для использования на свежих и старых нераскорчеванных вырубках с количеством пней

### Техническая характеристика лесопожарного самоходного агрегата ТЛП-55

Габариты, мм:	
длина . . . . .	7500
ширина . . . . .	2300
высота . . . . .	2640 (по кабине трактора) 2540 (по бакам агрегата)
Вес агрегата в снаряженном состоянии с пустыми баками, кг . . . . .	9 460
То же, но с заправленными жидкостью баками, кг . . . . .	10 460
Количество баков . . . . .	2
Емкость баков л. . . . .	1 000
Команда агрегата, включая тракториста, чел. . . . .	5
Среднее статическое удельное давление агрегата на грунт в полностью заправленном состоянии, кг/см <sup>2</sup> . . . . .	0,505
То же, но без огнегасящей жидкости в баках, кг/см <sup>2</sup> . . . . .	0,457
Продольное смещение координаты центра тяжести агрегата назад относительно центра тяжести трактора (в транспортном положении, без огнегасящей жидкости в баках), мм . . . . .	200
То же, но с жидкостью в баках, мм . . . . .	250
Наибольшая транспортная скорость агрегата, км/ч . . . . .	10
Дорожный просвет у агрегата, мм . . . . .	560
Наибольшее давление, развиваемое насосом агрегата, атм . . . . .	8
Высота набора жидкости насосной установкой (наибольшая), м . . . . .	4
Время наполнения баков жидкостью насосной установкой, мин . . . . .	3
Время опорожнения баков агрегата через рукавный ствол от мотопомпы МЛАЗ, мин . . . . .	36
Длина выкидной линии из льняных рукавов, м: . . . . .	
диаметром 66 мм . . . . .	360
» 51 » . . . . .	160
» 26 » (для мотопомпы МЛАЗ) . . . . .	500
Длина заборных рукавов насосной установки, м . . . . .	8
Тип почвообрабатывающего рабочего органа . . . . .	двухотвальный плужный, типа ПКНЛ-500
Вес рабочего органа, кг . . . . .	около 250
Ширина прокладываемой борозды, мм . . . . .	500
Глубина борозды, мм . . . . .	250
Ширина получающейся минерализованной полосы, мм . . . . .	2000

Потребное тяговое усилие, необходимое для прокладывания борозды (в среднем), <i>т</i> . . . . .	1,25
Производительность агрегата на прокладке полос, в зависимости от лесорастительных условий, <i>км/ч</i> . . . . .	от 1,4 до 2,2

до 600 на гектаре, под пологом насаждений с полнотой до 0,5, с почвами, обеспечивающими проходимость гусеничных машин с удельным давлением до  $0,5 \text{ кг/см}^2$ , и при уклонах на местности не превышающих  $15^\circ$ . Расчистка трассы для прокладки минерализованных или опорных полос, а также трассы,

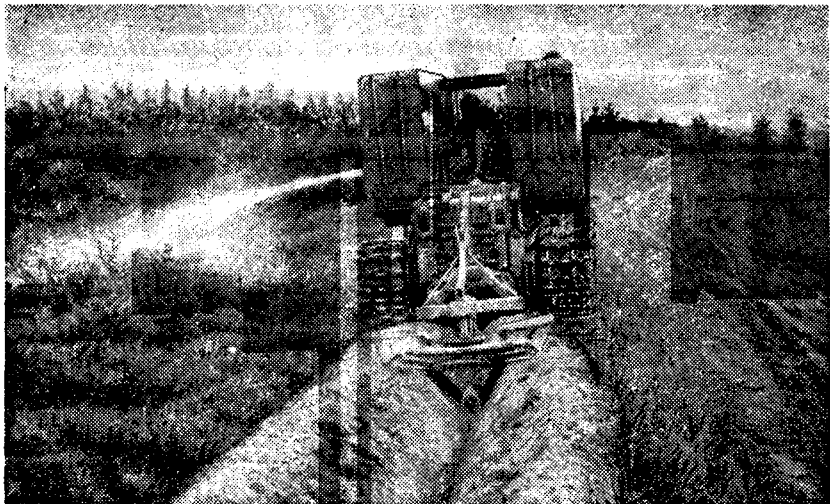


Рис. 4. Прокладка комбинированной защитной полосы агрегатом ТЛП-55

обеспечивающей проходимость агрегата под пологом леса, расчистка и устройство подходов к водоемам для забора воды осуществляется бульдозером агрегата и бензомоторной пилой «Дружба», также входящей в комплект оборудования агрегата. Отвалом бульдозера могут быть расчищены отдельные пни диаметром до 20 см и осуществлен повал деревьев. Агрегат может свободно передвигаться в молодняках I—II класса возраста с полнотой до 1,0.

Для всех операций по тушению лесных пожаров, за исключением прокладки минерализованных и опорных полос, а также подачи воды, применяют съемные переносные аппараты, входящие в комплект оборудования агрегата. Съемные аппараты используют в строгом соответствии с инструкциями и с обязательным соблюдением правил безопасности.



При необходимости возведения особо надежной преграды движению фронта огня агрегат прокладывает комбинированную защитную полосу, состоящую из расположенных рядом одновременно выполненных минерализованной полосы шириной 2 м и огнезащитной полосы шириной 6 м, выполненной насосной установкой путем вылива из баков жидкости с дозировкой 3 л на 1 м<sup>2</sup> поверхности (рис. 4).

Лесопожарный агрегат ТЛП-55 в 1964 г. прошел государственные испытания и рекомендован для использования при тушении лесных пожаров, особенно в районах лесозаготовок.

#### ЛИТЕРАТУРА

Магировский Н. П. Новый трелевочный трактор ТДТ-55. «Лесоэксплуатация и лесное хозяйство», 1964, № 1.

Некрасов А. И. Курс теоретической механики, ч. I. М., 1953.

Орлов С. Ф. Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках. М., Гослесбумиздат, 1963.

Инструкция по охране лесов от пожаров. М., 1962.

## **БЫСТРОХОДНЫЙ АГРЕГАТ-ВЕЗДЕХОД ДЛЯ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

Одной из основных задач при борьбе с лесными пожарами является своевременная доставка людей и противопожарной техники к очагу огня. В отдаленных, малонаселенных и бездорожных районах основным видом транспорта, способным решать эту задачу в предельно короткие сроки, является авиация. В районах же с густой сетью дорог экономически выгодно использовать автотранспорт. По хорошим дорогам на автомашинах можно в сравнительно короткий срок подвезти рабочих, тяжелое и легкое противопожарное оборудование к лесному пожару. Однако у нас имеется много районов, где дороги в лесу есть, но эксплуатируются они мало и поэтому находятся в плохом состоянии, проезд по ним автотранспортных средств затруднен. В то же время применять здесь дорогостоящую авиацию в ряде случаев нецелесообразно. В таких условиях применяют различные тракторы. Однако из-за их тихоходности и ограниченной проходимости рабочие и оборудование прибывают в район пожара с большим запозданием — пожар к моменту их прибытия, как правило, охватывает большую площадь и для ликвидации его требуются уже значительные усилия и время. Поэтому в таких районах в качестве средств транспорта необходимы быстроходные машины высокой проходимости, способные везти команду рабочих-пожарных и технические средства пожаротушения.

Опыт создания быстроходных лесопожарных вездеходов в нашей стране отсутствует. В США и Канаде подобные машины были созданы и испытаны в лесных условиях. Например, в США был создан лесопожарный автомобиль высокой проходимости, оборудованный баком для огнегасящей жидкости емкостью 100 л и рабочим органом для создания минерализованной полосы (P. Davis, 1959).

Кроме того, в США создан быстроходный колесный агрегат — «Бушмастер», который в основном предназначается для лесопожарных целей (N. Thomas, 1961). Агрегат оборудован бульдозером, пожарным плугом, цистерной емкостью 2100 л, мотопомпой и аппаратом для отжига (пуска встречного огня).

В Канаде создан гусеничный лесопожарный агрегат высокой проходимости — «Бомбардир», оборудованный двумя баками по 700 л каждый, насосной установкой и комплектом противопожарного инструмента. Он развивает скорость до 40 км/ч («Fire Control notes» № 3, 1961).

В настоящее время в народном хозяйстве нашей страны имеется ряд вездеходов: «Пингвин», ГАЗ-47, К-61, ЦНИИ лесосплава. При рассмотрении тактико-технических возможностей



Быстроходный агрегат-вездеход ВП-1 для тушения лесных пожаров

перечисленных транспортных машин оказалось, что наиболее перспективной машиной для лесопожарных целей является гусеничный транспортер ГАЗ-47, который выгодно отличается от других высокой проходимостью, особенно по заболоченной местности, умеренным габаритом и высокой скоростью передвижения.

В 1963 г. ЛенНИИЛХ на базе гусеничного транспортера ГАЗ-47 создал противопожарный вездеход ВП-1 (см. рисунок). Он оснащен разнообразным лесопожарным оборудованием, позволяющим выполнять различные операции лесного пожаротушения: локализацию пожаров путем создания заградительных минерализованных полос, тушение пожаров водой и огнегасящими жидкостями с помощью мотопомпы и ранцевых лесных опрыскивателей, пуском встречного низового огня и др.

Вездеход оснащен специальным почвообрабатывающим орудием типа канавокопателя, которым можно прокладывать минерализованные полосы шириной до 2 м и глубиной до 0,3 м со скоростью до 6 км/ч (на легких песчаных и супесчаных почвах). Для подъема и опускания рабочего органа вездеход оборудован гидросистемой, управление которой смонтировано в кабине водителя. При прокладке минерализованной полосы под пологом насаждения в отдельных случаях может оказаться необходимым спиливание мешающих движению машины деревьев и высоких пней, поэтому в комплекте оборудования имеется бензиномоторная пила «Дружба». Кроме того, она необходима при движении к лесному пожару по сильно захламленным или высокополнотным насаждениям.

При борьбе с сильными низовыми пожарами часто практикуется способ отжига или пуска встречного низового огня от опорной линии. Для механизации этого процесса в комплекте противопожарного оборудования вездехода предусмотрен зажигательный аппарат ЗА-1М. Встречный низовой огонь с успехом может быть применен и против устойчивых и беглых верховых пожаров, так как они обычно сопровождаются и поддерживаются низовыми пожарами.

Весьма распространенным способом тушения лесных пожаров является тушение водой и растворами химикатов. Для осуществления этого способа противопожарный вездеход ВП-1 оснащен следующим оборудованием:

1. Двумя сообщающимися баками общей емкостью 800 л для перевозки огнегасящей жидкости.

2. Ранцевыми пневматическими огнетушителями-опрыскивателями типа РООП и ранцевыми лесными опрыскивателями типа РЛО (по 4 шт.) для непосредственного тушения кромок низовых пожаров.

3. Малогабаритной лесной мотопомпой МЛ-100 с комплектом выкидных льяных рукавов диаметром 26 мм общей длиной 500 м. При помощи мотопомпы можно тушить пожары распыленными или сосредоточенными струями воды как из самих баков, так и из близлежащих водоисточников и, кроме того, производить зарядку ранцевых пневматических огнетушителей-опрыскивателей типа РООП.

При движении к действующему очагу пожара вездеход ВП-1 преодолевает подъемы и спуски крутизной до 25°, развивает на ровных прямых участках транспортную скорость до 40 км/ч; преодолевает вплавь водные преграды, заболоченные участки и преграды в виде единично растущих деревьев диаметром до 15 см и молодняки полнотой до 0,8—0,9 (I класса возраста).

Опыт использования противопожарного вездехода ВП-1 на тушении естественных лесных пожаров в 1963 г. показал его явное преимущество по сравнению с другими противопожар-

ными средствами (ПМГ-6, ПЛАЦ и др.). Высокая проходимость, наличие разнообразного лесопожарного оборудования позволяют быстро и оперативно ликвидировать лесные пожары.

В качестве примера приведем случай тушения лесного пожара вездеходом ВП-1. В 18 км от места базирования вездехода возник сильный низовой лесной пожар. К моменту прибытия вездехода (через 45 мин после оповещения) площадь пожара составляла 1,5 га (после ликвидации 2 га).

Огонь распространялся со средней скоростью 3—4 м/мин по фронту протяженностью около 400 м; горел сосновый молодняк I класса возраста полнотой 0,5—0,6, с густым покровом из вереска и брусники.

Вначале для локализации пожара в редком молодняке вездеход плугом проложил минерализованную полосу на расстоянии до 10 м от кромки пожара. Одновременно с локализацией пожара заградительной минерализованной полосой при помощи мотопомпы МЛ-100 водой из баков вездехода перед фронтом пожара создавалась вторая заградительная полоса, которая резко снижала интенсивность огня до подхода его к минерализованной заградительной полосе. На одном из участков огонь перешел через минерализованную полосу, но был потушен водой из цистерны вездехода. Через 2 ч пожар был полностью ликвидирован.

#### Техническая характеристика ВП-1

Численность команды (включая водителя), чел. . . . .	10
Вес (без огнегасящей жидкости), кг . . . . .	4400
Габариты, мм:	
в транспортной позиции:	
длина . . . . .	6400
ширина . . . . .	2435
высота . . . . .	1960
в рабочей позиции:	
длина . . . . .	6700
ширина . . . . .	2435
высота . . . . .	1960
Количество баков для огнегасящей жидкости, шт. . . . .	2
Емкость баков для жидкости, л . . . . .	800
» бака » топлива, л . . . . .	110
Время заполнения баков огнегасящей жидкостью, мин . . . . .	10
Ширина минерализованной полосы, мм . . . . .	2000
» борозды, мм . . . . .	700
Глубина » » . . . . .	300
Транспортный просвет почвообрабатывающего орудия, мм . . . . .	500
Время подъема орудия из борозды, с/к . . . . .	8 ÷ 10
» опускания орудия в рабочее положение, сек . . . . .	3
Гидросистема . . . . .	одностороннего действия с отбором мощности от коробки перемены передач

Марка насоса . . . . .	МШ-ЗА
Емкость гидросистемы, л . . . . .	8
Рабочее давление, кг/см <sup>2</sup> . . . . .	80
Рекомендуемая рабочая жидкость . . . . .	масло МВП, велосит марки Л, трансформа- торное масло ЛМГ-10
Мощность, потребляемая насосом, л. с. . . . .	3,2

Высокая маневренность вездехода и насыщенность различным противопожарным оборудованием позволяют использовать его при ликвидации лесных пожаров по самым разнообразным тактическим схемам.

В августе 1963 г. противопожарный вездеход прошел междуведомственные испытания и рекомендован к выпуску опытной партией.

### ЛИТЕРАТУРА

- Davis P. "Forest Fire Control and Use". New York, London, 1959.  
 Thomas N. "Buch and the Buschmaster". "Journal of Forestry", 1961, N 2.  
 "Fire Control Notes". Forest Service, Washington D. C. 1961, N 3.

## АППАРАТ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ МЕТОДОМ ОТЖИГА

Сильные низовые и верховые пожары целесообразно локализовать пуском встречного низового огня от заранее выбранных или подготовленных опорных полос. На участке, пройденном низовым огнем (огнем отжига), пожары распространяться не могут — для низового пожара уже нет горючих материалов, а верховой пожар, как показали наблюдения и исследования Н. П. Курбатского, В. П. Молчанова и др., не может продолжаться длительное время без интенсивной поддержки тепла низового огня (В. П. Молчанов, 1956; Н. П. Курбатский, 1955).

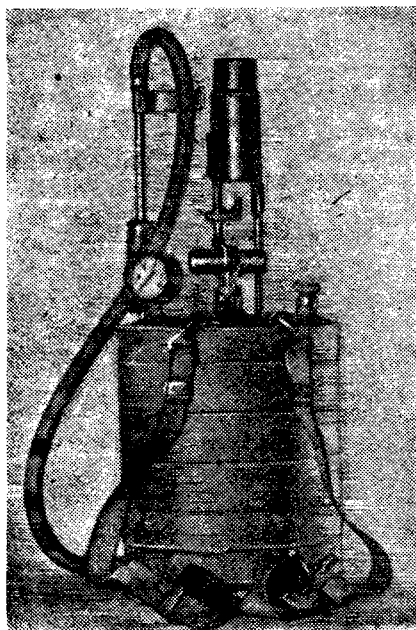
Способ локализации пожара пуском встречного низового огня известен и применялся очень давно — в русской лесохозяйственной литературе он впервые был описан А. Левизом еще в 1833 г. Для поджигания напочвенного покрова обычно использовали факелы из бересты, пучки смолистых веток, отдельные лучины, ветки с желтой хвоей и др. Эти средства поджигания часто применяют и в настоящее время, хотя они малоэффективны и небезопасны. Возникает необходимость создания специального аппарата для пуска встречного низового огня. Первым аппаратом, который был использован для быстрого поджигания напочвенного покрова, была обыкновенная паяльная лампа (П. П. Серебренников, В. В. Матренинский, 1937—1940 гг.). Однако первый же производственный опыт показал, что этот аппарат обладает рядом существенных недостатков:

- 1) паяльная лампа с горючим находится все время в руках у рабочего, постоянно находящегося в согнутом положении;
- 2) резервуар с горючим расположен непосредственно у огневой кромки, что небезопасно;
- 3) под влиянием ветра аппарат гаснет.

В связи с этим как за рубежом, так и у нас были предприняты попытки к созданию специальных зажигательных аппаратов. Так, в 30-х годах в Америке и Швеции были разработаны лесные «отжигатели», которые представляли собой аппараты ранцевого типа, работающие на пропане, бутане, керосине и бензине (П. П. Серебренников, В. В. Матренинский, 1937).

В СССР первый специальный прибор для отжига (пламемет конструкции ЦНИИЛХ) был создан в 1939 г. по инициативе П. П. Серебренникова. Однако из-за ряда конструктивных недостатков этот аппарат не получил широкого применения, а в период Великой Отечественной войны работы над его усовершенствованием были приостановлены. В 50-х годах для пуска

встречного низового огня был предложен проволочный отжигатель (конструкции инспектора охраны лесов Стародумова), представляющий собой проволочную клетку размером  $40 \times 20 \times 15$  см с железным дном и рукояткой. Через загрузочное отверстие отжигатель наполнялся лесным напочвенным покровом (мхи, хвоя, сухие листья и т. д.), который поджигался с разных сторон. Как только пламя охватывало всю клетку, отжигатель начинали перемещать (волочить) рядом с опорной полосой, при этом выпадающие через ячейки горящие угольки, хвоинки, веточки и т. п. создавали очаги огня (Н. Н. Егоров, 1954). Основным недостатком такого отжигателя является трудность создания непрерывной линии огня.



Аппарат для тушения лесных пожаров методом пуска встречного низового огня

В настоящее время за рубежом широко используются зажигательные аппараты различных конструкций. В Аме-

рике, например, для пуска встречного низового огня специальные устройства устанавливаются непосредственно на агрегате, создающем опорную минерализованную полосу (N. Thomas, 1961). Таким образом, процесс отжига идет одновременно с процессом создания опорной полосы. Это уменьшает количество занятых на тушении пожара рабочих, но при внезапной остановке агрегата он может сгореть от огня, созданного им самим.

Как видим, ни паяльная лампа, ни пламемет, ни проволочный отжигатель не могли решить полностью проблему быстрого, надежного и безопасного способа пуска встречного низового огня. В то же время развитие охраны лесов от пожаров настоятельно требовало создания специального аппарата для отжига, который бы значительно облегчил и ускорил эту операцию.

В связи с этим в 1957 г. в ЛенНИИЛХ был сконструирован и изготовлен зажигательный аппарат марки ЗА-1. Этот аппарат может быть с успехом применен не только при пуске встречного низового огня, но и на других хозяйственных работах, проведение которых требует использования высокотемпературного пламени. В первом образце аппарата в качестве горючей жидкости



был использован бензин. В дальнейшем для обеспечения безопасности был создан модернизированный образец аппарата (ЗА-1М), работающий на керосине (см. рисунок).

Зажигательный аппарат ЗА-1М представляет собой ранцевый пневматический аппарат (Е. В. Ершов, 1962), действующий по принципу обычной паяльной лампы. Он состоит из металлического резервуара, к которому последовательно присоединены гибкий резино-тканевый шланг, трубчатая штанга, удлинитель штанги и горелка.

Резервуар для горючего выполнен в виде тонкостенного цилиндрического бачка со сферическими днищами. Для устойчивости при установке на плоскость он снабжен опорным пояском-юбкой. На верхнем днище бачка расположены заливная горловина с резьбовой крышкой, ручной воздушный насос с обратным клапаном и малогабаритный манометр со шкалой до 6 атм. Уровень заливаемого в бачок топлива ограничивается выступающим внутри резервуара нижним краем заливной горловины, при этом над топливом образуется воздушный колпак. При помощи насоса создается необходимое рабочее давление внутри резервуара, которое по мере его опорожнения постепенно уменьшается. Ручка насоса в нижнем положении фиксируется накладной петлей и служит рукояткой для переноса аппарата на небольшое расстояние.

На нижнем днище бачка расположен тройник с запорным игольчатым краном, через который топливо из бачка поступает в гибкий шланг. Последний присоединен хомутиком к трубке тройника, выступающей за пояс-юбку. Топливо при выходе из бачка проходит через сетчатый фильтр, помещенный в тройнике перед краном.

В пространстве под нижним днищем бачка имеется съемная коробка с запасными деталями — сменными форсунками к горелке и ключами для ремонта и регулировки аппарата в полевых условиях.

Ремни, служащие для переноски аппарата за спиной, регулируются по длине, а для удобного прилегания аппарата к спине рабочего на резервуаре имеется опорный кронштейн-наспинник.

Трубчатая штанга соединяется с удлинителем при помощи шарово-конусного соединения, которое состоит из штуцера, накладной гайки и ниппеля. Такое же соединение имеет горелка с удлинителем. При наворачивании гайки на штуцер шаровая головка ниппеля плотно прижимается к конусной части штуцера, чем обеспечивается полная герметичность соединения. Для более легкого и удобного управления горелкой трубчатая штанга снабжена резиновой ручкой и передвижным подлокотником. При транспортировке аппарата трубчатая штанга и удлинитель разъединяются и крепятся к стенке бачка.

Горелка аппарата выполнена по типу горелок паяльных ламп с испарителем, изготовленным в виде трубчатого змеевика. Направляющий тонкостенный кожух изготовлен из жаростойкой стали и выполнен съемным для замены запасным. Наружная часть игольчатого запорного крана-регулятора горелки удлинена для удобства и безопасности работы. Предусмотренный к горелке набор сменных форсунок обеспечивает получение различных факелов пламени (от 20 до 40 см).

Испытания зажигательного аппарата в производственных условиях показали, что скорость пуска встречного огня с применением аппарата по сравнению с ручными методами возрастает в 5—6 раз.

Зажигательный аппарат ЗА-1М найдет широкое применение в оперативных отделениях авиабаз для ликвидации лесных пожаров отжигом, в леспромхозах и лесхозах для сжигания порубочных остатков в установленные сроки, в колхозах и совхозах для пуска сельхозпала и других видах работ, требующих применения высокотемпературного пламени. Аппарат ЗА-1М выпускается серийно Гатчинским механическим заводом (г. Гатчина Ленинградской обл.).

#### Техническая характеристика ЗА-1М

Тип аппарата . . . . .	ранцевый
Вес аппарата без горючего, кг . . . . .	7,3
Общая емкость резервуара, л . . . . .	8,2
Объем горючего в резервуаре, л . . . . .	до 7,2
Горючее . . . . .	керосин
	осветительный
	ГОСТ 4753—49
Наибольшее рабочее давление в резервуаре, атм . . . . .	2,5
Время розжига горелки, мин . . . . .	5—10
Температура факела пламени, °С . . . . .	800—850
Габариты в транспортной позиции, мм:	
длина . . . . .	300
ширина . . . . .	380
высота . . . . .	680
Стоимость аппарата, руб. . . . .	50

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров Н. Н. Тушение повальных пожаров встречным огнем. «Лесное хозяйство», № 6, 1954.
2. Ершов Е. В. Инструктивные указания по техническому обслуживанию и эксплуатации зажигательного аппарата ЗА-1М, Л. 1962.
3. Курбатский Н. П. Локализация сильных лесных пожаров встречным низовым огнем. «Лесное хозяйство», № 3, 1955.
4. Молчанов В. П. Встречный огонь в борьбе с верховыми и сильными низовыми пожарами. «Лесное хозяйство», № 6, 1956.
5. Серебренников П. П. и Матренинский В. В. Охрана лесов от пожаров. Л., 1940.
6. Серебренников П. П. и Матренинский В. В. Лесные пожары и борьба с ними. Л., 1937.
7. N. Thomas. "Buch and the Buschmaster", "Journal of Forestry", N 2, New York, 1961.

*Н. Н. Красавина, В. Г. Лорбербаум*

## **НОВЫЙ СПОСОБ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ТОРФЯНЫХ И ПОДСТИЛОЧНО-ГУМУСОВЫХ ПОЖАРОВ**

К лесным торфяным пожарам относятся все случаи горения торфянистого слоя почвы. Такие пожары характерны беспламенным типом горения и медленным, но упорным распространением. Выгорание торфяников в течение нескольких недель и месяцев хорошо известно. Очень часто горение торфа возобновляется после проливных дождей и продолжается в зимний период, под снежным покровом. Известны случаи, когда глубокие залежи торфа горят несколько лет.

Торфяные и подстильно-гумусовые пожары чаще всего являются следствием низовых пожаров, но иногда могут быть и их причиной. При небольших осадках после засухи лесной покров не горит, а подстилка и торф могут загореться от непотушенного костра и послужить источниками возникновения низового пожара. Торфяные и подстильно-гумусовые пожары наносят большой ущерб лесному хозяйству, так как после них гибнет весь древостой и уничтожается органическая часть почвы.

Современные способы тушения таких пожаров сводятся к окапыванию до минерального грунта или обработке мощными струями воды из мотопомп различных марок. Землеройная техника не всегда может быть использована, поэтому в большинстве случаев пожар окапывают вручную, что очень трудоемко. После окапывания пожара нужно продолжительное время наблюдать за пожарищем с горящим торфом, чтобы ветер не переносил искры и горячий пепел через вырытую канаву. Этим достигается только локализация пожара, так как невозможно потушить весь горящий торф на пожарище засыпкой грунтом.

Тушение торфяного пожара водой является менее трудоемкой работой, но требует очень больших расходов воды и, кроме того, не всегда приводит к окончательной ликвидации пожара. Сухой торф и подстилка не смачиваются водой. Горящий торф спекается и на его поверхности образуется водонепроницаемая корка. Этими свойствами торфа и объясняется необходимость тушения его водой с разбиванием на мелкие кусочки, для чего нужна струя воды под большим давлением. Горение торфа сопровождается образованием так называемых «печек», т. е.

участков с выгоранием торфа под подстилкой с корнями деревьев и лесным покровом. Чтобы потушить «печки» водой, надо так смочить верхние, негорящие слои торфа, чтобы с них вода могла стекать в «печку». Это условие не всегда соблюдается, так как оно требует длительного смачивания торфа, подстилки. Этим и обуславливаются частые случаи возобновления торфяного пожара после тушения водой.

Несмачиваемость сухого растительного материала водой, в том числе торфа и подстилки, связана с большим поверхностным натяжением воды ( $72 \text{ дин} \cdot \text{см}^{-1}$ ), которое уменьшается на-

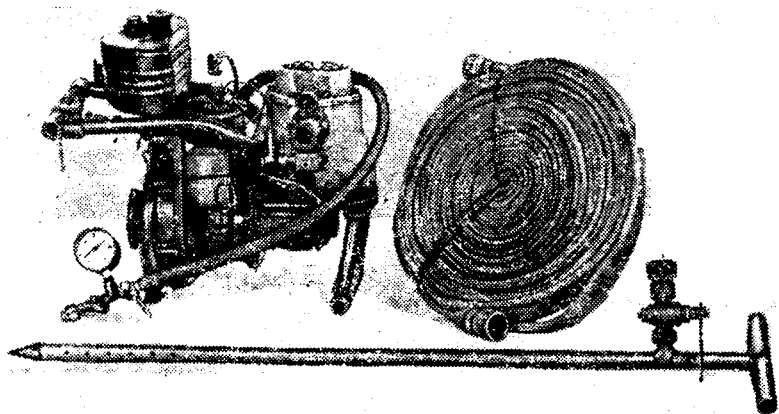


Рис. 1. Мотопомпа МЛ-100, ствол СТ-1 и выкидной рукав  $D=26 \text{ мм}$

половину добавкой небольшого количества поверхностно-активного вещества. В противоположность обычной воде вода с пониженным поверхностным натяжением быстро смачивает и пропитывает как сухой, так и горящий торф. Учитывая это, ЛесНИИЛХ в 1955 г. применил воду со смачивателем, т. е. поверхностно-активным веществом, на тушении торфяного пожара с глубиной прогорания торфа 30—50 см. Горящий торф обрабатывался водой обычной и со смачивателем из ранцевых опрыскивателей РЛО и брандспойта пожарной автоцистерны ПМГ-6. Результаты испытаний показали, что при меньшем расходе раствора в 1,5 раза по сравнению с водой горение торфа полностью прекращалось. После же тушения водой без смачивателя через несколько дней горение торфа возобновлялось. Этими же опытами было установлено, что значительная часть воды со смачивателем расходовалась на увлажнение верхних слоев негорящего материала, что и послужило дальнейшему усовершенствованию способа тушения лесных торфяных пожаров с использованием поверхностно-активных веществ.

В 1960 г. в ЛенНИИЛХ была создана малогабаритная лесная мотопомпа МЛ-100, в которой по заданию отдела охраны леса от пожаров сделано приспособление для подачи раствора смачивателя в рукавную линию с водой (рис. 1). Это приспособление дает возможность использовать воду с пониженным поверхностным натяжением на тушении пожара при заборе воды из любых водоемов. Мотопомпа МЛ-100 весом 22 кг обеспечивает подачу воды от 40 до 50 л/мин при длине рукавной линии 500 м под давлением 3—5 атм. Небольшой вес и габарит

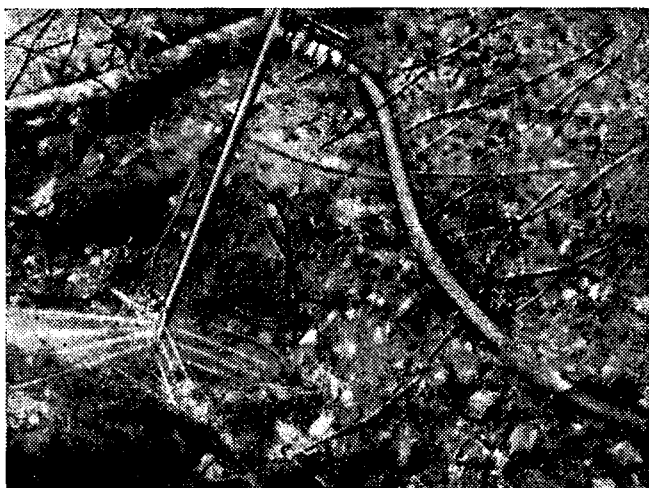


Рис. 2. Ствол СТ-1 в работе

мотопомпы позволяют доставлять ее в ранцевом контейнере в лес к месту пожара в бездорожных условиях. Мотопомпа комплектуется узкими ( $D=26$  мм) выкидными и заборным рукавами, которые значительно легче и удобнее для доставки в лес, чем обычные рукава.

В 1962—1963 гг. ЛенНИИЛХ разработал и провел производственные испытания нового способа тушения лесных торфяных пожаров водой со смачивателем через ствол-пику СТ-1 (рис. 2). При этом способе вода через ствол подается непосредственно в горящий торф. Ствол СТ-1 представляет собой латунную трубку длиной 1300 мм и диаметром 16 мм. В нижней части имеется съемный конус и 30 радиальных отверстий диаметром 3 мм для выброса струек воды по окружности. В верхней части трубки прикреплены рукоятка и кран с накидной гайкой для крепления узкого выкидного рукава.

В качестве смачивателя к воде добавляется поверхностно-активное вещество сульфанол НП-1. Это вещество представляет

собой сухой порошок желтоватого цвета, он снижает поверхностное натяжение воды до  $35 \text{ дин} \cdot \text{см}^{-1}$  при концентрации 0,3%. Небольшое количество сульфанола, необходимое для добавки к воде, его порошкообразное состояние облегчает доставку вещества в лес.

Производственные испытания нового способа проводились в Дзержинском лесхозе Горьковской обл. при тушении торфяных пожаров с глубиной прогорания до 1 м (рис. 3). Испытания показали, что при подаче воды с сульфанолом через ствол-

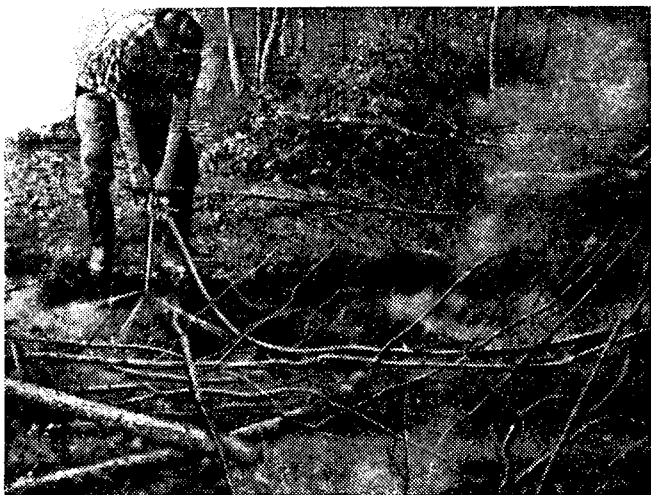


Рис. 3. Тушение торфа с использованием ствола СТ-1

пику расход ее сравнительно с водой без смачивателя сокращается примерно в 3 раза и горение торфа не возобновляется. Наряду с этим значительно ускоряется процесс тушения и облегчаются условия труда в ликвидации пожара. По предварительным данным, производительность труда при новом способе тушения пожара повышается до 10 раз сравнительно с локализацией пожара окапыванием.

Работа при новом способе состоит из следующих операций. Мотопомпу МЛ-100 устанавливают около источника воды или у цистерны с водой, доставленной в лес каким-либо транспортом. К мотопомпе присоединяют выкидной и заборный рукава. Если воду берут из водоема, к заборному рукаву надевают сетку. Если же воду доставляют в цистерне, то заборный рукав прикрепляют к выливному крану цистерны. Моторист наливает в ведро воду и растворяет в ней первую порцию сульфанола. Ствольщик прокладывает рукавную линию к пожару. Моторист

запускает мотопомпу и опускает в ведро с раствором смачивателя шланги раздаточный и дополнительный, которые имеются на корпусе мотопомпы и служат для подачи раствора в рукавную линию с водой. Краниками у шлангов регулируется одинаковая скорость подачи воды в ведро и подсоса раствора в рукавную линию. Моторист в дальнейшем следит за исправностью работы двигателя мотопомпы и добавляет периодически в ведро сульфанол. При появлении пены у воды, подаваемой по рукавной линии, ствольщик начинает тушить пожар. Для локализации низового пожара используется распыленная струя воды из брандспойта. После этого брандспойт сменяют на ствол-пику и производится тушение торфа. Ствол заглубляют в торф в зависимости от глубины прогорания и выдерживают в течение нескольких секунд, до появления пены у скважины. При сплошной кромке горящего торфа уколы стволом производят через 0,5 м. Таким образом обрабатывается вся кромка действующего пожара и затем отдельные заглубившиеся очаги горящего торфа на пожарище. Более тщательно обрабатывают участки, горящие под стволами и пнями. Отдельные участки на пожарище с выгоранием торфа до 15 см обрабатывают водой со смачивателем из брандспойта. В процессе работы занято 3 человека: моторист, ствольщик и подсобный рабочий, который помогает маневрировать рукавами.

По ориентировочным расчетам, расход воды со смачивателем через ствол СТ-1 на тушение 1 м<sup>3</sup> горящего торфа варьирует от 50 до 100 л с затратой времени от 1,5 до 3 мин.

При новом способе отпадают все землеройные работы и необходимость караулить пожар после его тушения. На другой день следует проверить результаты тушения.

В 1964 г. описанный способ успешно использовался на тушении торфяных пожаров в Горьковской обл.

*С. М. Вонский, В. В. Гаврилов,  
В. А. Жданко, В. А. Максимов*

## **ПУТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УЩЕРБА ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ И ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОПОЖАРНОГО УСТРОЙСТВА ЛЕСНОЙ ТЕРРИТОРИИ**

Лес — национальное богатство нашей Родины, ее зеленое золото.

С первых дней возникновения Советского государства вопросам охраны леса, его рационального использования и возобновления уделяется большое внимание. И в настоящее время, как отмечает акад. И. С. Мелехов, среди всех лесохозяйственных проблем проблемой номер один является борьба с лесными пожарами [6].

Такой государственный подход к сохранению лесов сказывается на успешной организации борьбы с лесными пожарами, что привело к значительному уменьшению горимости лесов нашей Родины. Примером может служить горимость лесов РСФСР за последние 13 лет (табл. 1).

Таблица 1

**Динамика горимости лесов РСФСР**  
(в % к 1950—1954 гг.)

Анализируемые периоды, годы	Горимость	Число пожаров на тыс. га	Средняя площадь пожара
1950—1954	100	100	100
1951—1955	111	108	102
1952—1956	109	106	102
1953—1957	119	107	111
1954—1958	116	110	107
1955—1959	92	117	80
1956—1960	83	123	70
1957—1961	74	128	58
1958—1962	72	128	56

Примечание. Таблица составлена по методу скользящих сумм за пятилетие.

В результате деятельности авиационной и наземной охраны леса от пожаров наблюдается постепенное снижение горимости лесов и уменьшение средней площади одного пожара. Эта тен-



денция имеет место, несмотря на некоторое увеличение общего числа пожаров, что вызвано интенсивным развитием лесной промышленности и, в первую очередь, увеличением объема лесозаготовок.

Однако в некоторых районах РСФСР, в частности в лесах европейского севера (Архангельская, Вологодская обл. и Коми АССР), складывается неудовлетворительная обстановка с охраной лесов от пожаров. За последние годы в этом районе увеличилась горимость лесов более чем в 3 раза (табл. 2).

Таблица 2

**Динамика горимости лесов европейского севера  
СССР (Архангельская, Вологодская обл.  
и Коми АССР, в % к 1950—1954 гг.)**

Анализируемый период, годы	Горимость	Число пожаров на 1 тыс. га	Средняя площадь пожаров
1950—1954	100	100	100
1951—1955	104	109	103
1952—1956	152	132	130
1953—1957	163	144	136
1954—1958	116	135	97
1955—1959	125	169	81
1956—1960	384	241	144
1957—1961	368	249	128
1958—1962	355	234	128

На территории европейского севера сосредоточено 26,7% запаса всех насаждений европейской части СССР. Здесь заготавливается 15,4% древесины и 10,6% пиломатериалов от общего объема по СССР. Европейский север — самый крупный лесопромышленный район страны. В ближайшие годы в еще больших объемах там получит развитие лесоперерабатывающая промышленность [3]. Лесные пожары в этом районе наносят существенный ущерб народному хозяйству, подрывая лесосырьевую базу предприятий лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности. Причина такой напряженной пожарной обстановки заключается в несоответствии между освоенностью территории лесной промышленностью и существующей системой охраны лесов от пожаров. Фактический отпуск леса по главному пользованию с 1950 по 1962 г. в этом районе вырос с 26,8 млн. м<sup>3</sup> до 51,9 млн. м<sup>3</sup>, т. е. почти вдвое [9]. Соответственно возросло за этот период и число источников огня, что привело к увеличению числа пожаров более чем в 2 раза. Указанная зависимость между объемом лесозаготовок и числом пожаров, а при отсутствии достаточных ассигнований на охрану — и ростом горимости лесов характерна для районов, где

за последние годы резко возросла деятельность лесозаготовительных предприятий. В качестве примера можно привести сложившуюся обстановку в лесах Архангельской обл. (табл. 3).

Таблица 3

**Распределение основных затрат на лесную промышленность  
и лесное хозяйство Архангельской обл. (в %)**

Затраты	Годы		
	1961	1962	1963
На лесную промышленность . . . . .	96,3	96,1	96,1
» лесное хозяйство . . . . .	1,4	1,7	1,7
Другие статьи расходов . . . . .	2,1	2,2	2,0
<b>Итого . . . . .</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
В том числе на охрану лесов от пожаров	0,2	0,1	0,2

На противопожарные мероприятия приходится всего 0,2% от общего объема затрат на лесную промышленность и лесное хозяйство Архангельской обл. Следует заметить, что доход только от попённой платы за этот период в 1,5 раза превышает все затраты на лесное хозяйство области.

За последние 5 лет затраты на противопожарные мероприятия в Архангельской обл. несколько увеличились по сравнению с предыдущими годами, но все же они остаются еще очень незначительными. Так, в 1963 г. в Архангельской обл. на 1 га лесной площади они составили всего 1,62 коп. Незначительный удельный вес затрат на охрану леса от пожаров и порождает высокую горимость лесов, т. е. горимость находится в обратной зависимости от затрат на охрану лесов от пожаров.

Анализ горимости лесов показывает, что ущерб, причиняемый пожарами лесосырьевой базе страны, складывается главным образом из двух основных показателей:

1. Ухудшения товарной структуры древостоев вплоть до полного их разрушения и последующей нежелательной замены ценных хвойных насаждений менее ценными — лиственными.

2. Ежегодного накопления площадей гарей, что способствует сохранению существующих и росту непродуцирующих лесных площадей.

При этом, конечно, не следует забывать об ущербе, причиняемом пожарами и другим отраслям народного хозяйства (сельскому хозяйству, а также пушному и другим промыслам, для которых лес является сырьевой базой). Пожары уничтожают заготовленную древесину, технику. Привлечение боль-

шого количества людей и механизмов для непосредственной борьбы с огнем нарушает нормальный ритм работы не только лесозаготовительных предприятий, но и целого ряда производств других отраслей хозяйства. Во время больших пожаров нередко нарушается работа воздушного, железнодорожного и речного транспорта.

Существующий метод определения убытков от лесных пожаров [15] далеко не совершенен и дает самое общее, подчас и неправильное представление об истинном их размере. Размер убытков, как правило, занижается в несколько раз, а это создает впечатление благополучия в деле охраны лесов от пожаров и приводит к недооценке противопожарных мероприятий в практической работе предприятий лесной промышленности и лесного хозяйства.

Метод учета повреждений и оценки убытков от лесных пожаров в настоящее время подвергается серьезной критике [10]. Основной его недостаток заключается в том, что оценка ущерба, нанесенного в результате повреждения или уничтожения ликвидной древесины пожаром, производится только по таксовой стоимости на корню.

При этом методе учитывается, да и то не полностью, ущерб, причиняемый только лесному хозяйству. Здесь совершенно отсутствует учет ущерба, наносимого всему народному хозяйству в связи с сокращением сырьевой базы лесозаготовительной промышленности, выражающегося в неполном использовании созданных мощностей предприятий, длительном сроке восстановления сырьевых ресурсов (80—100 лет) и потере части доходов от лесозаготовок, получаемых в результате реализации готовой продукции франко-нижний склад.

В настоящее время лишь последний показатель, доход, является возможным, хотя и приближенным, цифровым выражением ущерба, поддающимся оценке.

Остальные показатели (неполное использование производственных мощностей и длительность восстановления сырьевой базы), приносящие народному хозяйству наибольший ущерб, в настоящее время учитывать методически трудно.

Еще в дореволюционной литературе метод оценки убытков от пожаров только по попённой плате подвергался резкой критике со стороны специалистов лесного хозяйства. Так, А. А. Строгий [12] писал: «Трудно оценить тот колоссальный экономический вред — прямой и косвенный, — который причиняют лесные пожары; во всяком случае, ежегодные убытки от лесных пожаров многомиллионны. Если наше утверждение далеко не гармонирует со скромными цифрами официальных годовых отчетов Лесного департамента, то лишь потому, что при оценке убытков от лесных пожаров казенное ведомство применяет своеобразный способ (разница таксовой стоимости насаждений до

и после пожаров), имеющий разве одно лишь арифметическое значение».

И в настоящее время экономисты считают, что действующие таксы на отпуск леса в основных районах лесозаготовок настолько незначительны, что поистине имеют лишь символическое значение [1].

Одним из основных недостатков существующей методики оценки ущерба является также механическое суммирование затрат на тушение лесных пожаров с ущербом от повреждений древостоев огнем [10].

Такой подход к вопросу вскрывает нелогичность самой схемы определения ущерба от лесных пожаров, ибо затраты на тушение лесных пожаров, так же, как и остальные расходы на охрану лесов от пожаров (авиаохрана, противопожарное устройство территории и т. д.), относятся к операционным затратам на лесное хозяйство.

В основном затраты на тушение не планируют, а выделяют по фактическим расходам из специальных фондов. Такая специфика финансирования расходов на тушение пожаров обусловлена тем, что число пожаров и их интенсивность в зависимости от степени засушливости пожароопасного сезона очень резко варьирует по годам, а предсказать заранее, какой ожидается пожароопасный сезон, в настоящее время не представляется возможным.

Накопленный в разных странах практический опыт по охране лесов от пожаров показывает, что затраты на охрану и ущерб от лесных пожаров должны находиться в определенных соотношениях. В идеальной схеме это соотношение должно быть один к одному. Иными словами, экономически целесообразно создавать такую систему противопожарных мероприятий, при которой затраты на охрану были бы равны ущербу. В том случае, если затраты на охрану будут незначительны, потери от пожаров резко превысят их, так как выделенных средств будет недостаточно для активной борьбы с огнем. Такое соотношение затрат и потерь экономически нецелесообразно. Так же экономически нецелесообразна и другая крайность, когда колоссальные затраты на охрану значительно перекрывают ущерб от пожаров. И. С. Мелехов пишет [5]: «Американские лесоводы считают, что поскольку полное уничтожение пожаров не может быть достигнуто, то такая постановка во многих случаях обошлась бы слишком дорого, объем борьбы с пожарами должен быть конкретизирован... и установлен своеобразный лимит выгорания по площади, который в известной мере определяет и объем борьбы с огнем».

Следовательно, необходимо установить определенные экономически обоснованные соотношения сумм затрат на охрану и допустимые размеры ущерба. Решение этого вопроса при суще-

ствующей методике крайне затруднительно, так как сами расходы на тушение включаются в категорию ущерба от пожаров

Если сопоставить все затраты на охрану леса от пожаров по Архангельской обл. (ассигнования на противопожарные мероприятия и затраты на тушение пожаров) с ущербом от пожаров, то можно отметить, что в 1961—1962 гг. затраты на охрану превышали потери, а в засушливый 1960 г. соотношение было обратное (табл. 4). При этом следует отметить, что из-за несовершенства учета ущерба от пожаров соотношения, полученные для Архангельской обл., являются завышенными, иначе суммарные затраты на охрану не покрывали бы убытков от пожаров. В государственных лесах Финляндии за те же годы суммарные затраты на охрану превысили ущерб в 3,4 раза [18, 19].

Таблица 4

Соотношение затрат на охрану и ущерба  
от лесных пожаров по Архангельской обл.

Годы	Затраты на охрану и туше- ние, тыс. руб.	Ущерб от пожа- ров, тыс. руб.	Отноше- ние затрат к ущербу
1960	632,8	966,1	—1,5
1961	406,9	130,4	+3,1
1962	340,0	12,5	+26,0
Итого . . .	1379,7	1109,0	+1,3

Кроме указанных недостатков, существующая методика учета ущерба имеет и ряд других:

1. Учет поврежденной огнем древесины производится однократно, т. е. сразу после пожара.

2. Лесовосстановительные мероприятия предусматриваются только на площадях погибших лесных культур и молодняков.

3. Потери прироста совершенно не учитываются.

Первое замечание вызвано тем, что от момента повреждения насаждений пожаром до реализации древесины часто проходит значительный период времени. В результате этого товарная структура древостоев резко ухудшается, соответственно снижается ее стоимость и возможности использования. Изменение товарной структуры во времени находится в зависимости от видового состава насаждения, типа леса и степени повреждения древостоя огнем. Следовательно, для правильного определения ущерба крайне необходимо учитывать время с момента повреждения насаждения огнем до поступления его в рубку.

По существующей методике для определения ущерба достаточно обследовать пройденные пожаром насаждения лишь в первый год.

Последующие изменения товарной структуры, особенно к моменту уборки древостоя, и необходимость проведения лесохозяйственных мероприятий в перспективе на площадях гарей во внимание не принимаются и не оцениваются.

Второе замечание вызвано тем, что существующей методикой лесовосстановительные мероприятия планируется проводить только на тех площадях, где до пожара были лесные культуры или молодняки. Площади гарей, возникшие после уничтожения пожарами насаждений других возрастных групп, к искусственному лесовосстановлению не назначаются, а следовательно, и не учитывается стоимость облесения этих гарей. С таким положением невозможно согласиться, учитывая, что не все гари могут естественно возобновляться. В то же время часть площадей гарей возобновляются не желательными для хозяйства породами. Сам процесс лесовосстановления затягивается на длительное время (10—20 лет), площади в этот период не производят и народное хозяйство несет убытки на потере прироста.

Третье замечание основано на том, что потери прироста совершенно не учитываются. Очевидно, при определении ущерба от потери прироста следует принимать во внимание следующее:

а) если сгорают насаждения, не достигшие возраста рубки, то за величину ущерба принимают запас погибшего насаждения, и учитываются потери на приросте с момента облесения площади гари в пределах одного оборота рубки;

б) время, необходимое для полного облесения имеющихся площадей гарей естественным или искусственным путем, т. е. тот период, когда лесная площадь не производит.

Следует отметить, что в методике учета косвенных потерь леса от пожаров, которая действует в настоящее время в США, потери прироста расцениваются как один из основных моментов при оценке размера ущерба [13].

Анализ учета ущерба от лесных пожаров показывает, что в существующую у нас методику необходимо внести существенные коррективы и дополнения.

По нашему мнению, оценка ущерба от лесных пожаров должна проводиться по следующей схеме, состоящей из двух основных частей:

1. Ущерб, наносимый собственно лесному хозяйству (потери вследствие изменения таксовой стоимости древесины; затраты на расчистку территории горельника и последующее облесение площади; потери прироста).

2. Ущерб, наносимый различным отраслям народного хозяйства (потери государства в результате уменьшения доходов от лесной промышленности в связи с истощением сырьевой базы лесными пожарами; потери от гибели заготовленной древесины и от повреждения огнем различных зданий, сооружений и техники).

Это, конечно, далеко не полный перечень статей ущерба, наносимого народному хозяйству страны лесными пожарами.

В настоящее время произвести оценку всех перечисленных показателей ущерба методически трудно, но во всяком случае учет даже некоторых из них позволит более полно, чем раньше, оценить ущерб от лесных пожаров.

Отсутствие правильного исчисления ущерба, причиняемого лесными пожарами народному хозяйству, не позволяет точно определить необходимый размер ассигнований на охрану лесов от пожаров.

Суммы средств, которые отпускаются на противопожарное устройство лесов, не всегда экономически обоснованы и часто в практической работе используются нерационально.

Во всех имеющихся у нас руководствах, инструкциях, наставлениях и методических указаниях по составлению планов противопожарного устройства различных объектов определяется в основном только перечень противопожарных мероприятий, проводимых в лесах страны, и рекомендаций общего порядка [7, 11, 14, 15, 16].

Если в этих официальных документах и имеются количественные показатели, по которым можно судить о целесообразности проектирования тех или иных противопожарных мероприятий, то эти придержки не имеют экономических обоснований. Иными словами, отсутствуют нормативные показатели на противопожарные мероприятия, целесообразность проведения которых подтверждали бы экономические расчеты.

Эти недостатки, конечно, не исключают опыта, накопленного по вопросам организации противопожарных мероприятий, особенно за последние годы, таких, например, как предложение И. И. Неудачина [8] о разделении территории на зоны с различными организационными принципами борьбы с огнем в каждой из них; предложение Н. В. Корнильева [2] о том, что при планировании средств, выделяемых на охрану, необходимо исходить из разделения территории по группам горимости насаждений и фактического числа пожаров на данной площади.

Высокая горимость лесов обязывает найти формы для улучшения существующей системы охраны их от пожаров тем более, что до настоящего времени организация противопожарного устройства объектов в вопросах определения видов, объемов работ и территориального размещения противопожарных средств не увязывается с фактической горимостью лесов и бытками от пожаров.

В настоящее время назрела острая необходимость в создании методики противопожарного устройства территории краев, областей и республик.

Полагаем, что такая методика должна опираться на знания природы лесных пожаров, учитывать характер ущерба от огня

в лесу и исходить из технико-экономических показателей на противопожарные мероприятия.

Для планирования противопожарных мероприятий необходимо знать природу лесных пожаров, чтобы определять частоту повторяемости сезонов с различной степенью засушливости; разделить площадь лесной территории на участки с различной степенью природной пожарной опасности; прогнозировать степень пожарной опасности погоды по метеорологическим элементам; установить динамику нарастания площадей и периметра пожара в зависимости от лесорастительных и погодных условий; определить степень повреждения пожарами насаждений различных типов леса; разработать нормы потребных средств и способов для своевременного обнаружения и тушения пожаров.

Еще в 1944 г. И. С. Мелехов [4] указывал, что «изучение закономерностей в изменениях пожарной опасности в связи с метеорологическими условиями и характером леса имеет отношение и к профилактической и к непосредственной борьбе с огнем, ...территориальные различия в горимости лесов должны быть учтены лесохозяйственной практикой при планировании и организации противопожарных мероприятий». В настоящее время по всем этим вопросам имеются отдельные количественные характеристики, но нет четкой научной основы. Разработка этих вопросов является первоочередной задачей науки и производства.

Что касается ущерба от лесных пожаров, то об этом было сказано достаточно подробно. Очевидно, без знания действительного ущерба от огня проектирование системы противопожарных мероприятий не может быть экономически обосновано.

Отсутствие экономически обоснованных нормативных показателей для всех видов противопожарных мероприятий приводит к тому, что до сих пор нет четких указаний — где эффективней, например, применять авиационные и где наземные средства обнаружения и тушения пожаров. В многолесных районах на авиационную охрану расходуется до 80% ассигнований, выделенных на охрану леса. В Архангельской обл. авиационная охрана обнаруживает, по данным за последние 5 лет, 95% пожаров, а тушит всего около 10%, причем потушенные пожары в основном располагаются в непосредственной близости от дорог и населенных пунктов. Полагаем, что при экономически обоснованных нормативах соотношение затрат на авиационную и наземную охрану должны быть иными, а зону активной борьбы авиации с пожарами следует выделять в необжитых районах.

Слабым местом в противопожарном устройстве территории является недостаточная изученность эффективности как отдельных видов противопожарных мероприятий, так и их взаимо-



связи при комплексном проведении работ в условиях различной природной обстановки и разной степени горимости лесов.

При определении очередности работ по составлению генеральной схемы краев, республик и областей необходимо учитывать наличие на территории лесного фонда, его значимость и удельный вес в обеспечении страны древесиной как в настоящее время, так и в перспективе.

Обобщая сказанное по вопросам методики генерального планирования противопожарных мероприятий, считаем, что при проектировании этих мероприятий надо исходить из следующих принципиальных предпосылок<sup>1</sup>:

1. Проектируемые противопожарные мероприятия должны снизить ущерб от пожаров до экономически обоснованных и заранее определенных пределов.

2. Территория лесного фонда должна быть разделена на зоны деятельности авиационной и наземной охраны с учетом их взаимодействия при обнаружении и тушении лесных пожаров.

3. Объем противопожарных мероприятий и система их территориального размещения в пределах каждой зоны должны планироваться в зависимости от количества и мест возникновения пожаров с учетом экономических перспектив данной территории.

4. При планировании противопожарных мероприятий необходимо исходить из повторяемости пожароопасных сезонов различной степени засухи и природной пожарной опасности объекта, определяющего возможность возникновения и особенности развития и распространения пожаров.

Для решения такой сложной и первостепенной проблемы целесообразно создать специализированную экспедицию, которая проводила бы свою работу в тесном содружестве с научно-исследовательскими организациями.

Составление генеральной схемы противопожарного устройства лесов краев, республик и областей следует рассматривать как одну из основных форм конкретного и практического решения вопроса по снижению горимости лесов нашей страны.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев П. В. Экономика использования и воспроизводства лесных ресурсов. М., АН СССР, 1963.
2. Корнильев Н. В. Определение и практическое применение величины пожарной опасности. «Лесное хозяйство», 1961, № 4.
3. Медведев Н. А. Леса европейского Севера и их промышленная эксплуатация. М., Гослесбумиздат, 1962.
4. Мелехов И. С. О теоретических основах лесной пирологии. Архангельск, 1944.

---

<sup>1</sup> Следует указать, что эти принципы частично нашли свое отражение в методике противопожарного устройства лесов США и Канады [17].

5. Мелехов И. С. Природа леса и лесные пожары. Архангельское книжное изд-во, ОГИЗ, 1947.
6. Мелехов И. С. Состояние охраны лесов от пожаров и пути ее улучшения. «Лесное хозяйство», 1964, № 4.
7. Нестеров В. Г. Руководство по составлению плана противопожарного устройства лесхозов. Труды ВНИИЛХ, вып. 19, Пушкино, 1940.
8. Неудачин И. И. Новое в организации охраны лесов от пожаров. Иркутск, 1957.
9. Перепечин Б. М., Филинов Н. П. Лесопользование в СССР (1946—1962) М., «Лесная промышленность», 1964.
10. Правдин А. М. Экономическая оценка ущерба от лесных пожаров. «Лесное хозяйство», 1963, № 11.
11. Стародумов А. М. Методические указания по составлению генерального плана противопожарного устройства лесов. Хабаровск, 1958.
12. Строгий А. А. О лесах Сибири. СПб., 1911.
13. Тамаркин М. Л. Леса, лесное хозяйство и особенности лесоинвентаризации и лесоустройства в Северной Америке. М., «Лесная промышленность», 1964.
14. Инструкция по составлению планов противопожарного устройства лесхозов, 1949.
15. Инструкция по охране лесов РСФСР от пожаров, 1962.
16. Наставление по охране лесов от пожаров, 1956.
17. District forest fire control. Ontario, Departament of Lands and Forests, 1960.
18. Metsättilasto Forststatistik. N 49, 50, Helsinki, 1962, 1963.
19. Metsähallitus Forststyrelsen, Helsinki, 1964.

## **ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ НАСАЖДЕНИЙ, ПРОЙДЕННЫХ НИЗОВЫМИ ПОЖАРАМИ**

Камбиальная ткань представлена единым целым живым слоем клеток в стволе, сучьях и корнях дерева. В результате сезонной жизнедеятельности их во всех перечисленных органах по периферии в различных соотношениях годами и столетиями откладывается слой древесины, что приводит к изменению во времени абсолютных размеров отдельных органов дерева (корней, ствола, сучьев), т. е. к изменению его таксационных признаков: увеличению размеров диаметра, высоты, изменению формы и т. д.

Лесная таксация разработала много конкретных методов по количественному учету приростных изменений во времени для отдельных стволов и древостоев. Прирост древесины в древостоях — явление более сложное и противоречивое, чем в отдельных деревьях. Здесь наблюдается двусторонний процесс. С одной стороны, все деревья (живые) увеличиваются (прирастают) по диаметру, высоте и объему, что приводит к увеличению запаса, одновременно протекает противоположный процесс — отмирание части деревьев. Когда отмирание интенсивнее прирастания древесины, прирост будет отрицательным.

Профессор Н. В. Третьяков дал следующую классификацию приростов:

I. Текущий прирост:

- а) годичный — изменение таксационного признака за 1 год;
- б) периодический — изменение таксационного признака в течение ряда лет в зависимости от поставленных задач; продолжительность периода 5—10 лет;
- в) полный прирост — изменение таксационного признака за весь период жизни объекта исследования.

II. Средний прирост:

- а) средний периодический — изменение таксационного признака в среднем за 1 год периода наблюдения; вычисляется путем деления текущего периодического прироста на число лет периода;

б) общий средний — изменение таксационного признака в среднем за 1 год жизни дерева или в целом древостоя; получается путем деления изучаемого признака на число лет жизни соответствующего объекта исследования.

Таким образом, различают три годичных прироста: годичный текущий, средний периодический и общий средний, не одинаковые по происхождению и величине.

Годичным текущим по диаметру является двойная ширина годичного слоя (линейный прирост). Годичный текущий прирост в практике таксаторов не определяется из-за известных трудностей. Об энергии нарастания древесины судят путем отыскания величины текущего периодического прироста. Однако какой бы малый период ни принимался, качественный показатель в этом случае будет усредненным, сглаженным, не отражающим влияния комплекса факторов климатического и стихийного характера. С целью исключения усредненных показателей в своей работе мы непосредственно изучали текущий годичный прирост по диаметру отдельных стволов и их совокупности. Исходные данные текущего прироста по диаметру позволили перейти к определению годичных текущих приростов по объему. Объем ствола дерева ежегодно увеличивается из-за прироста в высоту и увеличения диаметра. Прирост в высоту равняется объему верхушечного побега: он составляет совершенно незначительную долю прироста в толщину, т. е. объем текущего прироста ствола почти исключительно зависит от ширины годичных слоев, которые замерялись под микроскопом МБС-2.

### **Влияние различных факторов на ширину годичных колец**

Ширина годичных колец зависит главным образом от количества пластических веществ, образующихся в листьях и используемых камбиальными клетками. Эта первая причина находится в тесной связи с почвенно-грунтовыми и климатическими факторами. Еще Краус (1873) отметил зависимость ширины годичного кольца от климата. Так, один из видов арктической ивы в возрасте 100 лет имел среднюю ширину годичного кольца 0,16 мм. Карликовая береза, произраставшая на 73° 25' с. ш., в 40 лет имела ширину годичного кольца 0,1 мм. Шваппах показал, что засушливые годы снижают прирост до 50% от его нормального уровня. Исследования Видемана в Саксонии подтвердили влияние засухи на снижение прироста по диаметру. Влияние на ширину годичных колец массового размножения майского хруща показал Нэрдлингер (1874).

Эмпирические данные свидетельствуют о том, что условия местопроизрастания могут играть решающую роль в увеличении или уменьшении годичного прироста. Сильное стеснение

кроны и корней приводит к уменьшению годичного слоя. Крутые склоны при пересеченном рельефе местности способствуют образованию более узких годичных колец. Влияние ветров одного направления на ширину годичных колец, расположенных с наветренной стороны, показал Р. Гартиг (1885)

Бюсен (1906) отмечает отрицательное действие солнечных лучей на ширину годичного кольца с южной стороны дерева. Ширина годичных колец зависит от сторон света.

Этот перечень далеко не полностью характеризует влияние многообразия факторов на ширину годичного кольца. Известно, что от ширины годичного кольца зависит его площадь. При одинаковом отложении древесины по площади годичного кольца ширина его будет тем меньше, чем больше площадь сечения ствола; другими словами, в комлевой части дерева относительно малая ширина годичных слоев несет большой прирост. Поэтому все упрощенные методы определения текущего периодического прироста, базирующиеся на замере ширины годичных колец только в одной (нижней) точке ствола, имеют несопоставимые погрешности из-за того, что годичный слой древесины, напоминающий чехол или полный параболоид, имеет неодинаковую толщину на всем протяжении. Исследованием ширины годичных слоев на разной высоте ствола занимались А. И. Звиедрис (1961), М. Л. Дворецкий (1964).

Однако следует заметить, что объектами исследования А. И. Звиедриса являлись насаждения, не затронутые пожарами, а М. Л. Дворецкий находил изменение текущего периодического прироста по диаметру (линейный прирост) и усредненным данным анализа стволов (10 лет) для насаждений, тоже не затронутых пожарами. Из отечественных лесоводов И. С. Мелехов (1939) первый исследовал на образцах древесины ширину годичных колец на высоте груди и половине высоты стволов, травмированных пожарами.

В нашей работе для выявления влияния пожаров различной интенсивности на прирост по диаметру ствола производились замеры ширины годичных колец по четырем радиусам, начиная от корневой шейки, затем на высоте 1; 1,3; 3; 5; 7; 9, 11 м и т. д. до вершины ствола. Такие замеры исключили влияние многих перечисленных выше факторов на ширину годичных колец. Сумма четырех замеров, деленная на 4, дала текущий годичный прирост по диаметру, что позволило сделать объективные выводы о влиянии низовых пожаров различной интенсивности не только в зоне непосредственного воздействия огня, но и выше.

Вторым важным моментом работы явилось изучение биологических особенностей нарастания древесины на различной высоте стволов с учетом возраста, рельефа местности, интенсивности бывших пожаров.

Некоторые выводы об изменении годичного прироста по диаметру на различной высоте с учетом возраста и интенсивности пожара по Чечуйской и Подволошинской гарям Киренского лесхоза Иркутской обл. в типе леса сосняк-брусничник можно сделать по данным, приведенным в табл. 1\*.

I. Интенсивность низового пожара обуславливает различие прироста в допожарной и послепожарной зонах травмированных деревьев:

а) при сильной интенсивности пожара различия эти резко выражены;

б) при средней интенсивности различия менее выражены;

в) при слабой интенсивности различий не наблюдается.

II. Независимо от возраста текущий годичный прирост по диаметру при сопоставлении допожарной и послепожарной величин характеризуется изменением в сторону его уменьшения, а период оправления деревьев после пожара зависит от интенсивности:

а) при сильной интенсивности период оправления наступает через 6—8 лет;

б) при средней интенсивности через 4—5 лет;

в) при слабой интенсивности через 1—3 года;

г) у деревьев низших классов роста и развития послепожарный период оправления не укладывается в указанные пределы: даже пожары средней и малой интенсивности приводят их к отмиранию.

III. Прирост по диаметру на всем протяжении стволовой части равномерно уменьшается.

IV. При сильной интенсивности пожара в типе леса сосняк-брусничник горно-таежных областей уменьшение прироста по диаметру (как и запаса) происходит в первую очередь в результате непосредственного огневого ранения стволов и повреждения корневых систем. Известное значение играет в этом случае рельеф местности и почвенно-грунтовые условия. И. С. Мелехов (1948) отмечал уменьшение прироста после пожара в связи с бедностью почвы боров-беломошников.

Чтобы устранить влияние климатических факторов на текущий прирост по диаметру, в разрезе каждой интенсивности годичные приросты были сгруппированы с учетом диаметров исследуемых деревьев. Диаметры деревьев подбирали так, чтобы их среднеквадратические значения средних величин находились в пределах  $\sigma = \pm 2$ . Затем выписывали приросты по каждому году и дереву в отдельности на высоте груди после пожара. Контрольными считались деревья с аналогичными диаметрами, но не затронутые пожаром или затронутые пожаром

---

\* В таблице приведены данные только трех моделей ввиду невозможности дать весь цифровой материал, хотя выводы сделаны с учетом всех обработанных замеров текущего прироста по диаметру.

Таблица 1

Изменение годичного прироста по диаметру на различной высоте  
с учетом возраста насаждений и интенсивности пожара

№ модели. $D_{1,3}$ в коре	Возраст, интенсивность пожара	Высота, м	Текущий прирост по диаметру, мм																			
			годы после пожара										годы до пожара									
			X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X
4 28,0 Проба 5	172      Сильная	0	1,5	1,5	1,7	1,8	1,1	1,0	1,1	1,1	0,9	1,1	2,1	2,0	1,8	2,1	1,9	1,9	1,7	1,8	1,8	1,8
		1	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	1,3	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	1,1	0,9	1,3
		3	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
		5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,8
		7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1	1,0	0,9
		9	0,8	0,6	0,7	0,7	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	1,2	1,1	0,9	0,9	1,1	1,0	0,8	1,0	0,9	1,1
		11	0,7	0,6	0,6	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	1,0	1,2	0,9	1,0	1,0	1,1	0,9	1,1	1,0	0,9
		13	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
		15	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3	1,1	1,1
		17	1,1	1,1	1,1	1,4	1,6	1,9	1,0	0,8	0,9	0,9	1,5	1,6	1,5	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4
		19	1,6	1,4	1,5	1,9	1,8	1,5	1,4	1,1	1,3	1,3	1,8	1,8	1,9	1,6	1,9	1,9	1,7	1,7	1,7	1,5
		21	1,4	1,4	1,6	1,4	1,8	1,6	1,5	1,7	1,3	1,3	1,6	1,5	1,5	1,6	1,7	1,5	1,6	1,4	1,2	1,2
6 28,0 Проба 4	143	0	1,6	2,2	3,0	2,8	2,7	1,9	2,4	1,8	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,2	2,1	2,2	2,2	2,4	2,1	2,2
		1	1,9	1,6	2,1	2,0	1,6	1,4	1,5	1,3	1,2	1,3	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,5
		3	1,6	1,5	1,8	1,8	1,5	1,2	1,1	1,0	0,9	1,2	1,3	1,9	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,3	1,2
		5	1,5	1,3	1,6	1,6	1,3	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,2	1,4	1,4	1,3	1,4	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5

№ модели, $D_{1,3}$ в коре	Возраст, интенсивность пожара	Высота, м	Текущий прирост по диаметру, мм																			
			годы после пожара										годы до пожара									
			X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
6 28,0 Проба 4	143 Средняя	7	1,7	1,6	1,7	1,9	1,7	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4
		9	1,8	1,7	1,9	1,9	1,9	1,1	1,2	1,0	1,1	1,2	1,5	1,6	1,6	1,7	1,6	1,6	1,2	1,6	1,4	1,5
		11	1,9	1,7	1,8	1,9	1,7	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,5	1,4	1,6	1,5	1,6
		13	2,0	1,9	2,0	2,1	1,8	1,2	1,3	1,1	1,0	0,9	1,1	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,5
		15	1,8	1,7	1,8	1,8	1,7	1,2	1,3	1,1	1,1	1,1	1,3	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,6
		17	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	1,5	1,9	1,8	1,7	1,4	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,3	2,3
		19	2,4	2,7	2,4	2,5	2,5	2,4	2,3	2,4	2,3	2,1	2,0	2,7	2,6	2,2	2,5	2,3	2,1	2,2	1,9	1,9
		21	2,1	2,3	2,2	2,0	1,2	1,2	1,1	0,9	0,8	1,4	1,8	1,6	1,5	1,6	1,6	—	—	—	—	—
9 26,3 Проба 12	123 Слабая	0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,2	1,3	0,9	1,3	1,3	0,9	0,9	1,0	1,3	1,2	0,8	1,0	1,1
		1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	0,9	0,8	1,1	1,2	0,9	1,2	1,2	1,0	0,9	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1
		3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	1,1	1,2	0,9	1,2	1,1	0,8	0,9	0,9	1,2	1,1	1,0	1,1	1,1
		5	1,3	1,3	1,1	1,1	1,2	1,1	1,0	1,2	1,2	0,9	1,2	1,2	1,1	1,4	1,5	0,9	1,2	1,1	1,1	1,0
		7	1,5	1,4	1,4	1,5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,9	1,4	1,5	1,3	1,2	1,1	1,6	1,6	1,0	1,2	1,1
		9	1,4	1,3	1,2	1,4	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,5	1,3	1,2	1,2	1,3	1,6	1,5	1,7	1,3	1,2
		11	1,4	1,4	1,3	1,2	1,5	1,2	1,1	1,6	1,6	1,0	1,6	1,8	1,7	1,5	1,4	1,8	2,0	1,8	1,8	1,8
		13	2,0	1,9	1,7	1,5	2,1	1,8	1,7	1,9	1,9	1,4	1,9	2,2	2,2	1,9	1,8	2,1	1,5	1,9	1,9	1,6
		15	2,5	2,5	2,3	1,7	1,4	2,0	1,9	2,1	2,0	1,4	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0	1,8	2,3	1,9	2,0	1,4



слабой интенсивности. Строго подходя к такому сопоставлению, желательно было бы иметь статистические данные по всем высотам, где произведены замеры, но учитывая устойчивые закономерности нарастания древесины в послепожарный период по стволовой части дерева и большую степень трудоемкости вычисления статистических данных по всей высоте ствола, ограничимся сопоставлением прироста по диаметрам на высоте груди.

По методам статистических вычислений А. К. Митропольского (1962) произведено выяснение значимости среднего значения, найдены доверительные границы для средних значений, произведена оценка расхождения между средними значениями, полученными от групп травмированных и контрольных деревьев. Эти расчеты производились для первого года после пожара и начала периода оправления древостоя после пожара. В табл. 2 приводятся статистические показатели по расхождению между средними значениями прироста по диаметру групп деревьев, поврежденных пожаром сильной и средней интенсивности и не поврежденных пожаром контрольных.

Таблица 2

**Расхождение между средними значениями прироста по диаметру групп деревьев, поврежденных пожаром, и контрольных**

Интенсивность	Годы после пожара	Диаметр на высоте груди, см	Критерий из табличных данных	Критерий вычисленный	Уровень значимости (0,05)	Изменение прироста
Сильная	I VI	10,3 11,0	2,179 0,395	2,350 0,449	0,05 0,7	Снижение: существенное несущественное
Сильная	I VIII	26,3 26,1	2,201 0,129	3,704 0,027	0,01 0,00	Снижение весьма существенное Приросты равнозначны
Сильная	I VII	20,4 21,0	2,120 0,865	2,149 0,915	0,05 0,4	Снижение: существенное несущественное
Средняя	I VI	16,2 16,4	2,086 0,127	2,308 0,039	0,05 0,00	Снижение существенное Приросты равнозначны
Средняя	I VI	20,4 21,0	2,120 0,690	2,483 0,600	0,05 0,5	Снижение: существенное несущественное

Из табл. 2 видно, что критерием истины является 5%-ный уровень значимости, т. е. с вероятностью 0,95% можно утверждать, что при повреждении древостоев пожарами сильной и средней интенсивности происходит снижение прироста независимо от влияния климатических факторов.

Травмированные и контрольные группы деревьев подбирали с учетом одинакового возраста.

В свете приведенных в таблице статистических показателей представляет интерес текущий средневзвешенный прирост по диаметру от групп деревьев, поврежденных и не поврежденных пожаром, в абсолютных и относительных показателях (табл. 3).

Сопоставление приводится с приростом после первого года пожара. Прирост, соответствующий году пожара, во внимание не принимается.

Таблица 3

**Изменение текущего прироста насаждений по диаметру  
после пожара по годам**

Возраст	Интенсивность	Средневзвешенный $D_{1,3}$	Средневзвешенный прирост травмированных и контрольных групп деревьев, мм									
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
120	Контроль Сильная	11,0 10,3	0,83 0,47	0,73 0,43	0,76 0,48	0,69 0,46	0,71 0,50	0,61 0,56	0,73 0,57	0,71 0,58	—	—
	%		43,4	41,1	36,9	33,4	29,6	8,2	22,0	19,4	—	—
120	Контроль Сильная	20,4 20,0	1,41 0,84	1,37 0,90	1,24 0,86	1,27 0,78	1,22 0,90	1,11 0,91	1,07 0,88	1,07 0,90	1,05 1,06	— —
	%		40,5	34,5	30,7	38,6	26,3	19,1	17,8	15,9	0,00	—
208 170	Контроль Сильная	26,1 26,3	1,17 0,63	1,08 0,59	0,95 0,56	1,03 0,53	1,23 0,51	1,05 0,76	1,15 0,90	0,97 0,97	0,98 0,90	1,02 0,90
	%		46,2	45,4	41,1	48,6	58,6	27,7	21,8	0,00	—	—
132 143	Контроль Средняя	20,1 20,2	1,12 0,87	1,12 0,89	0,97 0,89	0,99 0,87	1,12 0,83	1,07 1,10	—	—	—	—
	%		32,4	20,6	8,9	12,2	25,9	0,00	—	—	—	—
120	Контроль Средняя	16,4 16,3	1,25 0,8	1,42 20,92	1,38 1,04	1,37 1,19	1,38 1,24	1,24 1,25	—	—	—	—
	%		34,4	35,3	24,7	23,2	11,2	0,00	—	—	—	—

Средневзвешенные показатели прироста по группам деревьев согласуются с контрольными замерами, произведенными в до-пожарных зонах. Последнее позволяет считать данные равнозначными. Сопоставление замеров до и после пожара в одном дереве не исключает влияния на прирост климатических факторов, а групповое сопоставление деревьев, подобранных с учетом идентичности таксационных показателей, в известной мере субъективно. Происходит это из-за сглаживания индивидуальных особенностей прироста древесины отдельных деревьев, поэтому вычисление изменения текущего годовичного прироста по объему произведено по принципу сопоставления его в допожарной и послепожарной зонах травмированных деревьев.

## Изменение текущего прироста по объему отдельных деревьев и их совокупностей

Текущий прирост по объему вычислен по средней ширине годичного кольца двухметровых отрубков для 100 стволов деревьев, поврежденных пожарами различной интенсивности. В зависимости от возраста, диаметра, высоты, интенсивности пожара изменяется прирост по объему (табл. 4).

В отличие от текущего прироста по диаметру текущие приросты по объему нивелируют неравномерность в нарастании древесины на различной высоте стволов. Колебания текущего прироста по объему до пожара заметны лишь в четвертом знаке. Зато разница становится хорошо выраженной после повреждения деревьев пожаром.

При сильной интенсивности независимо от возраста наблюдается четкая тенденция снижения прироста по объему в течение 6, реже, 7 лет, после чего приросты уравниваются. Это характерно для деревьев, диаметр которых на высоте груди равен 16 см и выше. Для деревьев с меньшими диаметрами прирост по объему меньше в течение 1—10 лет после пожара.

Для средней интенсивности разница в объемных приростах до и после пожаров составляет 4—5 лет. По аналогии с сильной интенсивностью деревья, относящиеся к тонкомеру, поврежденные пожаром средней интенсивности, снижают прирост по объему дольше указанного числа лет.

При повреждении деревьев пожаром слабой интенсивности наблюдается изменение прироста по объему первые 1—3 года. Характерной особенностью является то, что прирост по объему в послепожарной зоне (отложение древесины) значительно увеличивается. По всей видимости, пожары слабой интенсивности увеличивают насыщенность почвы основаниями, что благотворно сказывается на ее нитрификации (М. Е. Ткаченко, 1939).

Из приведенных данных видно, что деревья, подвергшиеся воздействию низовых пожаров сильной интенсивности, больше снижают прирост, чем деревья, поврежденные огнем средней интенсивности. У деревьев, поврежденных пожаром слабой интенсивности, прирост по объему увеличивается по истечении 1—3 лет.

Каждая ступень толщины имеет свои небольшие особенности, что учитывалось нами, начиная от отбора и кончая обработкой данных. Это позволило определить текущий прирост по объему в каждой ступени толщины. Суммарное изменение прироста в ступенях дало возможность проследить его изменение на пробных площадях. Для удобства сопоставления полученные результаты текущего прироста по объему переведены на 1 га.

**Изменение текущего прироста по объему в зависимости**

№ модели	D <sub>1,3</sub>	Возраст дерева в год пожара	Интен- сивность	Текущий прирост по объему						
				до пожара						
				VIII	VII	VI	V	IV	III	II
1	21,5	150	Сильная			0,0031	0,0032	0,0032	0,0033	0,0032
6	25,4	149	»			0,0059	0,0060	0,0064	0,0061	0,0066
2	23,9	155	»			0,0050	0,0055	0,0060	0,0055	0,0055
4	28,3	151	»			0,0062	0,0064	0,0063	0,0065	0,0070
3	30,5	150	»			0,0078	0,0079	0,0078	0,0071	0,0081
7	32,6	147	»			0,0071	0,0072	0,0070	0,0076	0,0072
18	20,0	121	»			0,0044	0,0053	0,0054	0,0058	0,0054
5	11,2	101	»		0,0010	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0012
10	12,3	103	»	0,0011	0,0013	0,0014	0,0016	0,0014	0,0014	0,0014
12	13,3	104	»			0,0015	0,0017	0,0018	0,0018	0,0018
8	15,1	105	»			0,0022	0,0022	0,0022	0,0023	0,0023
16	14,1	120	Средняя			0,0014	0,0014	0,0014	0,0012	0,0011
7	14,8	122	»			0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0011
1	18,2	121	»			0,0025	0,0026	0,0029	0,0029	0,0029
18	20,5	117	»			0,0060	0,0058	0,0068	0,0064	0,0064
8	19,0	122	»			0,0022	0,0023	0,0023	0,0025	0,0028
5	17,0	118	»			0,0014	0,0014	0,0015	0,0016	0,0015
7	23,6	122	»			0,0051	0,0057	0,0059	0,0062	0,0062
9	12,6	113	»			0,0008	0,0010	0,0013	0,0010	0,0011
6	28,0	121	»			0,0084	0,0088	0,0087	0,0089	0,0093
2	31,7	122	»			0,0114	0,0136	0,0134	0,0133	0,0136
12	12,1	104	Слабая		—	0,0011	0,0012	0,0012	0,0011	0,0010
203	15,0	94	»			0,0010	0,0009	0,0009	0,0011	0,0011
202	17,3	100	»		0,0019	0,0018	0,0016	0,0016	0,0018	0,0019
201	20,0	95	»			0,0032	0,0032	0,0031	0,0032	0,0030
171	22,0	96	»		0,0029	0,0026	0,0029	0,0024	0,0027	0,0027
5	15,5	74	»			0,0010	0,0010	0,0010	0,0009	0,0008
164	28,5	96	»			0,0043	0,0044	0,0042	0,0047	0,0044

## от возраста и интенсивности пожаров

деревьев по годам, м³

после пожара

I	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0,0030	0,0021	0,0022	0,0023	0,0025	0,0023	0,0033	0,0036	
0,0061	0,0038	0,0042	0,0042	0,0046	0,0043	0,0062	0,0056	0,0056
0,0050	0,0034	0,0035	0,0039	0,0044	0,0041	0,0058	0,0056	
0,0067	0,0043	0,0038	0,0038	0,0041	0,0039	0,0048	0,0054	0,0052
0,0064	0,0051	0,0053	0,0054	0,0055	0,0050	0,0067	0,0067	
0,0067	0,0038	0,0041	0,0046	0,0045	0,0061	0,0067	0,0071	
0,0055	0,0036	0,0044	0,0044	0,0042	0,0050	0,0048	0,0047	0,0049
0,0011	0,0005	0,0006	0,0006	0,0005	0,0007	0,0007	0,0008	0,0007
0,0014	0,0011	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0005
0,0020	0,0010	0,0010	0,0012	0,0017	0,0016	0,0017	0,0017	
0,0026	0,0015	0,0019	0,0018	0,0020	0,0021	0,0024	0,0025	
0,0011	0,0005	0,0006	0,0008	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	
0,0011	0,0006	0,0008	0,0010	0,0010	0,0009	0,0012	0,0012	
0,0029	0,0020	0,0022	0,0023	0,0024	0,0022	0,0026	0,0029	
0,0068	0,0046	0,0050	0,0053	0,0055	0,0041	0,0069	0,0066	
0,0026	0,0017	0,0021	0,0025	0,0025	0,0025	0,0038	0,0044	
0,0015	0,0010	0,0010	0,0012	0,0015	0,0017	0,0020	—	
0,0059	0,0046	0,0052	0,0050	0,0054	0,0049	0,0068	0,0075	
0,0010	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	
0,0081	0,0063	0,0070	0,0073	0,0084	0,0087	0,0107	0,0119	
0,0127	0,0103	0,0113	0,0132	0,0135	0,0121	0,0148	0,0156	
0,0009	0,0007	0,0008	0,0010	0,0013	0,0014	0,0014	0,0018	
0,0013	0,0008	0,0009	0,0010	0,0011	0,0011	0,0011	0,0012	
0,0020	0,0014	0,0017	0,0017	0,0019	0,0016	0,0016	0,0021	
0,0034	0,0027	0,0033	0,0033	0,0034	0,0033	0,0032	0,0033	
0,0036	0,0024	0,0027	0,0035	0,0045	0,0045	0,0041	0,0048	
0,0008	0,0006	0,0007	0,0007	0,0008	0,0009	0,0009	0,0007	
0,0052	0,0045	0,0041	0,0044	0,0053	0,0056	0,0050	0,0068	

Абсолютный показатель (в м<sup>3</sup>) первого года до пожара конкретно по каждой интенсивности принят за 100% и от него вычислены проценты снижения прироста по годам (табл. 5).

Таблица 5

Снижение текущего прироста по объему в переводе на 1 га  
в зависимости от интенсивности пожара (%)

Возраст древостоя	Интенсив- ность пожара	Изменение текущего объемного прироста после пожаров по годам							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	Итого
170	Сильная	-36,4	-34,9	-32,0	-29,0	-28,6	-10,5	-7,2	-178,6
143		-34,0	-28,0	-23,1	-22,3	-30,0	-8,0	-5,9	-151,3
120		-31,0	-24,0	-20,7	-18,5	-9,4	-8,4	-7,3	-119,3
120		-21,7	-19,2	-14,6	-7,9	-8,9	-9,6	-9,0	-100,9
160	Средняя	-27,5	-27,5	-20,7	-0,4	0	+1,9	+4,0	-79,2
143		-22,7	-15,1	-7,6	-0	-2,7	+21,2	+8,9	-18,0
135		-25,3	-22,2	-14,7	-0	0	-7,3	+11,7	-57,8
120		-24,3	-28,3	-23,9	-11,4	+4,7	+2,2	+1,4	-80,6
130	Слабая	-11,8	-7,9	0	+17,0	+23,2	+8,6	+30,9	+50,0
120		+0,3	+1,1	+4,8	+7,6	+8,6	+9,2	+10,8	+42,4

Относительные показатели свидетельствуют о больших изменениях процента текущего прироста по объему при повреждении древостоев пожарами сильной интенсивности. В течение 7 лет с учетом возраста происходит снижение прироста в среднем на 137,5%. Это значит, что полтора годовичных прироста теряют древостои на каждом гектаре. Это серьезные потери в абсолютных показателях, если учесть, что пожарами сильной интенсивности в северных районах Восточной Сибири ежегодно повреждаются десятки тысяч продуцирующих лесных площадей.

При повреждении древостоев пожарами средней интенсивности заметное снижение прироста наблюдается в первые 3—4 года, затем имеет место некоторое повышение текущего прироста по объему. Однако за 7 лет процент снижения составляет в среднем 58,9.

Повышение текущего прироста по объему в среднем на 46,2% имеет место при низовых пожарах слабой интенсивности.

Анализ приведенного цифрового материала по изменению текущего прироста при воздействии низовых пожаров на древостой позволяет сделать следующие выводы:

1. Снижение текущего прироста по объему у отдельных деревьев и их совокупностей наблюдается в послепожарный период при повреждении их пожарами сильной и средней интенсивности.

2. Послепожарный прирост у сосны, подвергшейся пожару слабой интенсивности, увеличивается. Однако такое увеличение

прироста не компенсирует вредных последствий огня. Одно то, что пожары слабой интенсивности являются активным началом для последующих пожаров более высокой интенсивности — факт далеко не маловажный. Последнее позволяет отклонить компромиссные выводы о вредных последствиях пожаров, которые, создавая иллюзорность объективности, затушевывают значимость этого вопроса.

3. Знание приведенных относительных изменений позволяет в каждом конкретном случае найти потери прироста по объему, суммарные в  $1 \text{ м}^3/\text{га}$  и по годам, что особенно важно при подсчете убытков от низовых лесных пожаров различной интенсивности.

4. Местное (локальное) увеличение прироста (утолщение стволов) вблизи пожарных ранений не компенсирует общего снижения прироста по объему после пожаров при большой и средней интенсивности.

#### ЛИТЕРАТУРА

Бюсген М. Строение и жизнь наших лесных деревьев. Полоцк, 1906.  
Дворецкий М. Л. О методе профессора А. В. Тюриня. Сб. Поволжского лесотехнического института, 1950, № 47.

Дворецкий М. Л. Текущий прирост древесины ствола и древостоя. М., «Лесная промышленность», 1964.

Звиедрис А. И. Определение текущего прироста насаждений. Труды института лесохозяйственных проблем и химии древесины, т. XXII, АН ЛССР, Рига, 1961.

Мелехов И. С. Опыт изучения пожаров в лесах Севера. АЛТИ, 1939.

Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес. Гослесбумиздат, М.—Л., 1948.

Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М., 1961.

Науменко И. М. Текущий объемный прирост насаждений. Научные записки Воронежского лесохозяйственного института, т. X, М., 1948.

Ткаченко М. Е. Общее лесоводство, Гослесбумиздат, М.—Л., 1952.

Третьяков Н. В. Методика учета текущего и среднего приростов древостоя. Сб. трудов ЦНИИЛХ, 1937.

## НЕКОТОРЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БОРЬБЫ С ПОЖАРАМИ В ЗОНЕ АВИАЦИОННОЙ ОХРАНЫ ЛЕСОВ

По способу охраны лесов от пожаров все леса Советского Союза подразделены на две зоны — зону преимущественно авиационной охраны и зону наземной охраны.

В зону преимущественно авиационной охраны входят все таежные и притундровые леса, общая площадь которых составляет более 600 млн. га, т. е. более 70% всех лесов страны. Эти территории характеризуются слабым развитием путей транспорта, но в лесах осуществляются основные лесозаготовки страны.

В зоне авиационной охраны происходит наибольшее число пожаров и выгорает наибольшая площадь лесов. По данным Центральной авиабазы Главлесхоза РСФСР, причины возникновения пожаров за 1963—1964 гг. следующие (в процентах от суммарного числа):

Несоблюдение правил обращения с огнем при выжигании сухой травы весной — сельхозпалы . . . . .	10,5
Неосторожное обращение с огнем при лесозаготовках . .	11,8
Неосторожное обращение с огнем в лесу различных экспедиций, рыболовов, заготовителей кедровых орехов, грибников, сборщиков ягод, охотников . . . . .	25,5
Искры паровозов . . . . .	4,9
Невыясненные причины . . . . .	47,3

К зоне наземной охраны относятся леса южных и центральных областей с хорошо развитой дорожной сетью и интенсивным ведением лесного хозяйства. Лесные пожары здесь обнаруживают с наблюдательных вышек и мачт, а тушат чисто наземными средствами.

В дальнейшем мы будем рассматривать только зону авиационной охраны, имеющую главное значение. Авиационная охрана лесов от пожаров осуществляется специальными авиабазами, подчиненными Главлесхозу РСФСР. Авиабазы выполняют свои функции по хозяйственным договорам с совнархозами, которые являются фондодержателями лесов.

Авиационная охрана включает в себя две главные функции: авиапатрулирование с целью своевременного обнаружения и разведки пожаров и активную борьбу с ними. В качестве ле-



тательных аппаратов авиабазы используют легкие самолеты (ЯК-12; АН-2) и вертолеты (МИ-1; МИ-4) с коммерческой грузоподъемностью 0,2—1 т.

Обнаружение и разведка пожаров с воздуха к настоящему времени отработаны достаточно хорошо, а имеющиеся типы летательных аппаратов отвечают требованиям этой задачи. Гораздо хуже дело обстоит с активными средствами борьбы с пожарами. Для этой цели используют самолет АН-2, вертолет МИ-4, команды парашютистов и временные пожарно-десантные команды рабочих.

Авиационная борьба с пожарами средствами авиабаз должна дополняться наземными средствами леспромхозов и лесхозов. Однако в этом деле имеется много недостатков как в технических средствах, так и в организации службы, что снижает эффективность борьбы с огнем. Эти недостатки наиболее полно обнаружили в сухие летние месяцы 1963—1964 гг., когда пожарная опасность сильно возрастала, а временами перерастала в чрезвычайную. Число пожаров и охваченная ими площадь лесов оказались выше, чем в предыдущие годы, особенно в Сибири и на Дальнем Востоке. На примере Хабаровского края к числу главных недостатков в охране лесов от пожаров относятся:

1. Неустроенность лесных массивов в противопожарном отношении — отсутствие заранее подготовленной сети посадочных площадок для вертолетов (площадки приходилось создавать в процессе борьбы с пожарами, что приводило к потере времени); отсутствие противопожарных дорог и минерализованных полос.

2. Слабая техническая оснащенность леспромхозов и лесхозов средствами пожаротушения.

3. Отсутствие заранее созданных в леспромхозах и лесхозах пожарных команд; неподготовленность всей службы охраны к действиям в условиях чрезвычайной пожарной опасности, возникшей во второй половине мая.

4. Запоздалое принятие мер по тушению пожаров. Леспромхозы часто приступали к тушению через 2—3 дня, а иногда и позднее после обнаружения пожаров, что приводило к разрастанию пожаров до больших размеров, когда тушение их было весьма затруднено или оказывалось вообще невозможным силами людей.

5. Слабость авиационных средств пожаротушения и их большая зависимость от условий погоды (сильные ветры, облачность ниже 500 м).

Массовое привлечение рабочих предприятий на тушение лесных пожаров при больших расходах на зарплату, заброску людей в лес и обслуживание их во время пребывания на пожарах оказалось малоэффективным.

Обнаружились также недостатки в раскрытии виновников возникновения пожаров работниками леспромхозов и лесхозов и слабая работа следственных и судебных органов по привлечению виновных к ответственности, а также по привлечению к ответственности должностных лиц, не принявших своевременных действенных мер по ликвидации пожаров.

### **Пути повышения эффективности охраны лесов от пожаров**

В зоне авиационной охраны лесов от пожаров необходимо руководствоваться таким принципом: надежная защита лесов от пожаров может быть обеспечена только в результате правильного соотношения и четкого взаимодействия между авиационными и наземными силами и средствами. Нельзя считать, что если для охраны лесов привлекаются авиабазы, то они могут во всех случаях ликвидировать возникшие пожары своими силами.

Как любому техническому средству, авиации присущи сильные и слабые стороны. Слабой стороной современных авиационных средств является большая зависимость их работы от погодных условий. Ветер более 18 м/сек, а боковой — более 10 м/сек не позволяет взлетать самолетам АН-2; посадка парашютистов с самолета невозможна при ветре у земли более 7 м/сек; взлет и посадка вертолетов МИ-4 запрещается при ветре более 12 м/сек. В условиях горного рельефа Дальнего Востока и Сибири облачность ниже 500—600 м не позволяет выпустить авиацию с аэродромов. В то же время при сухой и ветреной погоде создается чрезвычайная пожарная опасность и надобность в охране лесов наибольшая. В периоды чрезвычайной пожарной опасности и когда полеты авиации невозможны, охрану лесов от пожаров должны осуществлять наземные силы и средства.

Анализ метеорологических условий горимости лесов показывает, что периоды чрезвычайной пожарной опасности обычно бывают непродолжительны (15—20 дней за лето) и возникают не каждое лето, но на это время приходится около  $\frac{2}{3}$  площади, пройденной пожарами за весь сезон. Такая картина имела место в 1964 г. в Хабаровском крае, Иркутской обл., Ленинградской и Новгородской обл.

Дальнейшие успехи в деле сбережения лесов от пожаров в значительной степени определяются развитием авиационных средств и способов активной борьбы с огнем, а также противопожарным устройством территории леспромхозов и лесхозов, развитием наземных средств пожаротушения и правильной организацией взаимодействия между авиационными базами и наземной охраной.

В зависимости от конкретных физико-географических условий области удельное значение авиационных и наземных

средств будет несколько меняться. Так, например, в условиях озерно-болотистой местности Ханты-Мансийского национального округа превалирующее значение должны приобрести авиационные средства, в условиях сырьевых баз Братского лесопромышленного комплекса, Комсомольского целлюлозно-картонного комбината и других лесопромышленных комбинатов должны широко использоваться и авиационные и достаточно развитые наземные средства борьбы с лесными пожарами, дополняя друг друга.

### **Пути совершенствования авиационных средств тушения пожаров**

За прошедшие 30 лет развития авиаохраны лесов главное внимание уделялось своевременному обнаружению пожаров и быстрому принятию мер по их локализации малыми силами. С этой целью созданы команды парашютистов-пожарных, организуется десантные пожарные команды и используется ряд технических средств индивидуального применения — опрыскиватель РЛО, пожарные комбинированные лопаты, легкая мотопомпа МЛ-100, взрывной метод прокладки минерализованных полос. Были проведены работы по созданию легких покровосдирателей на базе двигателя мотопилы «Дружба», которые, однако, успеха не имели.

Все это позволило снизить среднюю площадь пожара в зоне авиационной охраны по РСФСР в целом с 128 га в 1949 г. до 93 га в 1962 г. (Курбатский, 1964). Работа в указанном направлении должна вестись и дальше, как одним из главных. Принцип «туши лесные пожары, пока они малы», остается в силе как основной и впредь.

Тем не менее тот же многолетний опыт охраны лесов от пожаров показывает, что во многих случаях все-таки приходится иметь дело с пожарами в десятки, сотни и даже тысячи гектаров по причинам и субъективного (плохая организация) и объективного характера. К последним относится большая зависимость работы авиации от погодных условий. Задержка в патрулировании территории на 0,5—1 день по метеоусловиям приводит к тому, что пожары обнаруживают уже большими, в десятки и сотни гектаров. Такие пожары нельзя потушить силами парашютистов, вооруженных лишь легкими средствами пожаротушения, особенно в горно-таежных условиях, где вверх по склонам огонь распространяется очень быстро и пожар местами переходит в верховой. Это приводит к тому, что размер общей выгоревшей площади в зоне авиационной охраны лесов практически не снижается уже целый ряд лет, так как определяющими являются не мелкие, а крупные и средние пожары. Поэтому настало время привлечь для тушения пожаров более тяжелую технику.

Используемые в настоящее время авиационными базами летательные аппараты имеют малую коммерческую грузоподъемность: самолет АН-2 до 1 т, вертолет МИ-4 0,5—0,8 т, в зависимости от метеоусловий и высоты местности. Это не позволяет взять на борт достаточный запас воды или химических растворов для тушения пожаров с воздуха и тем более не дает возможности перевозить тракторные агрегаты к месту пожара.

Для вертолета МИ-4 изготовлено специальное съемное противопожарное оборудование, позволяющее создавать смоченную заградительную полосу перед кромкой пожара. Однако малый запас жидкости (400—500 л) приводит к низкой эффективности этой меры.

Самолет АН-2 в гидроварианте также имеет оборудование для забора воды и химикатов весом до 1 т. Запас воды помещается в поплавках самолета, забор ее производится при разбеге на воде. Легкость забора воды является большим преимуществом. Вылив воды на кромку пожара свободный. Самолет с малой высоты полета (10—20 м над кронами деревьев) выливает воду путем открытия клапанов в поплавках.

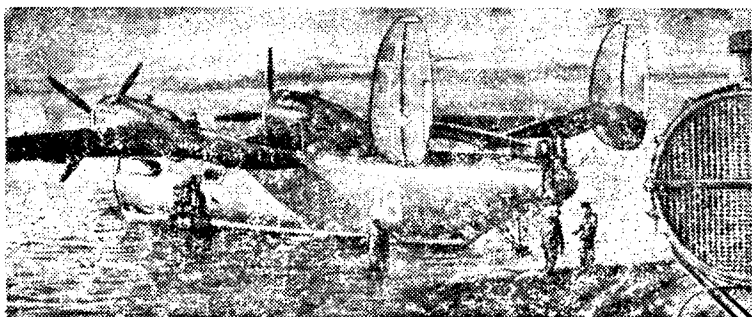
Испытания самолета АН-2П (пожарного) в 70—100-летних сосняках-брусничниках IV класса бонитета с сомкнутостью крон 0,6 Ханты-Мансийского национального округа показали, что за один вылив 1 т воды или «мокрой воды» (воды с добавкой смачивателя) создается полоса длиной 80—100 м и шириной 15—18 м, в зависимости от скорости и направления ветра. Дозировки получались от 0,2 до 1 мм слоя, или 0,2—1 л/м<sup>2</sup>; пятнами встречались дозировки до 1,5 мм. Дозировки в общем малы, они не могут потушить горящий покров или предохранить от горения полосу в сосняках-брусничниках при однократном выливе, но интенсивность горения и скорость распространения огня резко снижаются.

АН-2П может с успехом применяться для тушения небольших пожаров в сосновых и лиственничных насаждениях поблизости от водных источников, позволяющих самолету садиться. На более интенсивных низовых пожарах он оказывает существенную помощь наземным командам тем, что снижает интенсивность горения и позволяет людям подойти к кромке пожара с наземными средствами. Целесообразно, видимо, групповое (2—3 шт.) применение АН-2П на одном пожаре. Однако малый запас воды не позволяет считать этот самолет одним из решающих средств пожаротушения, особенно в еловых, пихтовых и кедровых насаждениях.

В Канаде и США для тушения пожаров используются более грузоподъемные гидросамолеты, берущие на борт 2,7—3,6 т воды: «Avenger» — 2,7 т, «Canso» — 3—3,6 т, а летающая лодка амфибия «Martin Mars» с общим полетным весом до 73 т несет в себе 22—27 т воды (В. П. Молчанов, В. И. Головин, 1963;

А. А. Новобытов, 1963). Вода сбрасывается на пожар или его кромку свободно, выливаясь из люков большого сечения. Скорости полета двух первых гидросамолетов при выливе воды 150—160 км/ч, а «Martin Mars» 270 км/ч. Дозировки колеблются от 0,3 до 6 мм.

Нам также следует идти по пути увеличения запаса огне-тушащей жидкости — воды или «мокрой воды» на борту самолета. На первых порах для этой цели наиболее подходящей является двухмоторная летающая лодка типа Бе-6 (см. рисунок), имеющая общий полетный вес 29 т. Она может принять на борт 5—7 т жидкости непосредственно с озер или рек глубиной более



Летающая лодка типа Бе-6 на воде (вид сзади — слева)

1,5 м. Взлетная дистанция ее (разбег) 1000 м. Достоинством лодки является широкий диапазон скоростей и сравнительно низкий предел минимальной скорости — 240 км/ч.

Малая скорость полета выгодна по двум причинам:

1. При такой скорости возможен полет на сравнительно малой (до 30 м) высоте над кронами деревьев, что важно с точки зрения уменьшения бесполезных потерь воды.

2. Малая скорость полета необходима для предотвращения разбивания массы воды в пыль встречным потоком воздуха при выливе. Для наиболее полной доставки воды до земли выгодно, чтобы вода разбивалась на крупные капли. Полностью это недостижимо, часть воды неизбежно превращается в пыль даже при выливе с АН-2, но чем больше будет крупных капель и меньше мелких, тем лучше.

Из обоих соображений видно, что высокоскоростные самолеты непригодны для тушения пожаров.

Достоинством лодки типа Бе-6 является и то, что ее моторы, размещенные на высокорасположенных крыльях, удалены от осифюзеляжа. Это уменьшает влияние закрученных струй от винтов на выливаемую воду и способствует меньшему дроблению

ее на мелкие капли, что наряду с большим запасом воды позволит увеличить дозировки на смачиваемой полосе до 4—5 мм.

Гидросамолеты могут с успехом работать в целом ряде областей Советского Союза, где имеется много водных поверхностей — Тюменская, Архангельская и Иркутская области, Коми АССР, Хабаровский край.

Однако большие возможности открываются на пути использования вертолетов большой (8—10 т) и средней (2—3 т) коммерческой грузоподъемности. Ценным качеством вертолетов является способность взлетать и садиться на площадки значительно меньших размеров, чем аэродромы. Требования к ровности поверхности площадок также меньше, чем для аэродромов. Кроме того, в нужных случаях вертолеты могут зависать над землей на высоте 2—5 м. Все это очень важно для работы в лесной местности, где большие ровные площадки, пригодные для посадки самолетов, встречаются крайне редко.

Пожарный вертолет МИ-6 с коммерческой грузоподъемностью 6—8 т необходимо приспособить к выполнению трех функций:

1. Для перевозки тракторных противопожарных агрегатов весом до 8 т.

2. Для доставки к пожарам большого бака с водой емкостью до 6 м<sup>3</sup> с мотопомпой при нем, а еще лучше — двух-трех баков меньшей емкости.

3. Для транспортировки к местам пожаров команды пожарных численностью 50—60 человек с противопожарным оборудованием.

Как показывает практика борьбы с пожарами в таежных условиях, тракторные агрегаты зарекомендовали себя эффективным средством локализации пожаров. Однако следование их своим ходом к пожару и обратно по бездорожью в тайге на расстояние до 50 км приводит к большой потере времени, износу, а иногда и к поломкам в пути. Тогда приходится доставлять к ним запасные части вертолетом.

Там, где по условиям обстановки пожар выгодно тушить водой или «мокрой водой», вертолет должен подцепить бак и доставить его к месту пожара. Здесь бак можно опустить на землю и он будет служить резервуаром воды, или же тушение пожара будет осуществляться с воздуха при помощи мотопомпы, управляемой с вертолета.

Если требуется перебросить к месту пожара команду рабочих, то вертолет забирает людей.

Противники использования тяжелых вертолетов обычно аргументируют свои доводы высокой стоимостью летного часа вертолета МИ-6 (1300—1600 руб/ч при грузоподъемности 7 т). Но ведь на тонну перевезенного груза это дешевле, чем для

вертолета МИ-4, грузоподъемность которого 0,6—0,8 т, а стоимость 225 руб/ч. В 1964 г. вертолеты МИ-6 уже использовались для коммерческой перевозки грузов на линии Москва—Уфа. Если сопоставить убытки от пожаров со стоимостью эксплуатации, то окажется, что вертолет МИ-6 себя оправдывает.

Вертолеты средней грузоподъемности (2—3 т) типа В-8, которые найдут применение для борьбы с пожарами, также должны иметь приспособления для перевозки противопожарных агрегатов на базе серийных малогабаритных тракторов типа ДТ-20В и других, доставки воды к пожарам и тушения огня с воздуха, а также для транспортировки пожарных команд и инвентаря.

Во многих странах мира проводят исследования и разрабатывают конструкции самолетов с вертикальным стартом. При успешном решении задачи такие самолеты смогут работать с малых посадочных площадок как сухопутных, так и водных, тогда соотношения между достоинствами самолетов и вертолетов окажутся иными.

Перспективными для охраны лесов от пожаров представляются и дирижабли разной грузоподъемности. Поэтому должна быть оказана всемерная поддержка энтузиастам дирижаблестроения.

Пока же следует смелее и шире использовать тяжелые и средние вертолеты и обычные гидросамолеты в качестве средств активной борьбы с пожарами.

Команды парашютистов-пожарных, существующие в авиабазах, зарекомендовали себя с положительной стороны. Эффективность действия специально обученных парашютистов на тушении пожаров в несколько раз выше, чем необученных рабочих, привлекаемых с предприятий. Кроме того, наличие парашютных команд позволяет оперативно маневрировать силами, перебрасывая парашютистов в угрожаемые районы не только внутри территории, охраняемой данной базой, но и между базами, на большие расстояния. Поэтому необходимо дальнейшее увеличение численности парашютных команд.

Экипажам самолетов баз авиационной охраны лесов придется работать вне воздушных трасс, над необорудованной местностью и часто в трудных метеоусловиях. От пилотов здесь требуется высокая квалификация и мастерство, поэтому необходимо, чтобы подразделения Министерства гражданской авиации выделяли наиболее квалифицированный летный состав для обслуживания самолетов и вертолетов, арендуемых авиабазами.

### **Пути совершенствования наземной охраны**

Ввиду обширности лесного фонда Советского Союза, различного народнохозяйственного значения лесов и невозможности гарантированной охраны всей площади от огня необходима

дальнейшая дифференциация в степени защиты леса от пожаров.

Наиболее полная защита должна быть обеспечена в лесосырьевых базах лесопромышленных комбинатов, в зонах интенсивных лесозаготовок и на территориях с интенсивным лесным хозяйством. По площади эти леса занимают относительно меньшую долю, чем леса резервные, но значение их велико. На базе этих лесов действуют или строятся различные лесопромышленные комбинаты и предприятия, в которые вложены большие средства, построены города и поселки, дороги и другие сооружения. Преждевременное истощение лесосырьевой базы из-за пожаров или других стихийных бедствий сопряжено с большими убытками, с перебазированием предприятий, населенных пунктов и населения в другие районы.

Дальнейшее совершенствование наземной охраны лесов сырьевых баз от пожаров должно идти по пути полноценного противопожарного устройства лесных массивов, оснащения леспромхозов, лесхозов и пожарно-химических станций техническими средствами пожаротушения, улучшения организации противопожарной службы и налаживания четкого взаимодействия с авиационной охраной.

Противопожарное устройство лесов должно осуществляться на основе учета природных условий — рельефа, гидрографической сети, распределения почвогрунтов, породного состава и возраста насаждений и экономических условий, которые совместно определяют горимость.

К числу главных элементов противопожарного устройства таежных лесов следует отнести: 1) сеть посадочных площадок для вертолетов (вертодромов); 2) сеть лесных дорог, допускающих передвижение по ним тракторов и автомашин в сухое время летнего периода; 3) сеть минерализованных противопожарных полос.

В зоне авиационной охраны лесов наиболее важная роль в деле активной борьбы с пожарами будет принадлежать вертолетам. В ближайшие годы на долю вертолетов будет приходится 70—75% всех летательных аппаратов. Для того чтобы обеспечить оперативное и эффективное использование вертолетов, территория массива должна быть покрыта посадочными площадками для них. Густота размещения вертодромов должна увязываться с классами пожарной опасности насаждений. В среднем для сырьевых баз следует принять одну площадку на 15—20 тыс. га лесов, опасных в пожарном отношении, чтобы высаженным командам пожарников и технике не приходилось совершать переходы до места пожара более 8—10 км.

Некоторые специалисты считают, что для лесосырьевых баз в среднем достаточно иметь одну площадку на 40—100 тыс. га, т. е. на квадрат территории со сторонами 20—32 км. С этим со-



гласиться нельзя, так как будут обесценены преимущества быстроты полета вертолетов. После высадки на площадке пожарным командам и технике придется затрачивать много времени и сил на переход к кромке пожара, а также на возвращение обратно к площадке.

Согласно требованиям Министерства гражданской авиации площадки для постоянного использования вертолетами типа МИ-4 должны иметь размеры  $50 \times 100$  м при высоте над уровнем моря до 500 м и  $50 \times 120$  м при высоте до 1500 м. Полоса подходов, свободная от высоких препятствий, должна быть 1:10, т. е. в 10 раз больше высоты препятствий (леса, деревьев), чтобы обеспечивать взлет вертолета по-самолетному (по пологой траектории). Временные вертодромы для МИ-4 могут иметь размеры 25—50 м с открытыми полосами подходов. Вертодромы для МИ-6 имеют большие размеры.

Центральную часть площадки  $50 \times 100$  или  $25 \times 50$  м необходимо очистить от камней и валежа, а при выкорчевать или срезать вровень с поверхностью земли, выровнять. Остальную часть — полосу подходов требуется очищать только от высоких препятствий — деревьев и высоких кустарников; стволы поваленных деревьев могут оставаться на земле в виде валежа.

Для всех типов вертолетов допустимы грунты песчаный, супесчаный, суглинистый, галечный; уплотнять их не требуется. Вертолеты МИ-4 и МИ-1 в сухое время могут садиться на окрайки болот с дерновым покрытием поверхности, а также на расширенные разъезды дорог, если стены леса удалены на 15—20 м от оси дороги.

Некоторые специалисты леса считают создание сети вертодромов слишком дорогим мероприятием, так как потребуются рубить много леса. Но наши наблюдения с воздуха в Иркутской обл. и Хабаровском крае показывают, что более 50% площадок можно создать на уже имеющихся открытых местах — полянах по берегам рек и у населенных пунктов, а также на вырубках и гарях, часто встречающихся в лесных массивах. В этих местах требуется расчистка центральной части вертодрома от камней, пней и валежа, а также рубка отдельных деревьев в полосе подходов.

Выбор всей сети вертодромов следует поручать летнабам авиабаз, затем ее представляют на согласование с лесными организациями — леспромхозами, лесхозами и затем утверждают.

Расчистка и маркировка площадок под вертодромы может осуществляться как силами парашютистов авиабаз, так и силами лесных предприятий. Лучше, если эта работа будет выполнена парашютистами во время не опасных в пожарном отношении периодов.

Маркировку вертодромов для облегчения опознания их с воздуха можно совместить с борьбой против травянистой, кустарниковой и древесной растительности на площадках при помощи гербицидов и арборицидов. Вертодромы будут выделяться желто-бурым цветом и правильной геометрической формой.

В качестве гербицидов и арборицидов могут быть рекомендованы: против травы — сульфамат аммония в дозировке 300—400 кг/га, далапон 20—30 кг/га, симазин 20 кг/га, атразин 20 кг/га; против древесной и кустарниковой растительности — бутиловые эфиры 2,4-Д в дозировке 4—5 кг/га и 2,4,5-Т в дозировке 3—4 кг/га. Дозировки химикатов указаны по действующему веществу. Применение химических препаратов позволит поддерживать вертодромы всегда в чистом состоянии, причем в указанных дозировках названные препараты действуют длительное время, до 3 лет.

Сеть вертодромов, созданная в лесных массивах, практически будет использоваться не только в интересах охраны лесов от пожаров, но и для других лесохозяйственных работ (проведения авиахимборьбы с вредителями леса, выполнения авиахимических уходов за лесными культурами и составом смешанных молодняков естественного происхождения), а также геологическими партиями.

Вторым важнейшим мероприятием противопожарного устройства лесных территорий является создание сети лесных дорог, особенно учитывая то обстоятельство, что в периоды чрезвычайной пожарной опасности при сильном ветре авиационные средства вообще не могут использоваться и охрана лесов целиком должна обеспечиваться наземными средствами. Для этой цели можно ограничиться постройкой упрощенных дорог — улучшенных грунтовых, которые позволяли бы передвигаться по ним автомобилям и тракторам в сухое время года.

Лесные дороги одновременно будут широко использоваться и для других лесохозяйственных мероприятий — переброски техники для лесокультурных работ и мелиорации, для вывозки древесины от рубок ухода, при борьбе с вредителями и болезнями леса.

Большой опыт по строительству лесных дорог накоплен Сиверским опытным механизированным лесхозом ЛенНИИЛХ, где изыскания и строительство дорог осуществляются силами самого лесхоза. Стоимость создания упрощенных дорог от 1000 до 1500 руб/км, в зависимости от почвенно-грунтовых и гидрологических условий.

О целесообразности создания противопожарных полос (разрывов) в последний год сотрудниками Института леса СО АН СССР (Э. Н. Валендик, 1964; Н. П. Курбатский, 1964) высказаны сомнения. По данным указанных авторов, скорость ветра

перед разрывами и над разрывами более 5—6 м шириной существенно увеличивается, а при косом направлении ветра к разрыву он меняет направление и дует вдоль разрыва с увеличенной скоростью, что может привести к переходу огня через полосу. В результатах исследования сомневаться не приходится, но подвергать сомнению полезность противопожарных минерализованных полос также нет оснований.

Очень часто наиболее эффективной мерой локализации лесных пожаров является опашка их тяжелым тракторным плугом, корчевателем-собирателем или бульдозером. При этом неизбежно создается разрыв в пологе насаждения шириной около 3 м и ветер над ним увеличивается. Тем не менее минерализованные разрывы являются наиболее действенной мерой для остановки огня, но создавать их приходится спешно, в процессе локализации пожара. Созданная же заранее система минерализованных полос сильно облегчает последующую борьбу с пожарами. Такие полосы с проверенными условиями проходимости для тракторов являются опорными линиями при борьбе с огнем. Они служат хорошими ориентирами в лесу, что важно для организации борьбы и перехвата пожара на пути его движения.

Разработка комплекса мероприятий полноценного противопожарного устройства лесов сырьевых баз лесопромышленных комбинатов и лесозаготовительных предприятий должна быть вменена в обязанность проектным организациям, разрабатывающим технические проекты комбинатов. Мероприятия по противопожарному устройству лесов сырьевых баз должны стать неотъемлемой частью общего технического проекта комбинатов, аналогично порядку, существующему в промышленных предприятиях других отраслей народного хозяйства.

Осуществление противопожарных мероприятий в натуре должно предшествовать началу строительства лесопромышленных комбинатов или, в крайнем случае, должно производиться одновременно со строительством. Планирующие органы должны выделять соответствующие ассигнования на реализацию запроектированных противопожарных мероприятий в таком же обязательном порядке, как и отпуск кредитов на строительство самих комбинатов.

В южных и центральных областях страны, где лесистость мала и ведется интенсивное лесное хозяйство, разработку мероприятий по полноценному противопожарному устройству лесов следует возложить на лесоустроительные организации. Они же должны разрабатывать противопожарные мероприятия и в резервных лесах таежной зоны.

При массовых вспышках лесных пожаров, которые чаще всего имеют место в периоды чрезвычайной пожарной опасности, лесные организации были вынуждены прибегать

к массовому привлечению рабочей силы своих и городских предприятий, а также местного населения для борьбы с пожарами. Анализ результативности работы на тушении пожаров не обученных и специально не подготовленных для этой цели людей в Хабаровском крае и Иркутской обл. показывает малую эффективность этой меры при больших затратах на заработную плату, транспортные и организационные расходы. Один парашютист-пожарник эквивалентен 10 необученным рабочим.

Поэтому гораздо целесообразнее во всех леспромхозах и лесхозах создавать на летний период временные пожарные команды из постоянных рабочих и лесников. Членам этих команд необходимо выплачивать зарплату по среднему заработку основной работы.

На первый взгляд может показаться, что такая мера будет стоить очень дорого и себя не оправдывает. Но анализ расходов по тушению пожаров в Хабаровском крае и Иркутской обл. выявляет их высокий уровень, в 5—6 раз превышающий стоимость сгоревшего леса, оцениваемого по таксовой стоимости на корню.

Основными статьями расходов по тушению пожаров с массовым привлечением рабочей силы являются:

1) зарплата рабочих за время пребывания на пожаре, выплачиваемая, как правило, по среднему заработку;

2) расходы по транспортировке большого количества рабочих, осуществляемой, как правило, дополнительно арендуемыми вертолетами;

3) оплата техники — бульдозеров и тракторов, которые часто следуют к пожару и обратно своим ходом на большие расстояния по бездорожью;

4) невыполнение плана по сдаче товарной и валовой продукции народному хозяйству лесозаготовительными предприятиями, так как их основную деятельность приходится приостанавливать на периоды тушения пожаров;

5) высокий процент заболеваемости не приспособленных к лесным условиям людей (людям приходится проводить в тайге несколько суток).

В то же время при запаздывании с принятием мер по тушению пожаров эффективность работы большой массы людей оказывается очень малой. Если пожары успели охватить площадь 1000—2000 га, то борьба с ними становится весьма затруднительной или вообще практически невозможной. Поэтому усилия людей и большие затраты средств не могут предотвратить выгорание леса. Такие пожары обычно тушат дожди или дальнейшее их продвижение останавливается крупной водной преградой.

Создание временных пожарных команд из постоянных кадров рабочих леспромхозов и лесхозов вполне оправданно: со-

кратятся расходы на борьбу с пожарами, уменьшится площадь сгоревших лесов, сократятся убытки от огня.

Члены пожарных команд не обязательно должны сидеть на дежурстве все лето. Они могут выполнять различные работы в леспромхозах и лесхозах, вблизи пожарно-химических станций или контор. Непременным условием для команд является быстрый сбор (10—15 мин) и отправка непосредственно к месту пожара на автомашине или на ближайший вертодром, откуда они будут переброшены к месту пожара вертолетом. Для обеспечения высокой оперативности средства транспорта и пожаротушения должны находиться рядом, быть в состоянии готовности, связь должна быть надежной. Команды следует заранее снабжать неприкосновенным запасом продовольствия на 2—3 суток, посудой для приготовления пищи в тайге, палатками и спальными принадлежностями для отдыха в лесу.

В периоды чрезвычайной пожарной опасности, когда авиация летать не может из-за сильного ветра или по другим причинам, наземная пожарная охрана должна целиком принимать на себя охрану лесов. В дневное время следует вести непрерывное патрулирование лесов на автомашинах и мотоциклах по проезжим дорогам, на лошадях и пешком по непроезжим тропам и просекам, если территория не оборудована наблюдательными вышками или мачтами. Об эффективности этой меры свидетельствует опыт патрулирования в опытном лесхозе ДальНИИЛХ. Через территорию лесхоза проходит железная дорога Хабаровск — Владивосток. Патрулирование по имеющимся дорогам осуществлялось на автомашине ПЛАЦ конструкции ЛенНИИЛХ, которая имела запас воды в цистерне 1 т, мотопомпу, пожарные рукава и ранцевые опрыскиватели. В периоды высокой пожарной опасности патрульная команда обнаружила и ликвидировала только своими силами до 15 загораний в день, не давая им перерасти в пожары. Для облегчения обнаружения загораний леса (дымов) патрульная команда периодически просматривала территорию лесхоза с высоких точек местности (холмов), куда могла проехать автомашина.

Периоды чрезвычайной пожарной опасности — это особое время, когда требуется напряжение всех сил и средств для предотвращения загораний в лесу и принятия быстрых мер по ликвидации возникших очагов пожаров. Повторяем, что периоды эти коротки, 15—20 дней за лето, но чрезвычайно опасны. Высокая бдительность и готовность всех сил и средств противопожарной охраны лесов совершенно необходимы для избежания больших затрат труда и средств на тушение разбушевавшихся пожаров, предотвращения большого ущерба от огня. На периоды чрезвычайной пожарной опасности целесообразно выделять дополнительные автомашины, бульдозеры и тракторы за счет основного производства.

В эти периоды особо важное значение приобретает надежная и оперативная связь между авиационными отделениями и руководством наземной пожарной охраны леспромхозов и лесхозов. Авиабазы через свои оперативные отделения должны регулярно обеспечивать руководителей наземной охраны информацией о погоде, о возможности или невозможности помощи в тушении пожаров со стороны авиации.

На территориях лесных массивов, пересекаемых крупными водоемами — водохранилищами, реками, озерами, эффективным средством обнаружения и борьбы с лесными пожарами вблизи берегов являются катера и моторные лодки. Противопожарные плавсредства должны обладать высокой скоростью хода и нести на себе противопожарное оборудование — мотопомпы, пожарные рукава 500—1000 м, ранцевые опрыскиватели и другое оборудование.

Леса по берегам водохранилищ имеют высокую ценность не только как источники древесины; они выполняют также водоохранные, почвозащитные и санитарно-гигиенические функции. Между тем по берегам водохранилищ, например Братской ГЭС, возникает довольно много пожаров (до семи пожаров в день в июне 1964 г.). Наиболее дешевыми средствами ликвидации лесных пожаров по берегам водоемов являются быстроходные катера и моторные лодки. Необходимо в кратчайшие сроки оснастить наземную пожарную службу противопожарными плавсредствами.

### **Убытки от лесных пожаров**

Одной из причин недооценки со стороны плановых и директивных органов большого ущерба, причиняемого лесными пожарами народному хозяйству нашей страны, является несовершенство методики исчисления убытков от пожаров.

До настоящего времени лесхозы и леспромхозы определяют убытки от пожаров по корневым таксам сгоревшей древесины, причем, если в результате пожара деревья усохли, но есть возможность древесину взять в первые 2 года после пожара, то такая древесина уценивается только частично или в убыток вообще не включается.

Такой метод исчисления убытков от пожаров в 5—6 раз занижает действительные убытки, не считая потери на приросте и ущерб охотничьему хозяйству, водоохранным, почвозащитным и санитарно-гигиеническим функциям лесов.

Так, в весенне-летний период (май — начало июня 1964 г.) в лесах Хабаровского края возникла высокая пожарная опасность и произошла вспышка лесных пожаров крупных по площади и с интенсивным горением (более 50% выгоревшей площади лесов пройдено верховыми пожарами). По предвари-

тельным данным, убытки от пожаров по статьям расходов распределяются следующим образом (%):

Стоимость сгоревшего леса, за вычетом древесины, которая намечена к рубке на пожарах в 1964—1965 гг.	19,4
Зарплата рабочим, привлеченным к тушению пожаров (не включая плановые расходы на авиационную и наземную охрану — 2,5 коп. на 1 га лесной площади)	32,8
Оплата дополнительных вертолетов, привлеченных для переброски рабочих, инвентаря и продовольствия . . .	4,9
Оплата бульдозеров и тракторов, использованных на тушении пожаров . . . . .	6
Убытки от сгоревших сооружений и древесины на складах . . . . .	1
Не сдано по плану товарной продукции народному хозяйству из-за временного прекращения основной деятельности лесных предприятий . . . . .	35
Оплата больничных листов рабочим, заболевшим во время пребывания в тайге на пожарах . . . . .	0,9

В среднем все расходы составили 30 руб. на 1 га выгоревшей лесопокрытой площади, а стоимость сгоревшего леса только 5,8 руб/га.

Несмотря на энергичные меры руководящих организаций Хабаровского края по ликвидации пожаров, выгоревшая площадь лесов оказалась большой. Привлеченные к тушению пожаров рабочие и техника оказались в состоянии надежно локализовать лишь два пожара площадью 150 и 1200 га, остальные пожары, большие по размерам и составлявшие более 95% площади, охваченной огнем, были потушены дождями. Если бы выпадение дождей задержалось на 7—10 дней, то выгоревшая площадь и ущерб от пожаров резко бы возросли.

Интересно сопоставить наши данные по убыткам от пожаров с канадскими. В Канаде засушливым было лето 1961 г., когда произошло много пожаров: по официальным данным выгорело более 3 млн. га лесов, чем был причинен убыток в 200 млн. долларов (А. А. Новобытов, 1963). В среднем убытки составили 66,7 доллара на 1 га, или 64 руб/га, т. е. в 2 раза выше приведенных нами убытков по Хабаровскому краю. Причину расхождений в первую очередь надо искать в методике исчисления убытков, и одной из причин является различная корневая стоимость древесины. В Канаде она выше.

Затраты только на авиацию, привлеченную для ликвидации лесных пожаров Канады в 1961 г., ориентировочно составили 50 млн. долларов, или в среднем 17 долларов на 1 га сгоревших лесов. В Японии убытки от пожаров составляют 115 руб/га.

В приведенных подсчетах убытков от лесных пожаров мы не учитывали ряд важных составляющих. Помимо явно видимого ущерба, пожары причиняют и другой многообразный ущерб.

В сосновых и лиственничных древостоях от средневозрастных и старше низовые пожары не приводят к гибели насаждений,

но продуктивность древостоев, по данным ЛенНИИЛХ, снижается на 30 %.

В еловых спелых древостоях даже низовые пожары приводят к большим повреждениям корневых систем, ослабляют устойчивость насаждений против неблагоприятных факторов среды. В результате многие из них усыхают в течение нескольких лет после пожара. Усыхание ельников, пройденных пожарами, как раз характерно для лесов Хабаровского края.

Повторные лесные пожары крайне отрицательно сказываются на возобновлении лиственницы в Хабаровском крае, Якутии и других районах тайги.

Пока еще не найдены методы оценки ущерба от лесных пожаров охотничьему хозяйству, водоохраным, почвозащитным и санитарно-гигиеническим функциям леса.

Если в убытки от пожаров включать расходы по искусственному возобновлению лесов, то они резко возрастут, так как стоимость культур, доведенных до смыкания крон, оценивается в 100 руб/га и более.

Наука о лесе должна в ближайшее время создать сколько-нибудь удовлетворительную методику по установлению убытков, причиняемых лесными пожарами.

\* \* \*

1. В зоне преимущественно авиационной охраны лесов от пожаров необходимо руководствоваться следующим принципом: надежная защита лесов от пожаров может быть обеспечена только в результате правильного сочетания авиационной и наземной охраны и четкого взаимодействия между ними.

2. Необходима дальнейшая дифференциация в степени защиты лесов от огня в зависимости от народнохозяйственного значения лесных массивов.

Наиболее полная защита от огня должна быть обеспечена в лесосырьевых базах лесопромышленных комбинатов, в зонах интенсивных лесозаготовок и интенсивного лесного хозяйства, а также в пригородных лесах. Это определяется большими капитальными затратами, вложенными государством в строительство предприятий, поселков, дорог и значением лесов.

3. Дальнейшее развитие авиационной охраны лесов должно быть направлено по линии создания средств и способов активной борьбы с пожарами, применения более грузоподъемных летательных аппаратов — летающей лодки типа Бе-6, вертолетов большой (до 8 т) грузоподъемности типа МИ-6 и вертолетов средней (2—3 т) грузоподъемности.

4. Совершенствование наземной охраны должно быть направлено на полноценное противопожарное устройство лесов, техническое оснащение леспромхозов и лесхозов средствами пожаротушения и связи, создания временных пожарных команд



на летний период из числа постоянных рабочих лесных предприятий.

В число главных мероприятий противопожарного устройства лесов должны войти: сеть посадочных площадок (вертодромов) для эффективного использования вертолетов, которые в ближайшем будущем станут главным летательным аппаратом; сеть лесных дорог для проезда тракторов и автомашин в сухое время года; сеть противопожарных минерализованных полос.

Лесные предприятия, на территории которых имеется много водоемов, необходимо оснастить плавающими противопожарными средствами — быстроходными катерами и моторными лодками.

5. Работа лесных научных учреждений должна быть направлена в первую очередь на разработку методов и средств активной борьбы с пожарами как с воздуха, так и на земле. Большое значение приобретают вопросы правильного соотношения между авиационной и наземной охраной лесов в различных географических условиях.

Важно полнее разработать и обосновать систему мероприятий по противопожарному устройству лесов применительно к ряду типичных природных и экономических условий таежной зоны. Необходимо развивать лесную пирологию, как теоретическую базу для разработки профилактических и активных мер борьбы с пожарами. Насущной задачей является разработка методики экономической оценки убытков от пожаров и лесоводственной оценки многообразного ущерба, наносимого пожарами лесам.

#### ЛИТЕРАТУРА

Валендик Э. Н. Влияние противопожарных разрывов на направление и силу ветра. «Лесное хозяйство», 1964, № 8.

Курбатский Н. П. Больше внимания охране лесов Сибири от пожаров. «Лесное хозяйство», 1964, № 4.

Мелехов И. С. Состояние охраны лесов от пожаров и пути ее улучшения. «Лесное хозяйство», 1964, № 4.

Молчанов В. П., Головин В. И. Тушение лесных пожаров с воздуха в Канаде и США. «Лесное хозяйство», 1963, № 4.

Новобытов А. А. Использование авиации для борьбы с лесными пожарами. «Лесное хозяйство», 1963, № 11.

Терехов Ф. И. Научно-исследовательские работы ЛенНИИЛХ по борьбе с лесными пожарами. «Лесное хозяйство», 1964, № 4.

Курбатский Н. П. Проблема лесных пожаров. Сб. «Возникновение лесных пожаров», М., изд-во «Наука», 1964.

Forestry in Japan. Forestry Agency, 1964.

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВИАЦИОННОЙ ОХРАНЫ ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ

В прошлом деятельность лесной авиации ограничивалась только патрулированием лесов. В настоящее время авиационная охрана стала также мощным средством ликвидации пожаров. В связи с этим возникает необходимость по-новому организовать ее деятельность, чтобы резко снизить горимость лесов.

Эффективность применения авиации на охране лесов может быть достигнута:

- 1) рациональным размещением авиационных сил и средств пожаротушения на основе лесопожарного районирования;
- 2) разработкой и внедрением производственных показателей и норм использования летательных аппаратов и пожарных команд;
- 3) построением рациональных маршрутов авиационного патрулирования;
- 4) организацией маневрирования силами и средствами пожаротушения внутри авиабазы и между ними.

### Лесопожарное районирование

#### *История вопроса*

Многолетний опыт работы у нас, в США и Канаде неоспоримо доказывает, что в настоящее время на авиационную охрану, помимо обнаружения загораний, должна возлагаться первая атака на пожар малочисленными, но мобильными группами парашютистов-пожарных или рабочих авиадесантных команд.

Окончательное тушение и окарауливание локализованных очагов, особенно тушение крупных пожаров, должна осуществлять преимущественно наземная охрана. Применение в этих случаях парашютной службы нецелесообразно, так как при этом нельзя будет своевременно ликвидировать начинающиеся в других местах пожары, что неизбежно приведет к увеличению горимости лесов.

Наряду с определением основного назначения обоих видов охраны лесов по борьбе с пожарами следует четко, путем лесопожарного районирования, установить сферы их деятельности.

Районирование лесной территории должно предусматривать выделение зон, где в зависимости от населенности и густоты дорожной сети борьба с лесными пожарами будет возлагаться преимущественно на авиационную или наземную охрану.

В настоящее время концентрация авиационных средств и в том числе активных, т. е. действующих с применением парашютистов-пожарных и рабочих-десантников, значительно выше в наиболее экономически развитых районах, чем в районах со средним и низким уровнем хозяйственного освоения. Так, например, в наиболее населенной части территории, охраняемой Западно-Сибирской, Красноярской, Иркутской, Забайкальской, Дальневосточной и Приморской авиабазами, примыкающей к Транссибирской магистрали и составляющей около 15% всей охраняемой этими авиабазами площади, было по состоянию на 1 января 1964 г. сосредоточено около 30% самолетов и вертолетов авиалесоохраны и свыше 70% парашютистов-пожарных. В то же время в отдельных районах этих областей и краев за летательными аппаратами закреплялись чрезмерно большие площади и ощущался резкий недостаток в рабочих-десантниках и парашютистах.

Леса в наиболее населенной части Иркутской обл. охранялись авиацией значительно интенсивней, чем в необжитых районах, в которых на единицу площади приходилось в 17 раз меньше лесной охраны и в 6 раз меньше дорог. В то же время оперативные отделения этих районов располагали значительно меньшим количеством парашютистов и в расчете на каждого из них, по многолетним данным, приходилось в 5 раз больше лесных пожаров, чем в экономически развитой части области<sup>1</sup>.

В настоящее время проводится маневрирование командами парашютистов, что позволяет более рационально использовать активные средства пожаротушения в зависимости от пожарной опасности в различных районах.

В большинстве случаев на охраняемой площади оперативного отделения встречаются и густонаселенные районы и малонаселенные, где почти нет дорог. Поэтому для тушения отделенных пожаров имеет большое значение и то, как используются парашютисты-пожарные и десантные рабочие в этих различных районах. Так, например, в Качугском оперативном отделении Иркутской авиабазы, за 1959—1963 гг. возникло 245 пожаров, из них: 43 на расстоянии менее 5 км от населенных пунктов и дорог, пригодных для автотранспорта; 41 пожар из этих 43 был

---

<sup>1</sup> Из данных плана противопожарного устройства лесов Иркутской обл., 1961г.

ликвидирован с участием парашютистов. В то же время к 15 отдаленным очагам (среднее расстояние до ближайшего населенного пункта 37 км и до автодороги — 27 км) было высажено недостаточное количество парашютистов, что объясняется занятостью их на близлежащих пожарах и в результате средняя площадь отдаленного пожара составила 345 га.

В СССР трудно найти лесную площадь с такой густой сетью дорог, как на Карельском перешейке (Ленинградская область), но и там в 1963 г. из 123 обнаруженных авиацией пожаров 84 были ликвидированы с участием парашютистов-пожарных.

К сожалению, нецелесообразное и расточительное использование авиационных средств на тушении близлежащих пожаров, которые с успехом может ликвидировать наземная охрана, имеет повсеместное распространение. Этому способствует существующая система оплаты труда летчиков-наблюдателей и парашютистов, которая стимулирует увеличение налета часов и количества прыжков без учета качества авиационной охраны.

Широкое использование авиации в экономически развитых районах, которое проводится в ущерб ее работе в отдаленных районах, объясняется тем, что наземная охрана малочисленна и технически слабо оснащена. Например, в Иркутской обл., где ежегодно сгорает много леса, количество действующих пожарно-химических станций и даже автомашин, выделяемых для борьбы с пожарами, значительно меньше летательных аппаратов.

Несмотря на то, что заключение договоров с авиабазами и ГВФ на аренду летательных аппаратов требует со стороны лесхозов значительно меньших усилий, чем строительство пожарно-химических станций, в интересах общего дела необходимо установить районы авиационной и наземной охраны леса.

Соображение о том, что в районах с густой сетью дорог лесные пожары должна тушить преимущественно наземная охрана, а в бездорожных — авиационная, вызвано, конечно, не тем, что в экономически развитых районах авиация теряет свои преимущества. Не исключено, что в этих районах доставка рабочих к пожарам на летательных аппаратах может быть оправдана, так как при этом загорания будут ликвидированы на значительно меньших площадях, чем при использовании наземного транспорта.

Однако в большинстве случаев в настоящее время применение активных авиационных средств в освоенных районах нецелесообразно из-за высокой стоимости эксплуатации летательных аппаратов и недостатка их, в особенности вертолетов, на лесо-авиаохранных работах.

Окончательно сложившейся системы лесопожарного районирования в лесном хозяйстве нашей страны до сих пор нет. Однако ряд рекомендаций по этому вопросу имел место как в литературе, так и в официальных документах.

В ранее действовавшем наставлении по охране лесов от пожаров (1956) предлагалась шкала для отграничения выделов по лесорастительным и экономическим признакам (характер насаждений и почв, расстояния от населенных пунктов и лесных промыслов). В соответствии с классом пожарной опасности выдела предусматривались различные противопожарные мероприятия. Эта шкала отличалась примитивностью признаков, образующих выделы, и недооценкой влияния экономических факторов на возможность возникновения пожаров, поэтому применения в практике она не нашла.

Например, фактическая горимость лесов, по многолетним данным в Вихоревском, Качугском и Жигаловском лесхозах Иркутской обл. колебалась от 0,07 до 0,05 и была в 5—7 раз выше, чем в Бодайбинском и Ольхонском лесхозах. Однако наиболее горимые леса первых трех лесхозов были отнесены в соответствии со шкалой наставления к среднему классу пожарной опасности (II-B), а леса двух менее горимых лесхозов — к высшему классу (I-B).

В новой инструкции по охране лесов от пожаров (1962) рекомендации по лесопожарному районированию вообще отсутствуют.

Ленинградское лесоустроительное предприятие Леспроект при составлении планов противопожарного устройства лесов Иркутской области и Коми АССР выделяло лесопожарные районы в целях планирования соответствующих мероприятий в зависимости от фактической загораемости и горимости лесов, что не может вызвать возражений. Однако при районировании не устанавливались условия, при которых целесообразно применять авиационную или наземную охрану леса, поэтому характер проектируемых мероприятий определялся только в самых общих чертах.

Одной из обстоятельных работ по вопросу лесопожарного районирования являлась брошюра И. И. Неудачина (1958). Автор на основе опыта предлагал разграничить территорию Иркутской обл. на зоны деятельности лесной охраны, пожарно-химических станций и авиабаз.

В первую зону рекомендовалось включить леса I и II групп, расположенные у населенных пунктов, с площадью обхода 0,5—0,3 тыс. га. Тушение пожаров в этой зоне предусматривалось только силами лесной охраны.

Ко второй зоне были отнесены леса III и частично II групп, где имеется сеть дорог для автотранспорта. Загорания в этой зоне предполагалось ликвидировать силами пожарно-химических станций и лесников.

Третья зона включала леса III группы со слаборазвитой сетью дорог, где тушение пожаров намечалось проводить главным образом силами авиабазы.

С нашей точки зрения, И. И. Неудачин правильно изложил принцип лесопожарного районирования, при котором устанавливается ответственность наземной и авиационной охраны за ликвидацию лесных пожаров на определенных территориях. Однако признаки образования зон автором не доработаны. Например, вряд ли целесообразно было выделять зону деятельности пожарно-химических станций, которая должна входить в зону наземной охраны. Также неверно техническую оснащенность и развитие лесной охраны ставить в прямую зависимость от рентабельности работы цехов ширпотреба в лесхозах. Несмотря на отмеченные недостатки, работу И. И. Неудачина следует признать ценной. Она в известной степени послужила основанием для разработки предлагаемого нами лесопожарного районирования.

Существует мнение, что при лесопожарном районировании должны быть объединены группы лесхозов по однородности лесопирологических, климатических, лесорастительных, лесохозяйственных и экономических признаков (Г. А. Мокеев, 1962). Как правило, нельзя найти несколько лесхозов, в особенности в условиях Сибири и Дальнего Востока, с одинаковым рельефом местности, климатом, лесорастительными условиями и с одинаковым уровнем хозяйственного освоения и горимости лесов. При этом степень идентичности лесорастительных условий в объединяемых участках, поскольку речь идет о восприимчивости лесов к загоранию, должна быть весьма высокой.

Нельзя согласиться и с тем положением, что образующими крупный район признаками должна являться плотность населения и протяженность дорожной сети на единицу площади. Общая средняя цифра, рассчитанная по данным всей территории, объединяющей группу лесхозов, будет резко отличаться от данных различных участков, входящих в охраняемый объект. На этих участках понадобятся различные методы борьбы с пожарами и, следовательно, район, как таксономическая единица, потеряет свое практическое значение.

Н. П. Курбатский, Э. Н. Валендик, Г. В. Сныткин и В. В. Фуряев (1963) предложили лесопожарное районирование, которое отвечает одновременно нуждам сигнализации о пожарной опасности, противопожарному устройству территории и требует проведения в образуемых районах одних и тех же мероприятий по борьбе с лесными пожарами. Однако, как показывает практика, такое «многоцелевое» районирование не может быть осуществлено.

Авторы считают, что лесопожарное районирование должно опираться на природное районирование, а при окончательном установлении границ районов следует учитывать степень однородности территории по загораемости и горимости. Таким образом, речь идет о том же районировании по совокупности мно-

жества признаков, причем некоторые из них не связаны между собой.

В результате полученные лесопожарные районы объединяют крайне неоднородные участки. Так, например, в Ангарском районе авторами объединены леса с самой различной загоряемостью. Количество загораний на 1 млн. га за 5 лет на территории Мотыгинского, Богучанского, Абанского и Тасеевского оперативных отделений, входящих в этот район, соответственно составляло 6, 10, 48 и 46 пожаров. Разница в числе загораний объясняется различной плотностью населения на этой территории и характером его деятельности. Предложенная схема лесопожарного районирования не учитывает одно из положений географизма лесных пожаров, на который указывает И. С. Мелехов в теоретических основах лесной пирологии (1944).

Авторы не установили точного назначения районирования и не учли возможности его применения в практике борьбы с лесными пожарами. Об этом свидетельствует образование лесопожарных районов, внутри которых требуется совершенно различные методы тушения пожаров. В частности, в один район объединена наиболее населенная лесостепная часть Иркутской обл. с относительно густой сетью дорог и ее отдаленная горная часть, где почти единственным средством ликвидации загораний в лесу может быть авиация.

На основании анализа существующих рекомендаций по лесопожарному районированию и практики его проведения мы пришли к выводу о необходимости разработки методики районирования, наиболее полно отвечающей нуждам производства.

При лесопожарном районировании прежде всего следует точно определить его цель, и в зависимости от специфики предполагаемых к использованию средств и методов борьбы с лесными пожарами установить признак, по которому необходимо образовывать лесопожарную таксономическую единицу (район, зону),

Основным признаком выделения зоны по способу доставки сил и средств тушения является предельно допустимое время прибытия к пожару, которое зависит от предполагаемого к использованию вида транспорта (наземного или авиационного) и состояния дорожной сети.

Основным признаком для выделения территории в лесопожарную таксономическую единицу, где обнаружение пожаров возлагается на наземную охрану, являются лесорастительные условия с учетом созревания пожарной опасности в различных группах типов леса.

Совершенно очевидно, что при выделении территорий, где обнаружение пожаров возлагается на авиационную охрану, нельзя руководствоваться теми же образующими признаками, что и при выделении участков леса для наземного обнаружения.

Специфика работы патрульного самолета, обслуживающего за один вылет значительные площади с различными лесорастительными условиями, исключает возможность выделения территории по однотипности этих условий. В данном случае следует объединять леса по числу загораний, чтобы в оперативных отделениях с большим числом пожаров организовать в день двухразовое патрулирование.

При выделении территорий для авиационного патрулирования не ставится задача объединить участки по тождественности лесорастительных признаков, но это не означает, что летнаб не должен в практике работы соотносываться с лесорастительными особенностями своего района и оценивать пожарную опасность различных лесных участков в зависимости от метеорологических факторов и рельефа местности. Летнаб обязан учитывать скорость распространения огня и другие факторы, предопределяющие развитие лесного пожара и борьбу с ним.

Предлагается схема лесопожарного районирования, которое должно способствовать выполнению двух основных задач:

1) рациональному использованию авиационной и наземной охраны леса путем закрепления за ними определенных зон их оперативной деятельности;

2) резкому сокращению горимости лесов, для чего устанавливаются районы, где отпускаемые на охрану средства могут быть использованы наиболее эффективно.

### *Лесопожарные зоны*

На охраняемой территории предполагается выделение трех зон.

**Первая зона.** Она ограничивается территорией, осматриваемой с пожарно-наблюдательных вышек (мачт). Учитывая, что вышки размещаются в районах с достаточно развитой сетью дорог, в задачу наземной охраны, помимо обнаружения лесных пожаров, входит и ликвидация их. В том случае, если авиатрульный маршрут будет пересекать эту территорию, летчик-наблюдатель осматривает ее наравне с другими охраняемыми площадями и сообщает охране об обнаруженных им пожарах.

**Вторая зона.** Ее территория по уровню хозяйственного освоения идентична территории первой зоны, но пожарно-наблюдательные мачты отсутствуют. Зона отграничивается расстояниями, которые могут быть преодолены за 3—4 ч от места базирования лесной охраны, пожарно-химических станций и районов интенсивных лесозаготовок. При этом учитывается состояние дорожной сети, наличие судоходных рек и тип транспортных средств, используемых в пожароопасный сезон, а также скорость передвижения рабочих по лесу. Минимальное время прибытия следует устанавливать в тех районах, где огонь в лесу может распространяться наиболее быстро. Доставка



рабочих к пожарам, а также тушение пожаров производится без участия авиации.

Авиационная охрана в этой зоне наряду с наземной охраной обнаруживает пожары и осуществляет контроль за выполнением правил пожарной безопасности в лесу. Допускается высадка одиночных парашютистов-пожарных или рабочих десантников для организации работ по тушению пожаров при условии, если эти работы не отразятся на ликвидации загораний в отдаленных районах.

**Третья зона.** К этой зоне относится территория, лежащая за пределами первой и второй зон. Локализация обнаруженных в полете пожаров производится, как правило, парашютистами или рабочими авиабаз и лесхозов, доставляемыми летательными аппаратами. Окончательное тушение и окарауливание пожаров осуществляется наземной охраной, которая прибывает к месту работ с наземным транспортом и заменяет работников авиационной охраны. Авиация по мере возможности участвует в доставке рабочих лесхозов и леспромхозов к наиболее отдаленным пожарам для их ликвидации и окарауливания.

В тех случаях, когда площадь пожара незначительная (1—3 га) и рабочие не успеют прибыть к месту работ до утра следующего дня, пожар окончательно ликвидируется силами авиационной охраны.

Все лесопожарные зоны ограничиваются на карте по согласованию между авиабазами и управлениями лесной промышленности и лесного хозяйства совнархозов на основании тщательного изучения местных условий. Границы зон ежегодно уточняются в процессе подготовки к пожароопасному сезону.

В указанных зонах могут быть выделены участки, где целесообразно применять тот или иной способ тушения лесных пожаров.

Например, при преобладании тяжелых суглинистых почв, мощного напочвенного покрова и захламленности выделяется участок для применения взрывного метода. Многочисленные крупные водоемы дают основания выделить участок деятельности летательных аппаратов, оборудованных специальными лесопожарными устройствами и т. д.

В настоящее время некоторые отдаленные территории не обслуживаются рабочими-десантниками и парашютистами из-за недостатка вертолетов в авиабазах, а также из-за невозможности приземления парашютистов даже в защитных костюмах.

Поэтому 30% территории охраняется без использования активных авиационных средств тушения.

При невозможности организовать борьбу с лесными пожарами на всей территории третьей зоны самолеты АН-2 и вертолеты следует распределять с учетом числа загораний и ценности насаждений. В ближайшие годы необходимо обеспечить

активными авиационными средствами пожаротушения охрану лесов по всей территории третьей зоны. Выполнению этой задачи будет способствовать предлагаемое районирование. При помощи карты, где отграничены заранее выделенные зоны и отмечены места пожаров за последние 5 лет, представится возможность наиболее рационально распределять на территории летательные аппараты.

При лесопожарном районировании территории оперативного отделения с относительно высоким уровнем хозяйственного развития участки, отнесенные к третьей зоне, могут быть по своим размерам и числу пожаров крайне незначительны. В этом случае экономически более целесообразно предусмотреть на таких участках лесной площади мероприятия, обеспечивающие деятельность наземной охраны и ограничиться постановкой на оперативном отделении самолета только для разведки лесных пожаров.

### *Район перспективного развития наземной охраны*

Лесопожарные зоны разграничивают сферы применения наземной и авиационной охраны леса, определяют характер их оперативной деятельности и проектирования текущих мероприятий, обеспечивающих своевременное тушение лесных пожаров.

Во многих районах Сибири и Дальнего Востока размеры второй зоны будут значительно меньше территорий с высоким уровнем развития хозяйства. Это объясняется малочисленностью наземной охраны и ее слабой оснащенностью. Она не может своевременно прибыть к пожарам даже там, где есть дороги.

Отставание наземной охраны от общего развития производительных сил страны требует значительного усиления охраны в ближайшем будущем. Поэтому нельзя ограничиваться только текущим проектированием в лесопожарных зонах — необходимо перспективное проектирование противопожарных мероприятий. Следует выделить районы, где предполагаемые вложения средств принесут бы наибольший эффект и позволили бы в кратчайший срок снизить горимость лесов.

Такие районы, названные нами районами перспективного развития наземной охраны, должны объединять территории с относительно высоким уровнем хозяйственного освоения, позволяющим наземной охране успешно развивать свою деятельность. В лесах этих районов благодаря большому количеству источников огня загораемость будет выше, чем на остальной территории, и средства, вкладываемые в наземную охрану, окупятся с наибольшей эффективностью.

В район перспективного развития должны входить участки с границами, удаленными от населенных пунктов на расстояние, которое можно покрыть по существующим дорогам и судоход-

ным рекам за 3—4 ч, но в настоящее время там отсутствуют пожарно-химические станции, транспортные средства, и малочисленная лесная охрана прибыть к пожарам в указанные сроки не может.

Определяя нормативное время прибытия к пожарам, мы руководствовались необходимостью значительно снизить горимость лесов. Одновременно учитывались материальные и финансовые возможности, которыми лесное хозяйство районов Сибири и Дальнего Востока будет располагать в ближайшие 2—4 года.

Специализированные транспортные средства и автомашины обеспечивают одновременную вывозку к месту работ пожарной команды численностью около 7 человек.

Имеющиеся данные о скорости распространения пожаров в различных лесорастительных условиях дают основание заключить, что такая группа рабочих, прибывшая к пожару не позже 3—4 ч после его обнаружения, ликвидирует очаг в большинстве случаев в тот же день или к утру следующего дня.

Нами установлено, что в обжитых районах Сибири и Дальнего Востока на проезд к пожару по существующим дорогам от ближайшего к нему места базирования наземной охраны или района интенсивных лесозаготовок пришлось бы затратить не 3—4 ч, а в среднем 6—7 ч. Это объясняется отставанием развития наземной охраны от существующего уровня хозяйственного освоения территории. Чтобы рабочие прибывали к пожару не через 6—7 ч, а не позже чем через 3—4 ч, понадобится значительно увеличить численность наземной охраны, рационально распределить ее силы на территории, снабдить охрану транспортными средствами. Этот объем работ при мобилизации средств лесхозов и леспромхозов может быть выполнен в ближайшие 2—4 года. Для районов европейской части СССР должны быть установлены более сжатые сроки прибытия рабочих к обнаруженным пожарам. Учитывая реальные возможности большинства лесхозов Сибири и Дальнего Востока, выделять зоны, а также районы перспективного развития и проектировать противопожарные мероприятия, исходя из меньших нормативных сроков прибытия к пожару, в настоящее время во многих случаях будет преждевременным.

Район перспективного развития наземной охраны временно относится к третьей зоне. После обеспечения его средствами тушения и транспортом район должен быть переведен во вторую или в первую зону, а авиация освободится от обязанности тушить пожары в этом районе, что позволит усилить ее использование для работы на более отдаленной территории.

Ко второй зоне, где наземная охрана уже располагает средствами для своевременного тушения пожаров, преимущественно проектируются пожарно-наблюдательные мачты; тогда вторая зона переводится в первую.

По достижении указанных целей отставание лесной охраны на объекте будет преодолено и в дальнейшем она должна развиваться одновременно с ростом хозяйственного освоения обслуживаемого объекта.

**Лесопожарные выделы.** На территории I и II зон а также района перспективного развития отграничиваются лесопожарные выделы I, II и III класса пожарной опасности. Их выделяют для облегчения выбора противопожарных мероприятий и установления очередности их проведения, а также для организации наземной сигнализации о пожарной опасности по мере ее возникновения в выделах различных классов.

В основу шкалы для отнесения участков леса к одному из трех классов пожарной опасности берется классификация групп леса по восприимчивости к загоранию, разработанная И. С. Мелеховым с учетом местных условий. Если лесные участки примыкают к дорогам общего пользования, железным дорогам на паровой тяге или расположены в непосредственной близости от огнедействующих лесных предприятий, то пожарная опасность таких участков устанавливается на класс выше.

Противопожарные мероприятия на территории третьей зоны в связи с широким применением авиации отличаются от мероприятий в других зонах. Здесь в первую очередь должны проектироваться авиалесопожарные станции, жилые и служебные помещения для оперативных отделений, средства связи, посадочные площадки для самолетов и вертолетов. Вертолетные площадки необходимо иметь во всех авиалесопожарных и пожарно-химических станциях, а также в тех местах, откуда предполагается перевозить к пожарам рабочих-лесозаготовителей или работников наземной охраны.

Увеличивать малочисленную наземную охрану в бездорожной части третьей зоны до такого уровня, как и в густонаселенных районах, не представляется возможным и не вызывается необходимостью. В этих условиях наиболее целесообразно выделить группы из работников близлежащих лесхозов и направить их в оперативные отделения, где их будут перевозить вертолетами, а где возможно — самолетами к местам пожаров для их локализации, окончательного тушения и окарауливания. Численность групп и их месторасположение в третьей зоне следует увязать с общим планом противопожарных мероприятий.

Отрыв некоторой части лесной охраны от мест постоянного базирования на относительно непродолжительный период наибольшей пожарной опасности в лесу (2—3 месяца) не может отрицательно сказаться на производстве, тем более, что в отдаленных районах объем различных лесокультурных работ весьма незначителен и в обязанности лесной охраны входит главным образом борьба с лесными пожарами.

Четкое разграничение обязанностей между авиационной и

наземной охраной в результате проведенного районирования ни в коем случае не должно явиться поводом к проявлению формализма в оперативной деятельности. Организация борьбы с лесными пожарами весьма сложна, и в процессе работ могут возникнуть различные вопросы, которые следует решать в порядке делового, оперативного взаимодействия. Наиболее приемлема в дальнейшем, по нашему мнению, такая организация борьбы с лесными пожарами, которая обеспечивала бы единоначальное руководство обоими видами охраны леса.

Выделение лесопожарных зон проводится на охраняемой территории. При решении вопроса о том, все ли леса нужно охранять или только их часть, по-видимому, следует исходить из перспективы хозяйственного освоения отдельных лесных массивов и экономической целесообразности организации охраны этих массивов от пожаров. В связи с этим возникает необходимость в разработке соответствующих рекомендаций, что должно явиться предметом специальных исследований.

## **Производственные показатели авиационной охраны лесов от пожаров**

### *Оценка деятельности оперативных отделений*

Главной задачей авиационной охраны лесов является своевременная ликвидация пожаров. Необходимо иметь разработанные нормативы производственных показателей для оперативных отделений и авиабаз.

В прошлом имели место попытки составить для авиационной охраны шкалу показателей, по которой предполагалось оценивать деятельность оперативных отделений путем подсчета баллов за выполнение отдельных элементов работы, например за проведение летнабом совещания в лесхозе, за применение на пожаре РЛО или взрывчатых средств и т. д.

Однако эти шкалы не нашли применения, так как большое число показателей, имеющих только косвенное отношение к конечным результатам деятельности всего оперативного отделения, дезориентировало летнабомов и парашютистов-пожарных и отвлекало их от выполнения главных задач по пожаротушению.

В последние годы работники авиабаз принимали социалистические обязательства сокращать горимость лесов. Однако понятие — своевременно потушенный пожар — до сих пор не имеет обоснованного количественного выражения. Остается открытым вопрос, какие размеры ликвидированных пожаров дают основания к положительной оценке деятельности оперативных отделений? Поэтому производственные планы авиабаз в той форме, которая предусмотрена Инструкцией по авиационной охране лесов, включают в себя лишь расстановку сил и средств пожаротушения, сроки патрулирования и размеры охраняемой

территории. Показатели ликвидации пожаров авиацией, т. е. той работы, ради выполнения которой существует авиационная охрана, в плане отражения не имеют.

Отсутствие нормативов основных производственных показателей отрицательно сказывается на всей работе авиаохраны, не дает возможности материально стимулировать деятельность авиабаз по сокращению горимости лесов.

В типовом договоре, на основании которого авиабазы выполняют свои обязательства по охране лесов от пожаров, указано, что «авиабаза обязана своевременно обнаруживать пожары и в необходимых случаях локализовать (тушить) их». Разумеется, что понятия «своевременное» и «в необходимых случаях» не могут являться юридическими придержками при расчетах авиабазы с заказчиком.

Таким образом, как бы авиабаза ни тушила пожары (быстро или медленно), сколько бы ни тушила (только отдельные вспышки или большинство загораний), какие бы ни ликвидировала пожары (расположенные вблизи дорог и населенных пунктов или далеко от них) — все это ни в малейшей степени не отражается на сумме платежа за охраняемый гектар.

Для того чтобы применить в лесоавиаохране общепринятый в народном хозяйстве принцип оплаты в зависимости от качества выполняемых работ, необходимо предварительно разработать нормативы основных производственных показателей.

Существующая система оплаты труда работникам авиационной охраны лесов не способствует улучшению качества лесоавиаохранных работ и снижению горимости лесов. По действующему положению летчик-наблюдатель, помимо должностного оклада, получает дополнительную зарплату за налет часов, являющийся издержкой производства, в увеличении которой лесное хозяйство, естественно, не заинтересовано. Такое же положение наблюдается при оплате труда парашютистов-пожарных, получающих вознаграждение за прыжки с парашютами.

Б большинстве случаев пожары, возникающие вблизи населенных пунктов и дорог, могут с успехом ликвидировать работники наземной охраны без помощи авиации. Задачей авиационных баз в первую очередь является тушение отдаленных пожаров, однако система оплаты за прыжки побуждает тушить близлежащие пожары. Парашютист, совершающий прыжок в отдаленных районах и затрачивающий много времени на возвращение в оперативное отделение, будет иметь меньше прыжков и ниже заработок, чем тот, кто совершает прыжок поближе к населенным пунктам и дорогам.

Помимо этого, менее квалифицированный летнаб, затрачивающий больше летного времени на определение местонахождения пожара, зарисовку его кромок, получит большую зарплату, чем опытный летнаб.

Для установления принципа оплаты в зависимости от качества выполняемых работ и для укрепления организационно-планового начала во всех звеньях авиационной охраны лесов возникает настоятельная необходимость установить нормативы основных производственных показателей.

1. Своевременность обнаружения лесных пожаров (средняя площадь пожара в момент его обнаружения).

2. Своевременность локализации (ликвидации) пожаров (средняя площадь локализованного (ликвидированного) пожара).

Своевременно обнаруженным пожаром следует считать пожар, зафиксированный (вне зависимости от того, кто первый увидел загорание — летнаб или работник наземной охраны) на площади, не превышающей установленную, при условии, что в донесении летнаба о пожаре точно определено его местонахождение (в пределах 1 км<sup>2</sup>).

Своевременно локализованным (ликвидированным) авиацией лесным пожаром следует считать тот, который затушен или локализован парашютистами или десантниками, а также пожар, ликвидированный специально оборудованными летательными аппаратами. Площадь своевременно локализованного (ликвидированного) пожара не должна превышать установленную. Непременным условием локализации пожара работниками авиабаз является передача его наземной охране для окончательного тушения и окарауливания. При подсчете выполнения оперативным отделением производственных показателей из общего числа загораний на охраняемой территории следует исключить те пожары, которые возникали в дни с нелетной погодой и в дни, когда по существующей шкале стоял первый класс пожарной опасности или летательный аппарат проставивал по вине подразделения ГВФ, о чем был составлен акт.

На территории каждого оперативного отделения действует множество различных природных и экономических факторов, влияющих на возникновение и распространение в лесу пожаров. Поэтому при определении предельно допустимых размеров локализованных очагов неизбежны погрешности. Однако размеры площадей пожаров, установленных с учетом возможностей авиационной охраны, могут быть определены с точностью, достаточной для оценки деятельности авиабаз и их подразделений. Впоследствии, по мере достижений науки и практики в области лесной пирологии, нормы и производственные показатели авиационной охраны должны совершенствоваться.

Расчетами средней допустимой площади пожара до настоящего времени в лесном хозяйстве СССР не занимались.

В Канаде Департаментом земель и лесов провинции Онтарио (1960) высчитаны максимально допустимые «терпимые» площади пожаров и нормы своевременного их обнаружения,

которые изменяются в зависимости от условий, влияющих на горимость лесов. Наземная и авиационная техника проектируется в количестве, обеспечивающем ликвидацию пожаров на этих «терпимых» площадях. При определении «терпимых» площадей пожаров учитывается состояние лесной охраны, условия применения имеющихся и проектируемых средств пожаротушения в различных природных условиях.

### *Определение нормативов основных производственных показателей*

Для установления размеров максимально допустимых площадей пожаров нами предварительно определено: 1) нормативное время на обнаружение пожаров; 2) время прибытия парашютистов и рабочих к пожару с момента его обнаружения; 3) средняя численность группы парашютистов и рабочих, высаживаемых к одному пожару.

Исследования по установлению нормативов проводились по материалам Иркутской и Северной авиабаз с учетом перспективы роста авиационной охраны на ближайшее будущее. При расчете нормативов исходили из положения, что одноразовое в день патрулирование лесов во многих случаях не обеспечивает своевременного обнаружения пожаров, поэтому в большинстве оперативных отделений предполагается двухразовое патрулирование территории.

При сокращении размера площади, закрепляемой за одним летательным аппаратом, и 5—6-часовой продолжительности двух полетов в день по маршруту над одной территорией есть основания считать, что 90—95% пожаров будут обнаружены через 1,5—2,5 ч после их возникновения.

Среднее время с момента обнаружения пожара до начала его тушения устанавливалось по данным актов ликвидации 400 пожаров в различных оперативных отделениях. Парашютисты самолета АН-2 и рабочий, высаживаемый к пожару с вертолета МИ-1, начинают работать в среднем через 30—40 мин после обнаружения (остальные рабочие доставляются вертолетом МИ-1 дополнительными рейсами).

Минимальное среднее время прибытия рабочих вертолетом МИ-4 к пожару, обнаруженному с самолета ЯК-12, 2—2,5 ч. Учитывается, что десантники этого вертолета будут высаживаться в случае необходимости при помощи спускового устройства непосредственно к лесному пожару.

Расчет размера закрепляемой за летательным аппаратом площади, проведенный исходя из установленных нормативов времени, показывает, что эта площадь против существующей должна сократиться в среднем на 30—40%, что потребует значительного увеличения числа арендуемых аппаратов.

Разумеется, если сократить нормативное время прибытия



к пожару и высаживать больше рабочих, то размер максимально допустимой площади ликвидированного пожара уменьшится. Однако это потребует еще большего увеличения парка летательных аппаратов, на что нельзя рассчитывать в ближайшие 3—5 лет.

Численность первоначально высаживаемой к пожару группы рабочих определена исходя из грузоподъемности (коммерческой загрузки) существующих летательных аппаратов и наиболее рационального распределения имеющихся на борту рабочих и парашютистов при тушении максимального количества обнаруживаемых в полете пожаров. Высадка к пожару большей группы повлечет задержку с началом тушения следующих очагов из-за необходимости возвращения на аэродром за другой партией рабочих, и в конечном итоге приведет к росту горимости. Многочисленные расчеты при различных вариантах состава групп, количества пожаров, их площади в момент обнаружения и скорости распространения огня, размеров охраняемой территории, проведенные при помощи вычислительной техники, показывают, что в среднем 75% пожаров достигнут значительно большей величины, если самолет после высадки всех имеющихся на борту парашютистов к одному очагу будет возвращаться на базу. В некоторых случаях летнабу представится возможность посадить большее количество рабочих, или доставить дополнительную партию вторым рейсом. Правильность его действий будет оцениваться достигнутыми результатами по выполнению производственных показателей за сезон. Однако вопрос об увеличении в оперативных отделениях оптимальной численности групп рабочих, высаживаемых к пожару, где будет установлена большая скорость распространения огня в лесу, должен решаться путем применения летательных аппаратов большей грузоподъемности или закрепления за самолетами и вертолетами территории с меньшим числом пожаров в день.

Вертолет МИ-4 принимает на борт одновременно 8 чел. Это количество рабочих в большинстве случаев целесообразно посадить не к одному, а к двум пожарам, тогда необходимость полета на базу или на станцию за новой партией десантников возникает только после посадки ко второму пожару, что значительно ускорит ликвидацию загораний на охраняемой территории.

В некоторых оперативных отделениях, где преобладают высокие температуры, низкое атмосферное давление и другие условия, ограничивающие полетный вес вертолета, число рабочих, принимаемых на борт, сможет обеспечить ликвидацию только одного пожара.

Численность высаживаемых групп может изменяться в зависимости от площади пожара и его интенсивности, но с

учетом необходимости своевременной локализации всех пожаров в третьей зоне.

Для расчета размеров максимально допустимых площадей пожаров, помимо нормативного времени на отдельные операции авиационной охраны и установленной численности групп рабочих, высаживаемых к пожару, следует определить прирост площадей пожаров.

В этих целях летнабам и инструкторам пожарных команд оперативного отделения необходимо в различных группах типов леса в течение одного-двух наиболее типичных в пожароопасном отношении сезонов зарисовывать в масштабе кроки пожаров в момент их обнаружения, начало работ по тушению и при локализации, а также записывать время начала и окончания каждой из этих операций, метеорологические условия, характеристику насаждения и способы тушения.

Полеты следует назначать в соответствии с Инструкцией. Протяженность маршрута должна позволить в случае необходимости осматривать территорию 2 раза в день. Время прибытия к пожару и численность группы, за работой которой ведется наблюдение, в основном должно соответствовать нормативным данным.

Не подлежат замерам пожары, возникшие при ветре свыше 7—8 м/сек, когда прыжки с парашютом не могут проводиться, а также пожары, к тушению которых приступили со значительным запозданием, например на следующий день после обнаружения.

На территории оперативного отделения необходимо выделить три-четыре участка с наиболее характерными природными условиями, обуславливающими различную скорость распространения огня в лесу, и установить в этих участках по сведениям за 5—7 лет число пожаров  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . По данным замеров площадей для каждого выделенного участка опеределить средние площади пожаров  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$ . Предельно допустимая средняя площадь пожара в оперативном отделении рассчитывается по формуле

$$S_{\text{ср}} = \frac{aS_1 + bS_2 + cS_3}{a + b + c}.$$

Эта же площадь в целом для авиабазы определяется по той же формуле, где  $a$ ,  $b$  и  $c$  — многолетнее число загораний в оперативных отделениях, а  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  — установленные нормативные площади пожаров в этих отделениях.

В Иркутской авиабазе, по методике ЛенНИИЛХ, коллективом сотрудников были проведены работы по определению скорости распространения огня лесных пожаров и прироста их кромок при различных лесорастительных условиях. Работы

производились на естественных пожарах, возникших при погоде, типичной для периода пожарной опасности.

Полученные величины сопоставляли с соответствующими сведениями оперативной отчетности. В результате были установлены максимально допустимые площади пожаров в момент их обнаружения и локализации: для Киренского оперативного отделения соответственно 1,5 и 10 га; Шиткинского — 2 и 15 га и Качугского 2,5 и 4 га.

Введение нормативных показателей должно сопровождаться периодическим выборочным контролем их выполнения.

## **Нормы использования авиационных средств на борьбе с лесными пожарами и их расчеты**

### *Число пожаров в день*

Для выполнения производственных показателей необходимо обеспечить оперативные отделения соответствующими силами и средствами пожаротушения и установить размеры охраняемых площадей.

В настоящее время у нас в СССР один летательный аппарат обычно обслуживает территорию размером от 1,5 до 4 млн.га. Следует отметить, что в США и Канаде площадь, обслуживаемая одним летательным аппаратом, в 4—7 раз меньше, чем у нас. Большие площади, закрепляемые за одним летательным аппаратом в наших авиабазах, крайне отрицательно сказывается на своевременности обнаружения и ликвидации лесных пожаров. Во многих случаях летнаб лишь частично осматривает охраняемую территорию.

Размеры площадей оперативных отделений начали складываться еще в тот период, когда самолеты только патрулировали леса. Расход времени в связи с высадкой десантов к местам пожаров на каждый гектар охраняемой площади по примерным подсчетам в ряде авиабаз возрос на 30—40%. Но соответствующего снижения размеров охраняемых площадей не произошло. Например, за вертолетом МИ-1, который для тушения одного пожара вынужден не менее 2 раз летать за рабочими и в течение летного дня несколько раз пополнять баки горючим, закрепляются такие же площади как в свое время за самолетом ПО-2, использовавшимся только на авиапатрулировании.

Вопрос о размерах охраняемых авиацией площадей лишь частично рассматривался в специальной литературе. Так, например В. П. Молчанов И. А. Прошкин (1956), проводя предварительные исследования по применению вертолета МИ-4 на охране леса, ограничились общими замечаниями о размерах оперативных отделений.

М. Г. Червонный (1961), ничем не обосновав свои выводы, предлагает при восьми и менее пожарах в день закреплять за вертолетом МИ-4 территорию в 2,5 млн. га и даже 3—5 млн. га, а за вертолетом МИ-1 — 2 млн. га.

Нет также рекомендаций по численности команд парашютистов-пожарных и рабочих-десантников в оперативных отделениях.

Нормы использования авиационных средств должны быть установлены в зависимости от количества загораний на охраняемой территории. Возникает вопрос, как определить это количество?

Исходить из многолетних средних данных нецелесообразно, так как число пожаров во многие годы превышает их среднее годовое количество и авиабазы не в состоянии будут своевременно затушить пожары. Например, при расчете средств тушения лесных пожаров в Иркутской обл. по средним данным за последние 10 лет лесавиаохрана сможет выполнить задачу только в течение пяти пожароопасных сезонов. Неправильно также, по нашему мнению, определять необходимое количество средств по данным года с максимальным числом загораний. Исходя из тех же данных Иркутской обл. это означает, что в течение 9 из 10 лет на оперативных отделениях будет находиться заведомо большее (в 2—3 раза) число парашютистов и самолетов, что не может быть оправдано. В годы с чрезвычайной пожарной опасностью необходима организация маневрирования средствами пожаротушения между авиабазами и оперативными отделениями.

По-видимому, при расчете постоянно действующих в оперативном отделении средств следует руководствоваться числом пожаров, превышающим средний годовой уровень загораемости лесов, но ниже максимального. Исходное число пожаров необходимо устанавливать не механически, а путем подбора соответствующего года-эталона, что позволит подвергнуть анализу работу оперативных отделений в конкретных условиях (без этого нельзя составить нормы и проектировать противопожарные мероприятия).

Таким образом, по сведениям оперативного отделения за прошедшие 5—10 лет следует выбрать год, загораемость лесов в котором и ход пожароопасной погоды, предопределяющей возникновение и распространение пожаров, должны явиться основой при определении норм показателей и использования авиационных средств. Для подбора года-эталона можно рекомендовать следующий способ. Из ряда последних 5—7 лет исключают годы с числом пожаров, меньше среднего многолетнего, затем устанавливают среднее значение числа пожаров

в год из данных оставшихся лет и из них выбирают сезон, приближающийся к этому среднему значению.

Необходимо установить средний показатель засухи или средний комплексный показатель дня пожароопасной погоды года-эталона (ст. В. А. Жданко), который находится путем деления суммы показателей за все дни с III и IV классом пожарной опасности на число этих дней. Метеорологические условия, при которых следует проводить опытные замеры прироста площадей пожаров должны быть идентичны условиям года-эталона и поэтому замеры могут производиться в дни любого сезона, но когда показатель засухи или комплексный показатель этого дня не ниже установленного.

Число пожаров возникающих в день, наиболее полно отражает загруженность летательных аппаратов, парашютистов и рабочих. Оно резко колеблется в различные годы и на протяжении каждого пожароопасного сезона. В большинстве оперативных отделений при полугодовой продолжительности сезона за 1,5—2 месяца обнаруживают до 70% всех пожаров. Еще более разительна неравномерность загораний в отдельные дни. При установлении числа пожаров в день нельзя руководствоваться максимальным числом пожаров, возникающих за день, так как это приведет к значительным потерям рабочего времени парашютистов и рабочих на протяжении всего сезона и нерациональному использованию авиационной техники.

В отдельные дни при совпадении различных обстоятельств может возникнуть исключительно большое для данного оперативного отделения число пожаров. Например, максимальное число пожаров в день в мае по данным Качугского оперативного отделения за 5 лет достигло пяти (единичный случай). Если исходить из этого числа то с учетом оборачиваемости парашютистов понадобилось бы на оперативном отделении иметь команду из 30 человек и потери рабочего времени в мае (за 5 лет) составили бы 4358 дней. Простои парашютистов и рабочих неизбежны, но в данном случае они крайне велики.

Из многолетних данных оперативных отделений Иркутской и Северной авиабаз установлено, что при определении норм наиболее приемлемо исходить из так называемого расчетного числа пожаров которое определяется путем деления числа пожаров возникших за 5—10 дней года-эталона, с наибольшим количеством загораний на число этих дней. Расчетное число пожаров устанавливается для всей охраняемой территории  $n_1$  и отдельно для третьей зоны  $n_2$ .

Если исходить из расчетного числа пожаров, установленного для третьей зоны Качугского отделения, то для него понадобится не 30, а 18 парашютистов. Число простоев при этом сократится почти вдвое и только к 2 пожарам из 52 нельзя будет своевременно высадить парашютистов.

Помимо расчетного числа пожаров в день, при установлении норм необходимо исходить из времени, затрачиваемого на полет по маршруту и на различные операции, связанные с обнаружением пожаров и высадкой десантов. Эти данные были установлены путем анализа работы ряда оперативных отделений с 1958 по 1963 г. По данным бортовых журналов летнабов была проведена так называемая штилевая прокладка (без учета ветра) фактически выполненных маршрутов и установлено среднее время, затрачиваемое на выполнение следующих операций:

1) сход с маршрута на дым, осмотр пожара и возвращение на ось маршрута на самолете АН-2 равно 11 мин, ЯК-12 равно 15 мин и МИ-1 равно 14 мин ( $t_1$ );

2) выбор площадки с воздуха для приземления парашютистов с самолета АН-2, производство необходимых расчетов и сброс одного парашютиста при групповом прыжке займет 5 мин. Таким образом, высадка на один пожар группы установленной численности (3 чел.) занимает 15 мин ( $t_2$ );

3) полет к пункту приема донесений от места пожара, сброс вымпела и возвращение на ось маршрута на самолете АН-2 равно 6 мин, самолете ЯК-12 равно 8 мин ( $t_3$ );

4) выбор площадки с воздуха, посадку и взлет вертолета (включая в случае необходимости дополнительную заправку горючим) МИ-1 составляет 6 мин и МИ-4 — 8 мин ( $t_4$ );

5) организация вылета вертолета МИ-4 с посадкой на борт рабочих займет 9 мин ( $t_5$ );

6) осмотр пожара с вертолета МИ-4, выбор площадки для спуска рабочих при помощи лебедки, спуск группы десантников равен 12 мин ( $t_6$ ).

Эти данные положены в основу расчетов норм использования авиационных средств.

### *Размеры площади, закрепляемой за самолетами АН-2 и ЯК-12*

Для определения размера площади, закрепляемой за самолетами АН-2 и ЯК-12, следует ориентировочно определить контуры территории, где предполагается охранять леса, и установить расчетное число пожаров на всей охраняемой площади  $n_1$  и в третьей зоне  $n_2$ .

При расчете площади необходимо исходить из максимальной продолжительности одного вылета при двухразовом в день патрулировании — 3,5 ч (210 мин).

Это время, помимо полета по маршруту, затрачивается:

а) на сходы с маршрута, связанные с обнаружением пожаров, их осмотр, возвращение на ось маршрута ( $n_1 t_1$ );

б) на операции по сбросу к месту пожара группы парашютистов, в среднем состоящей из 3 человек ( $n_2 t_2$ );

в) на подлет к пункту приема донесений от места пожара, к которому не был высажен десант, сброс вымпела, отход от пункта приема донесений  $(n_1 - n_2)t_3$ .

Для полета по маршруту остается

$$210 - [n_1 t_1 + n_2 t_2 + (n_1 - n_2) t_3].$$

Размер площади  $S$  (в млн. га), закрепляемой за самолетом, подсчитывается по формуле

$$S = 0,005 \{210 - [n_1 t_1 + n_2 t_2 + (n_1 - n_2) t_3]\} v \cdot КПМ, \quad (1)$$

где:

0,005 — размер площади, млн. га, осматриваемой летнабом за 1 км полета, при радиусе обзора с каждого борта 25 км (в среднем); значения величин  $t_1$ ,  $t_2$  и  $t_3$  были приведены ранее;

$v$  — скорость самолета (АН-2 — 2,8 км/мин; ЯК-12 — 2,3 км/мин);

$КПМ$  — коэффициент полезности маршрута (частное от деления фактически обозреваемой площади при полете по запроектированному маршруту на площадь эталона, которая может быть осмотрена в полете по прямой, равной периметру маршрута).

Наличие двух компонентов уравнения  $n_1$  и  $n_2$  крайне осложняет применение формулы. По многолетним статистическим

Таблица 1

Размеры охраняемых площадей (в млн. га), закрепляемых за самолетом АН-2 и ЯК-12 при двухразовом в день патрулировании

Расчетное число лесных пожаров в день на всей территории	Коэффициент полезности маршрута			
	0,7	0,8	0,9	1,0

Самолет АН-2

1	1,8	2,1	2,4	2,6
1:2	1,8—1,7	2,1—1,9	2,4—2,2	2,6—2,4
2:3	1,7—1,5	1,9—1,7	2,2—1,9	2,4—2,1
3:4	1,5—1,3	1,7—1,5	1,9—1,7	2,1—1,9
4:5	1,3—1,1	1,5—1,3	1,7—1,4	1,9—1,6

Самолет ЯК-12 (без парашютистов)

1	1,5	1,7	1,9	2,1
1:2	1,5—1,3	1,7—1,5	1,9—1,7	2,1—1,9
2:3	1,3—1,1	1,5—1,3	1,7—1,4	1,9—1,6
3:4	1,1—0,9	1,3—1,1	1,4—1,2	1,6—1,3
4:5	0,9—0,7	1,1—0,9	1,2—1,0	1,3—1,1

данным известно, что количество пожаров, возникающих на расстоянии более 10 км от населенных пунктов и дорог (т. е. в третьей зоне), составляет примерно 20% всех загораний. Это дает основание считать, что  $n_2 = n_1$ . В этом случае формула примет вид

$$S = 0,005 \{210 - [n_1 t_1 + 0,2 n_1 t_2 + (n_1 - 0,2 n_1) t_3]\} v \cdot \text{КПМ}. \quad (2)$$

Подставляя величины  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  и  $v$ , получаем формулу размера площади, закрепляемой за самолетом АН-2 —  $(2,91 - 0,26 n_1) \text{ КПМ}$  (1) и за самолетом ЯК-12 —  $(2,41 - 0,27 n_1) \text{ КПМ}$  (2).

В том случае, если по данным оперативного отделения, для которого рассчитывается площадь  $n_2 \geq 0,3 n_1$ , в формулу (1) следует внести соответствующее значение  $n_2$ .

В табл. 1 приводятся размеры площадей, закрепляемых за самолетом АН-2 и ЯК-12 при ежедневном двухразовом патрулировании лесов.

### *Размеры площади, закрепляемой за вертолетом МИ-1*

При расчете размера площади, закрепляемой за вертолетом МИ-1, принимаются следующие исходные данные:

а) Соотношение количества отдаленных и близлежащих<sup>1</sup> пожаров 1:1, 1:2, 1:4. Предполагается, что пожары при равномерном их распределении возникают в 10 км друг от друга.

б) Место базирования вертолета — центр охраняемой территории, которая по своей форме приближается к квадратной (вместе с тем рассмотрены варианты, при которых места базирования удалены от центра охраняемой площади на 40, 60 и 80 км).

в) На территории нет авиалесопожарных станций или имеются одна-две станции, располагаемые в центрах четвертей охраняемой площади. На станциях имеются рабочие-десантники и горючее для вертолета. При отсутствии станций предполагается, что произвести заправку горючим и взять на борт рабочих можно в лесхозах (ЛПХ).

г) Максимальная продолжительность полета при двухразовом патрулировании в периоды особой горимости ( $t$ ) составляет 210 мин включая время, затрачиваемое на посадки вертолета и его заправку горючим. Радиус обзора 25 км.

Рассматривается схема полетов:

1. Маршрут — пожар № 1 (высадка имеющегося на борту рабочего).

<sup>1</sup> К близлежащим относятся пожары, расположенные на половине охраняемой территории, которая примыкает к месту базирования вертолета или авиалесопожарным станциям.



2. Пожар № 1 — аэродром или станция (что ближе), для приема на борт рабочего.

3. Аэродром — пожар № 1 (высадка одного или двух рабочих).

4. Пожар № 1 — аэродром (прием одного или двух рабочих).

5. Аэродром — маршрут.

6. Маршрут — пожар № 2.

7. Пожар № 2 — аэродром и т. д.

Вертолет после высадки двух-трех рабочих к пожару № 1 следует на аэродром или станцию в тех случаях, когда последние находятся вблизи патрульного маршрута или возникла необходимость в заправке горючим. Если нет такой необходимости, вертолет выводится на ось маршрута, и залет на станцию (аэродром) производится после обнаружения пожара № 2.

Месторасположение пожаров варьировалось в 100 клетках, площадь каждой составляла  $25 \text{ км}^2$ .

Для расчета времени, необходимого для обнаружения одного, двух, трех и четырех пожаров и доставки к ним рабочих, измерялись расстояния при полете по принятой схеме на площади-эталоне размером  $0,25 \text{ млн. га}$  и учитывалось дополнительное время, затрачиваемое на выбор площадки с воздуха, и другие операции.

Среднее время  $T$ , затрачиваемое на обслуживание площади эталона, определялось путем деления суммы общего затраченного времени при полете по всем вариантам на число этих вариантов.

Произведение площади эталона ( $0,25 \text{ млн. га}$ ) на квадрат дроби, где числитель  $210 \text{ мин}$ , а знаменатель — установленная величина  $T$ , дает искомую площадь, охраняемую вертолетом МИ-1,

$$S = 0,25 \left( \frac{210}{T} \right)^2. \quad (3)$$

Например, если среднее время  $T$ , затраченное на обнаружение пожаров, доставку рабочих и на все остальные операции, составит  $315 \text{ мин}$  и, следовательно, если экипаж вертолета не сможет уложиться в отведенные ему  $3,5 \text{ ч}$ , охраняемую площадь необходимо уменьшить и, наоборот, если на территории возникло пожаров меньше, чем в первом случае, и на полет израсходовано только  $105 \text{ мин}$  то площадь эталона соответственно нужно увеличить.

В первом случае площадь составит  $0,25 \left( \frac{210}{315} \right)^2 = 0,1 \text{ млн. га}$ , во втором —  $0,25 \left( \frac{210}{105} \right)^2 = 1 \text{ млн. га}$ .

При расчетном числе пожаров четыре и более на охраняемой территории размер закрепляемой за вертолетом МИ-1 площади настолько сократится, что летнаб, летая по несколько раз между пожарами и аэродромом, будет почти непрерывно осматривать всю площадь и, следовательно, сможет обнаружить загорания, которые возникнут во время полета.

В таких случаях целесообразно ограничиться ежедневным одноразовым патрулированием и за счет сокращения второго вылета довести продолжительность полета до 5—6 ч, что позволит несколько увеличить размер охраняемой площади (табл. 2.)

Таблица 2

Размеры площадей, закрепляемых за вертолетом МИ-1 при его базировании в районе центра охраняемой территории (продолжительность полета 3 ч 30 мин), млн. га

Соотношение количества отдаленных и близлежащих пожаров	Количество авиалесо-пожарных станций на охраняемой территории	Расчетное число пожаров в день				
		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
1 : 1	0	Размер площади не должен превышать 1,8 млн. га	0,70	0,32	0,25	0,45
	1		1,0	0,42	0,30	0,55
	2		1,3	0,50	0,35	0,65
1 : 2	0	»	1,10	0,70	0,50	0,9
	1		1,20	0,75	0,55	1,0
	2		1,40	0,80	0,60	1,10
1 : 4	0	»	1,30	0,85	0,65	1,15
	1		1,40	0,90	0,70	1,3
	2		1,50	0,95	0,75	1,4

Примечание. В графе 7 даны площади при продолжительности полета 5 ч.

*Размеры площади, закрепляемой за вертолетом МИ-4, вылетающим на пожар по получении радиосообщения с борта патрульного самолета*

При помощи карт горимости лесов за ряд лет устанавливается соотношение числа близлежащих пожаров, которые находятся на половине площади, примыкающей к месту базирования, к остальному количеству пожаров. Это соотношение, как правило, должно быть не менее 2:1, для чего место базирования следует выбирать в центре территории, где возникало большинство лесных пожаров.

На этой территории, которая предварительно определена для работы вертолета, необходимо: установить расчетное число пожаров в день в третьей зоне  $n_2$  и определить, сколько авиа-лесопожарных станций на охраняемой территории, не считая станции в месте базирования, будет принимать участие в борьбе с пожарами.

Искомая площадь находится в прямой зависимости от расстояния, которое группа рабочих-десантников при помощи вертолета может покрыть в среднем за 2,5 ч, с момента получения сообщения о пожаре до момента прибытия к месту работ.

Это расстояние  $l_1$  определяется по формуле

$$l_1 = [2,5 - n_2(t_5 + t_6)] v,$$

где:

$t_5$  — время, затраченное на организацию вылета с места базирования или станции к каждому пожару, а также на заправку ГСМ (0,15 ч);

$t_6$  — время, затраченное на осмотр каждого пожара с воздуха, на высадку рабочих при помощи спускового устройства или с приземлившегося вблизи пожара вертолета (0,2 ч);

$v$  — воздушная скорость вертолета.

Для определения размеров площадей, закрепляемых за вертолетом МИ-4, составляется таблица расстояний, которая рассчитывается для эталона (площадь 1 млн. га). Площадь делят на условные клетки, размером 2500 га, и места пожаров варьируют по ним. Рассчитывается средняя протяженность маршрутов вертолета при различном количестве пожаров, авиалесопожарных станций и численности групп рабочих, высаживаемых к пожару.

Установленное по формуле расстояние  $l_1$  сравнивается с расстоянием на эталонной таблице  $l_2$ .

Искомая площадь  $X$  будет равна квадрату соотношения этих расстояний:

$$X = \left( \frac{l_1}{l_2} \right)^2. \quad (4)$$

Эталонная таблица рассчитывается для квадратной территории (или близкой к ней).

Ниже приводится пример расчета площади, закрепляемой за вертолетом МИ-4 (табл. 3).

1. Расчетное число пожаров в день  $n_2$  в третьей зоне — три.

2. Численность рабочих на борту вертолета обеспечивает тушение двух пожаров.

3. На территории две авиалесопожарные станции.

4. Время  $t_5$ , затрачиваемое на организацию вылета к одному пожару, — 0,15 ч (9 мин). Время  $t_6$ , необходимое для осмотра пожара, высадки рабочих при помощи спускового устройства и на подход рабочих к месту работ, — 0,20 ч (12 мин).

Таблица 3

Эталонная таблица для расчета площадей,  
закрепляемых за вертолетом МИ-4

№ варианта	Количество лесных пожаров	Количество авиалесопо- жарных станций	Средняя протяжен- ность марш- рута, км
1	2	3	4
1	1	—	$\frac{27}{27}$
2	2	—	$\frac{96}{71}$
3	2	1	92
4	2	2	88
5	3	—	$\frac{177}{128}$
6	3	1	$\frac{156}{120}$
7	3	2	$\frac{145}{112}$
8	4	—	$\frac{200}{151}$
9	4	1	$\frac{180}{140}$
10	4	2	$\frac{167}{130}$

Примечание. В числителе (графа 4) средняя протяженность маршрута рассчитана при количестве рабочих на борту вертолета, достаточном для тушения одного пожара, а в знаменателе — для двух пожаров.

Указанные цифры подставляются в формулу

$$l_1 = [2,5 - n_2(t_5 + t_6)] v.$$

$$l_1 = 202 \text{ км.}$$

В графе 7 эталонной таблицы, соответствующей перечисленным в примере показателям, читаем значение  $l_2 = 112$ .

$$\text{Искомая площадь } X = \left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 = \left(\frac{202}{112}\right)^2 = 3,3 \text{ млн. га.}$$

Если время прибытия рабочих к последнему из обнаруженных пожаров сократить до 2 ч, то охраняемая площадь в разбираемом примере составит 1,7 млн. га.

Исходя из данных  $t_5=9$  мин и  $t_6=12$  мин составлена табл. 4, где приводятся размеры площади, закрепляемой за вертолетом МИ-4, в зависимости от численности группы рабочих, высаживаемой к пожару.

Таблица 4

Размер площадей, закрепляемых  
за вертолетом МИ-4

№ варианта	Расчетное число лесных пожаров в день	Количество авиалесопо- жарных стан- ций (исклю- чая место базирования)	Размер охраняемой площади, млн. га*
1	2	3	4
1	3	—	$\frac{1,3}{2,5}$
2	3	1	$\frac{1,7}{2,9}$
3	3	2	$\frac{2,0}{3,3}$
4	4	—	$\frac{0,6}{1,0}$
5	4	1	$\frac{0,7}{1,2}$
6	4	2	$\frac{0,9}{1,4}$
7	5	—	$\frac{0,3}{0,5}$
8	5	1	$\frac{0,4}{0,6}$
9	5	2	$\frac{0,5}{0,8}$

\* См. примечание к табл. 3.

Если на территории возникает в день пять-шесть пожаров, на вертолете МИ-4 целесообразно проводить патрулирование лесов и одновременно высаживать к пожарам рабочих. При продолжительности полета 5 ч представляется возможным обслужить 1,2—1,4 млн. га.

При двух пожарах в день размер площади, которую может обслужить вертолет МИ-4, значительно превышает размер

площади, обслуживаемой самолетом ЯК-12, и совместная работа этих двух летательных аппаратов в данном случае нецелесообразна.

Для расчетов площадей, закрепляемых за летательными аппаратами, необходимо:

1. На карте загораемости лесов вокруг центра базирования предварительно оконтурить площадь  $b$ , на которой предполагается использовать летательный аппарат, и для этой территории определить расчетное число пожаров в день.

2. По существующей таблице (1, 2 или 4) установить расчетную площадь  $c$ , границы которой также нанести на карту.

В тех случаях, когда площадь  $c$  будет значительно отличаться от площади  $b$ , следует установить расчетное число пожаров на территории  $c$ . Если расчетное число пожаров в день на площади  $b$  и  $c$  будет отличаться друг от друга не более чем на единицу, искомую площадь, закрепляемую за летательным аппаратом, можно определить с относительной точностью по формуле:  $\frac{b+c}{2}$ . При разности расчетных чисел пожаров  $> 1$  сле-

дует вновь подобрать площадь, чтобы установленное там количество пожаров за день было близким к расчетному числу пожаров на площади  $c$ .

В настоящее время размер площади, закрепляемой за летательным аппаратом, изменяется в зависимости от расчетного числа пожаров. В дальнейшем при определении скорости распространения лесных пожаров и их тушения на территории существующих оперативных отделений, представится возможным установить размеры площадей в зависимости и от этого фактора.

В значительной степени повышается эффективность авиационной охраны и достигается экономия средств при наличии на охраняемой территории авиалесопожарной станции, где, помимо горючего и средств пожаротушения, должны находиться рабочие-десантники, за которыми будет прилетать вертолет.

В табл. 5 приводится расчет экономии летного времени вертолета МИ-1 в зависимости от наличия на охраняемой территории одной авиалесопожарной станции (при двух станциях экономия удваивается).

Эффективность применения летательных аппаратов во многом зависит от выбора места их базирования. Вертолеты целесообразнее базировать ближе к центру охраняемой территории (с учетом мест возникновения пожаров).

Как показали исследования, стоимость вертолета МИ-1 на лесоавиаохранных работах чрезвычайно велика, а использование его для доставки рабочих к пожарам нерентабельно.

Ниже сопоставляется стоимость доставки одного рабочего на пожар вертолетом МИ-1 и вертолетом МИ-4.

Таблица 5

**Сокращение летного времени, расходуемого на вертолете МИ-1,  
при авиалесопожарной станции на территории**

Место бази- рования удалено от центра территории, км	Число по- жаров в день	Экономия		
		летного вре- мени за вылет, мин	летного вре- мени за сезон (50 вылетов), ч	тыс. руб. за сезон
120	2	12	10,0	1,00
	3	18	15,0	1,50
60	2	9	7,5	0,75
	3	14	11,7	1,14
30	2	6	5,0	0,50
	3	9	7,5	0,75

Вертолет МИ-1 при двух пожарах на территории за 3,5 ч обслужит 0,7 млн. га и при этом будет доставлено четыре рабочих.

Вертолет МИ-4 ту же самую площадь может обслужить за 2,5 ч при трех пожарах и с него будет высажено 12 рабочих.

Стоимость доставки одного рабочего к пожару на вертолете МИ-1 составит 87 руб., а на вертолете МИ-4, с учетом арендной платы за приданный к нему патрульный самолет,— 34 р. 50 к.

*Численность команды парашютистов-пожарных  
и рабочих-десантников на оперативном отделении*

В задачу парашютистов-пожарных и рабочих-десантников входит локализация пожаров в третьей зоне. Численность команды оперативного отделения определяют, исходя из расчетного числа пожаров в этой зоне.

В общее время, затрачиваемое группой рабочих или парашютистов на работу по тушению пожара с момента высадки до момента готовности к следующей операции (оборачиваемость), входят:

1. Время, затрачиваемое на процесс тушения, включая время на доставку рабочих к месту работ.

2. Среднее время на возвращение к месту базирования, которое определяется при помощи специальной карты (на карте оперативного отделения наносят условные клетки размером 10×10 или 15×15 км. Изучают наиболее приемлемые маршруты возвращения на базу из каждой клетки карты, средства и скорость передвижения. Устанавливают необходимость применения вертолетов для вывозки рабочих. Среднее время прибытия на базу в целом по оперативному отделению определяют с учетом возможного числа пожаров каждой клетке, исходя

из загораемости лесов за последние 5 лет. Установленные данные записывают на экспликацию карты.

3. Время на отдых после возвращения — 8 ч, после чего парашютист или рабочий должен прибыть на дежурство в полной готовности к выполнению следующего задания.

В том случае, если рабочие или парашютисты будут находиться в состоянии готовности на следующий день ко времени первого вылета самолета или вертолета, оборачиваемость принимается равной единице; если группа сможет выполнить задание только во второй половине дня, т. е. ко времени второго за день вылета, оборачиваемость принимается равной 1,5.

Общее количество парашютистов-пожарных и рабочих-десантников, необходимое для оперативного отделения,  $A$  определяется по формуле

$$A = n_2 k p, \quad (5)$$

где:

$n_2$  — число пожаров в день, которое необходимо ликвидировать силами авиации;

$k$  — оборачиваемость группы рабочих или парашютистов;

$p$  — средняя численность группы, высылаемой к одному пожару.

В 1964 г. в Киренском и Ичерском оперативных отделениях Иркутской авиабазы проводилась опытная проверка составленных норм производственных показателей авиационной охраны и использования авиационных средств.

В этих отделениях находились самолеты АН-2, ЯК-12 и два вертолета МИ-4. Количество летательных аппаратов соответствовало рассчитанным нормам. Среднее число парашютистов по обоим отделениям, оттренированных для прыжков на лес, с 15 мая по 1 августа составило 16 человек (норма 35), а рабочих-десантников — 24 человека (норма 25). Средняя площадь локализованного (ликвидированного) пожара не должна была превышать 10 га.

Численность парашютистов и рабочих на оперативных отделениях могла обеспечить выполнение этого производственного показателя, если расчетное число пожаров не превышало бы 1,3.

За май, июнь, июль возникло 28 пожаров (по многолетним данным за эти месяцы каждого сезона в среднем возникало 29 пожаров). Расчетное число пожаров в день составило 1,3. Таким образом, имеющиеся средства соответствовали фактической загораемости и должны были обеспечить ликвидацию пожаров в пределах нормативных показателей.

Средняя площадь ликвидированного пожара составляла в мае 35 га, в июне 6 га и в июле 8 га. Относительно большие площади в мае объясняются тем, что парашютисты в основном прибыли на отделение уже после возникновения пожаров.



За 3 месяца 1964 г. выгорело около 220—240 га леса, в то время как в прошлые годы за этот период в среднем выгорало около 30 тыс. га. Эти цифры дают основание сделать вывод не только о практической необходимости и обоснованности норм производственных показателей и использования авиационных средств, но и о том, что при некоторых дополнительных вложениях лесовосстановление во взаимодействии с наземной в состоянии за несколько лет решить проблему борьбы с лесными пожарами в отдаленных районах нашей страны.

## **Построение рациональных маршрутов для разведки лесных пожаров**

### *Назначение патрульного маршрута*

Внедрение предложенных норм использования авиационной техники потребует дополнительных ассигнований на аренду летательных аппаратов. Однако эти затраты могут быть значительно сокращены путем изыскания внутренних ресурсов.

Построение рациональных маршрутов авиационного патрулирования позволит высвободившиеся средства использовать для усиления охраны леса.

Во многих авиабазах патрульные маршруты весьма несовершенны: значительная часть территории осматривается многократно без перерыва в наблюдениях, а другая часть вообще не осматривается.

Например, в Иркутской авиабазе до составления плана противопожарного устройства лесов при полете по маршрутам из-за большого количества острых углов и смыкания маршрутов смежных оперативных отделений 18,8 млн. га осматривалось 2 раза и более (такую площадь обычно обслуживают 8—12 летательных аппаратов). На полеты для осмотра перекрываемых территорий затрачивалось около 1500 ч летного времени за пожароопасный сезон.

В результате этого, а также из-за огрехов, т. е. участков, расположенных внутри фигуры маршрута и удаленных от его отрезков на расстояние, превышающее дальность видимости, не осматривалось 21 млн. га площади, подлежащей охране.

В настоящее время распространено мнение, что запроектированный авиапатрульный маршрут нужен только для ознакомительных полетов. Эта точка зрения получила отражение в Инструкции по авиаохране. Маршрут хотя и наносят на карту, но это зачастую делается только для того, чтобы выполнить требования Наставления по штурманской службе, без чего летное подразделение ГВФ не выпустит в полет экипаж, сочтя его неподготовленным.

В защиту такого требования Инструкции выдвигается сообщение, что летчику-наблюдателю следует выбирать направ-

ление полета в зависимости от ежедневно складывающейся лесопожарной обстановки. Действительно, наиболее целесообразно строить маршрут таким образом, чтобы не летать туда, где пожары не могут возникнуть, а над остальными участками чередовать полеты в зависимости от степени пожарной опасности в лесу. Однако такие маршруты для наших оперативных отделений, обслуживающих большие площади с самыми различными лесорастительными, экономическими условиями, в большинстве случаев, к сожалению, строить невозможно, и летнаб вынужден пролетать над отдельными участками леса, где пожары заведомо отсутствуют.

Какое же направление полета должен выбрать летнаб в этом случае? Должен ли он игнорировать патрульный маршрут, если охраняемый район им изучен и нет нужды в ознакомительных полетах, о которых упоминается в Инструкции?

Необходимо найти наиболее выгодные направления и размеры отрезков патрульного маршрута. Для данной территории он должен занимать совершенно определенное геометрическое месторасположение и всякое значительное отклонение от его оси приведет к пропускам участков или увеличению продолжительности полета.

Изменять направление маршрута следует только по соображениям безопасности полета, по условиям видимости, при сходах на осмотр пожаров и к пунктам приема донесений, высадке команд к обнаруженным пожарам и для сокращения (по возможности) полета над той частью охраняемой территории, где возникновение пожаров в этот день исключено.

Трудность прокладки маршрута заключается в том, что его наиболее выгодное направление с точки зрения величины осматриваемой площади не всегда совпадает с тем направлением, которое диктуется фактической горимостью лесов, взаиморасположением лесов Гослесфонда и других ведомств, а также требованиями, предъявляемыми к безопасности полетов.

Исходя из приведенных соображений о значении патрульных маршрутов предлагаются рекомендации по их прокладке над лесхозами, имеющими произвольную конфигурацию.

Помимо того, рассматривается вопрос о проектировании прямолинейных наиболее рациональных маршрутов.

### *Внутримаршрутные и межмаршрутные перекрытия*

Размер площади, осматриваемой летнабом, зависит от величины обзора  $R$ , т. е. от расстояния, при котором дальность видимого горизонта из-за состояния атмосферы и рельефа местности всегда ниже теоретической, определяемой по формуле  $D = 122 \sqrt{H}$ , где:  $D$  — дальность видимого горизонта;  $H$  — высота полета, км.

Практическая средняя дальность видимости дыма от пожара при высоте полета 500 м составляет 25 км, что и принимается в последующих расчетах.

При резко пересеченной местности дым от пожара можно не увидеть и на меньшем расстоянии. Поэтому в горных условиях летнаб выбирает высоту полета, позволяющую наблюдать местность под более острым углом.

При одинаковой величине обзора и полета на равные расстояния перед глазами наблюдателя проходят равные по размерам площади  $S$ . Однако между ними имеется существенное

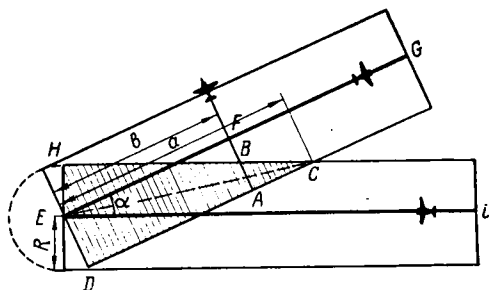


Рис. 1. Схема внутримаршрутного перекрытия:

отрезок  $a$  — часть смежной стороны треугольного маршрута  $iEG$ , на которой получается полное внутримаршрутное перекрытие  $EDCH$ ; отрезок  $b$  — часть смежной стороны треугольного маршрута  $EiF$ , на которой получается перекрытие меньше полного на величину площади треугольника  $ABC$ ;  $\alpha$  — угол между отрезками патрульного маршрута;  $R$  — радиус обзора

различие, зависящее от формы маршрута. При следовании по прямой линии перед наблюдателем будет непрерывно открываться еще неосмотренная площадь  $S_1$ . При  $S=S_1$  такой полет представляется наиболее эффективным. Наблюдатель, находясь на борту летательного аппарата, летящего по маршруту в виде ломаной линии, 1 раз просмотрит только часть территории  $S_1$ , а другая часть  $S_2$  (иной раз весьма значительная) будет осмотрена 2 раза и даже более. В этом случае  $S=S_1+S_2$ . Чем меньше  $S_2$  и, следовательно, чем меньше неравенство  $S_1$  и  $S$ , тем полет с точки зрения затрат летного времени более выгоден и по своей эффективности приближается к полету по прямой.

Площадь  $S_2$  образуется путем перекрытий осматриваемых территорий при полете по смежным отрезкам маршрутов и названа нами внутримаршрутным перекрытием. (На рис. 1 это перекрытие заштриховано).

Для того чтобы установить, какой маршрут более выгоден с точки зрения величины осматриваемой площади, вводится коэффициент полезности маршрутов (КПМ).

КПМ — частное от деления площади, фактически обозреваемой при следовании по маршруту, на площадь эталона, которая может быть осмотрена в полете по прямой, равной периметру маршрута.

Границы фактически осматриваемой площади наносятся на расстоянии обзора от сторон маршрута. Эта площадь может быть замерена планиметром или обычной палеткой. В нее входят:

а) площадь фигуры, образованной маршрутной линией, из которой исключается площадь огреха;

б) площадь, лежащая по внешнюю сторону от маршрута, равная произведению его периметра ( $2p$ ) на величину обзора;

в) площадь, осматриваемая при разворотах на новые курсы следования и равная  $\pi R^2$ , т. е. 196,3 га при  $R=25$  км.

Площадь эталона равна длине сравниваемого маршрута, умноженного на  $2R$  (обзор с обеих сторон при полете по прямой), и площадей двух полусфер  $\frac{\pi R^2}{2} + \frac{\pi R^2}{2}$ , осматриваемых в начале (задняя полусфера) и в конце полета (передняя полусфера), т. е.  $4pR + \pi R^2$ .

Повышение КПМ достигается снижением размеров внутри-маршрутных перекрытий.

При современных скоростях эксплуатируемых самолетов максимальный промежуток между двумя осмограмми одних и тех же участков в полете по смежным отрезкам исчисляется минутами и возможность возникновения пожаров за этот период очень мала. Поэтому перекрытия излишни и их следует избегать.

Значительно целесообразней сократить бессистемно расположенные перекрытия и в результате полученной экономии времени организовать через 2—3 ч ежедневное двухразовое патрулирование той территории, где по условиям горимости лесов это необходимо.

При обзоре  $R$  и угле между отрезками маршрута  $\alpha$  (см. рис. 1) площадь перекрытия  $EHCD$ , образуемого при полете по этим отрезкам, состоит из площадей прямоугольных треугольников  $CEH$  и  $CED$  и равняется  $R^2 \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$ .

При пролете расстояния  $a$  дальнейшее образование перекрытия прекращается. Если самолет пролетит расстояние  $b$  ( $b < a$ ) и изменит маршрут в точке  $F$ , то полученное при этом перекрытие будет меньше полного на величину площади треугольника  $ABC$ , равную  $\frac{(a-b)^2 \operatorname{tg} \alpha}{2}$ . Таким образом, формула площади внутри маршрутного перекрытия примет вид

$$R^2 \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} - \frac{(a-b)^2 \operatorname{tg} \alpha}{2}. \quad (6)$$

Таблица 6

Размеры внутримаршрутных перекрытий в тыс. га при различных значениях и различной длине отрезков  $b(b \leq a)$ 

а	отрезок	Длина отрезков $b$ , км														
		190	170	150	140	120	110	90	80	70	60	50	40	30	20	10
15	190	475,0	469,6	453,6	441,5	409,4	389,4	341,1	313,0	282,4	249,0	212,4	174,0	132,0	88,0	41,0
20	142	—	—	—	354,9	346,8	336,4	305,8	285,0	260,7	232,5	201,0	165,5	127,0	84,0	38,0
25	113	—	—	—	—	—	281,8	269,6	256,4	238,9	216,5	189,4	157,7	121,5	80,0	34,5
30	93	—	—	—	—	—	—	233,2	228,4	218,2	202,0	180,0	152,3	119,0	79,5	32,5
35	79	—	—	—	—	—	—	—	—	195,2	185,4	168,4	144,8	114,0	76,3	31,5
40	68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	168,9	157,9	138,7	110,9	74,8	30,5
45	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150,0	145,0	130,0	105,0	70,0	25,0
50	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	133,5	122,8	100,2	65,7	19,3
60	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	107,4	93,6	62,5	14,0
65	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91,2	63,4	14,0
70	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84,2	54,0	—
75	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	79,8	50,0	—
80	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	74,5	46,1	1

В табл. 6 показаны внутримаршрутные перекрытия.

Из таблицы видно, что при уменьшении  $\alpha$  размер внутримаршрутного перекрытия увеличивается. Наращивание площади перекрытия при уменьшении  $\alpha$  происходит быстрее, чем сокращение перекрытий при увеличении  $\alpha$  на ту же величину.

При  $\alpha = 90^\circ$  перекрытие имеет форму квадрата и его площадь равна  $R^2$ .

По этой таблице можно определить внутримаршрутные перекрытия при любом маршруте, а следовательно, и фактически осматриваемые площади, которые равны площади эталона за минусом перекрытий.

Осматриваемые площади сокращаются не только за счет внутримаршрутных, но и за счет межмаршрутных перекрытий, получаемых при полетах по близлежащим сторонам соседних маршрутов, имеющих один и тот же исходный пункт (рис. 2).

Маршрутные и внутримаршрутные перекрытия накладываются друг на друга, и отдельные участки площади просматривают до четырех и более раз.

При сближении маршрутов смежных оперативных отделений на расстояние меньше двойного обзора получают так называемые «наползания» осматриваемых территорий.

Ликвидация или хотя бы сокращение этих «наползаний» приведет к экономии летного времени.

Однако их сокращение не должно сопровождаться образованием неосматриваемых зон между соседними оперативными отделениями.

### Анализ маршрутов различных форм

Ниже приводится анализ различных форм замкнутых маршрутов.

Наиболее выгодны маршруты, образующие прямоугольники, длинные стороны которого отстоят друг от друга на расстоянии  $2R$  (рис. 3, а, б, в, г).

Менее выгоден маршрут, имеющий форму многоугольника с тупым углом, например, ромба (рис. 3, д).

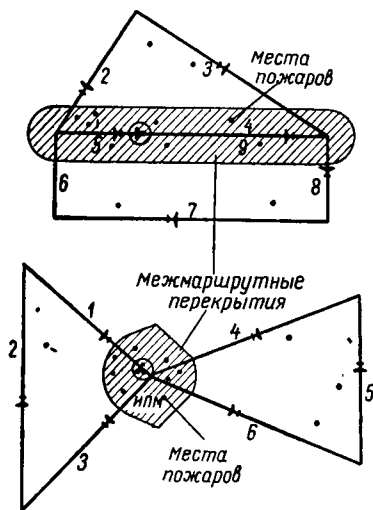


Рис. 2. Схема межмаршрутного перекрытия:

1, 2, 3 — отрезки патрульного маршрута в порядке последовательности выполнения полета; Т — места базирования летательных аппаратов; ИПМ — исходный пункт маршрута

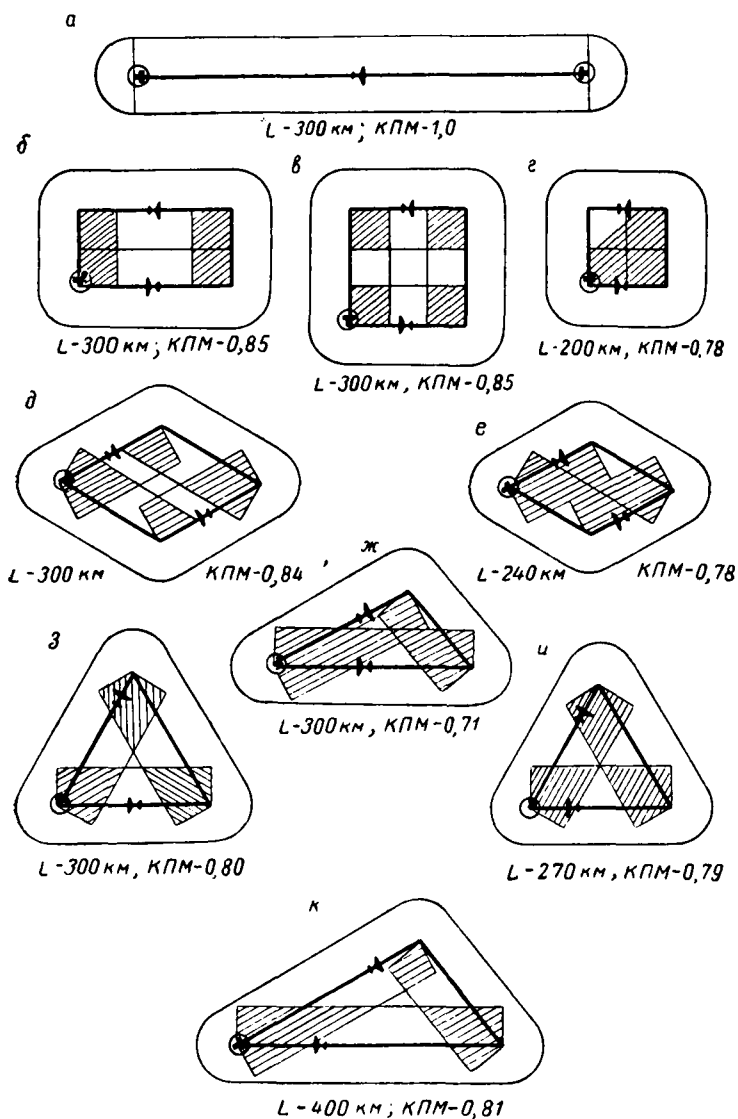


Рис. 3. Зависимость КПМ от различных конфигураций маршрутов.

$L$  — длина маршрутов; заштрихованные площади — внутримаршрутные перекрытия

При полете по маршруту, имеющему форму треугольника со сторонами 100, 100 и 50 км, будет осмотрено 1444 тыс. га, а при полете по маршруту такой же длины, но в виде ромба — 1220 тыс. га, не считая огрех в центре фигуры.

Для того чтобы избежать огреха, маршрут в виде ромба надо сократить на 60 км (рис. 3, е). По этой же причине маршрут в виде квадрата можно строить длиной не свыше 200 км.

Наиболее широкое распространение имеют треугольные маршруты (3, ж, з, и, к).

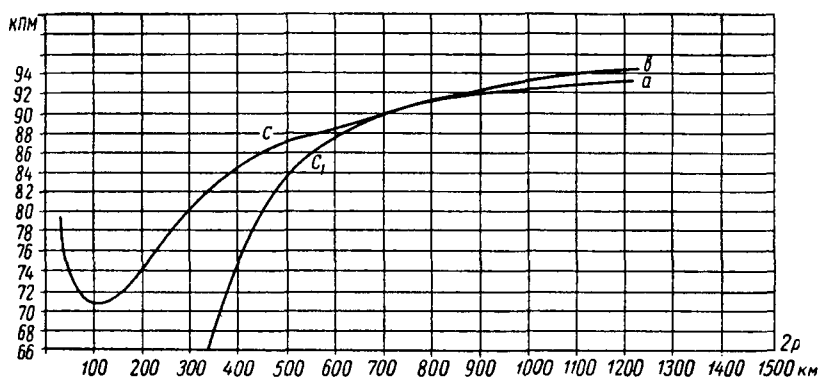


Рис. 4. Зависимость КПМ от величины периметра  $2p$  равностороннего (кривая  $a$ ) и равнобедренного (кривая  $b$ ) маршрутов треугольной формы

На рис. 4 при помощи кривой  $a$  можно определить КПМ различной длины в виде равностороннего треугольника или при помощи кривой  $b$  — КПМ треугольной формы, стороны которого соответственно равны:

$$\frac{2p}{3} + 50; \quad \frac{2p}{3} - 75; \quad \frac{2p}{3} + 25.$$

Анализируя этот график, приходим к выводу, что по мере удлинения маршрута до размеров, применяемых на практике, осматриваемые площади будут возрастать из-за непрерывного увеличения компонента  $4pR$ , в то время, когда межмаршрутное перекрытие достигает своего предела  $R^2 \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$ .

Поэтому из подобных фигур маршрутов наиболее выгодным будет тот маршрут, который длиннее.

Однако при дальнейшем увеличении длины маршрута рост кривых вблизи точек  $c$  и  $c_1$  замедляется. Это объясняется тем, что при известной протяженности маршрута, определенной для каждой его конфигурации в центре осматриваемой площади,



образуется огрех. Такие маршруты не должны применяться, за исключением тех случаев, когда на месте огреха находится территория, не подлежащая охране (озера и разные нелесные площади).

В дальнейшем, по мере удлинения маршрута, кривые имеют тенденцию замедленного роста и КПМ стремится к единице.

Если сопоставить КПМ различных конфигураций, но одинаковой длины, то он будет выше у того маршрута, отрезки которого меньше отличаются между собой. Например, если КПМ длиной 360 км с равными сторонами треугольника равен 0,86, то для маршрута со сторонами 90, 155 и 115 он будет составлять 0,77.

Маршруты незначительной протяженности, которые редко применяются на практике, имеют коэффициент полезности выше, чем более длинные маршруты тех же конфигураций.

Это объясняется тем, что при коротких маршрутах постоянный компонент  $\pi R^2$  имеет больший удельный вес в осматриваемой площади, чем при полетах по более длинным маршрутам.

КПМ треугольных маршрутов можно определить по рис. 5. График рассчитан для семи различных треугольных маршрутов, имеющих длину, которая преимущественно применяется при патрулировании.

Например, отрезки маршрута  $a$ ,  $b$  и  $c$  соответственно равны 70, 80, 60 км. Необходимо определить КПМ и фактически осматриваемую площадь.

Отношение сторон треугольного маршрута к его периметру ( $2p$ ) в данном примере

$$a = \frac{2p}{3}; \quad b = \frac{2p}{3} + 10; \quad c = \frac{2p}{3} - 10.$$

Это соотношение соответствует кривой 2, при которой на вертикальной оси читается значение коэффициента, приблизительно равное 0,74 при длине маршрута 210 км. Фактически осматриваемая площадь  $X$  определяется из равенства:  $X = \text{КПМ}$ , умноженный на площадь эталона. Подставляя значение КПМ (0,74) и площади эталона (в га) получим:  $100 p + 1963 \cdot 100 = (210 \cdot 50 + 1963) \cdot 100 = 1,25$  млн. га.,  $1,25 \cdot 0,74 = 0,93$  млн. га.

Если стороны определенного маршрута не соответствуют имеющимся кривым, подбирается наиболее близкая по значению кривая.

Для определения площади огреха необходимо от деления на оси  $X$ , соответствующего периметру маршрута, восставить перпендикуляр до пересечения его в точке  $D$  с продолжением пунктирной кривой, при помощи которой определяется КПМ без учета величины огреха.

При длине маршрута, например, 480 км (рис. 5, вариант 7) КПМ с учетом величины огреха составит 82,5, а без его

учета — 83,8. Разность  $(83,8 - 82,5) = 1,3$  подставляется в формулу  $X = \text{КПМ} (100^2 p + 196\,300)$ .  $X$  (площадь огреха) =  $= 1,3 (100^2 \cdot 240 + 196\,300) = 33$  тыс. га.

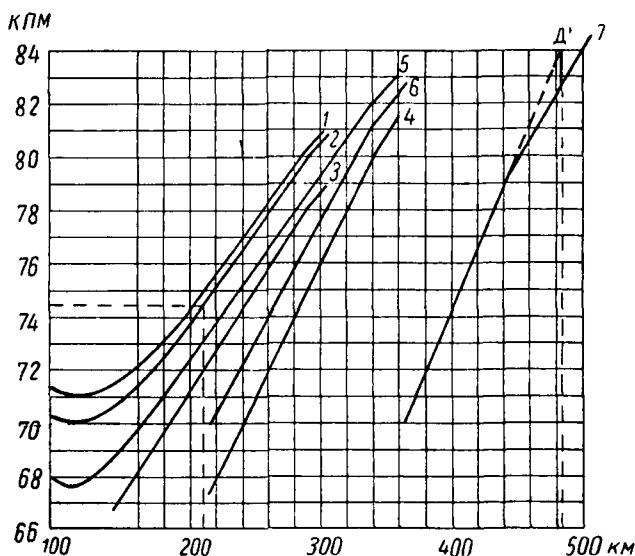


Рис. 5. Зависимость коэффициентов полезности треугольных маршрутов от соотношения размеров их сторон:

№ кривой	1	2
Отношение сторон $\Delta abc$ к $2p$	$a = b = c = 2p/3$	$a = 2p/3;$ $b = 2p/3 + 10;$ $c = 2p/3 - 10$
№ кривой	3	4
Отношение сторон $\Delta abc$ к $2p$	$a = 2p/3;$ $b = 2p/3 + 20;$ $c = 2p/3 - 20$	$a = 2p/3;$ $b = 2p/3 + 30;$ $c = 2p/3 - 30$
№ кривой	5	6
Отношение сторон $\Delta abc$ к $2p$	$a = 2p/3 + 10;$ $b = 2p/3;$ $c = 2p/3 - 20$	$a = 2p/3 + 25;$ $b = 2p/3 - 5;$ $c = 2p/3 - 30$
№ кривой	7	
Отношение сторон $\Delta abc$ к $2p$	$a = 2p/3 + 50;$ $b = 2p/3 - 75;$ $c = 2p/3 + 25$	

При проектировании маршрутов могут быть случаи, когда нужно осмотреть дважды в день не всю территорию, а только ее часть, где леса особенно подвержены загораниям.

Поэтому желательно так располагать оперативные отделения и их маршруты, чтобы межмаршрутные перекрытия проходили над наиболее горимыми участками. В некоторых случаях над такими участками целесообразно проектировать общую сторону обоих маршрутов, по которой самолет через некоторый промежуток времени должен будет пролетать вторично (см. рис. 2).

Возможен и такой вариант, когда наиболее горимую часть территории следует осматривать при полете по первым отрезкам одного маршрута и последним — другого маршрута. Интервал между очередными осмотрами зависит от длины маршрутов.

Частично упорядочить маршруты замкнутой формы можно и при существующем закреплении оперативных отделений за отдельными лесхозами. Для этого необходимо, сообразуясь с местными условиями, установить для каждого летательного аппарата наиболее рациональное направление полетов.

Улучшение в авиабазах КПМ только на 10% высвободит средства на аренду примерно 25—30 самолетов АН-2.

### *Построение наиболее рациональных маршрутов вне зависимости от границ лесхозов*

Значительно большей эффективности можно достичь при организации патрулирования по прямолинейным и прямоугольным маршрутам.

Однако в настоящее время такое патрулирование организовать невозможно, так как авиабазы вынуждены строить патрульные маршруты, сообразуясь с границами лесхозов, имеющими произвольную геометрическую форму.

Территории лесхозов вклиниваются друг в друга, и летнабы соседних оперативных отделений вынуждены в связи с этим часто менять курс. Но если один летнаб это делает, чтобы осмотреть леса своего отделения, то другой, наоборот, чтобы не патрулировать «чужой» объект. Такое положение особо недопустимо, если учесть, что оба летнаба работают в одной авиабазе и обслуживают леса одного совнархоза.

Существующий порядок закрепления оперативных отделений за территориями лесхозов сложился в период развития авиационной охраны лесов, когда эксплуатировались легкие нерадиофицированные самолеты, с незначительным радиусом действия. Авиационная охрана не имела еще такого широкого распространения и оперативные отделения в большинстве случаев не примыкали друг к другу.

Как уже указывалось, наиболее выгодно патрулировать по прямолинейным или прямоугольным (замкнутым) маршрутам максимальной длины на расстоянии двойного обзора друг от

друга с использованием посадочных площадок для дополнительных заправок горючим.

В районах с высокой горимостью, где леса надо осматривать 2 раза в день, длину маршрута следует рассчитывать таким образом, чтобы летнаб после заправки самолета и кратковременного отдыха на конечном аэродроме вылетел в обратный рейс.

В качестве примера для установления экономической эффективности авиационной охраны по предлагаемому способу

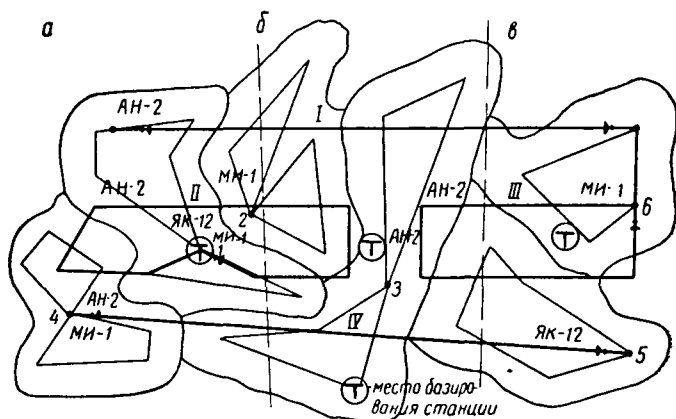


Рис. 6. Схема расположения оперативных отделений, работающих независимо от границ лесхозов (ЛПХ). Маршруты и границы ранее существовавших оперативных отделений (1—6) нанесены тонкими линиями. Маршруты проектируемых оперативных отделений — жирными линиями. В конце и в начале маршрутов I и IV отделений расположены аэродромы, один из них — место базирования самолета. Оперативные отделения II и III имеют по одному аэродрому базирования на оси патрульных маршрутов. В пунктах расположения авиалесопожарных станций (Т) находятся вертолеты. Границы деятельности каждой станции отмечены пунктиром:

а — зона авиалесопожарной станции (1 МИ-4 или 2 МИ-1); б — зона авиалесопожарной станции (1 МИ-4 или 2 МИ-1); в — зона авиалесопожарной станции (1 МИ-4 или 2 МИ-1)

сопоставляется работа закрепленных за лесхозами (ЛПХ) шести оперативных отделений с ломаными замкнутыми маршрутами и четырех отделений, обслуживающих ту же территорию, самолеты которых патрулируют по прямолинейным и прямоугольным маршрутам вне зависимости от границ лесхозов (рис. 6).

В первом случае многоугольные маршруты имеют протяженность 2500 км и при полете по ним осматривается площадь размером 9,6 млн. га. Общий коэффициент полезности всех

маршрутов 0,76. В трех отделениях базируются МИ-1, АН-2, ЯК-12, а в каждом из трех остальных — МИ-4 в паре с ЯК-12.

Во втором случае протяженность двух прямолинейных (I и IV) в двух замкнутых (II и III) маршрутов четырех самолетов АН-2 составит 1850 км, т. е. на 650 км меньше, чем в первом варианте, хотя будет осматриваться почти такая же площадь (9,2 млн. га). КПМ в предлагаемой схеме значительно выше — 0,97. Прямолинейные маршруты позволят сократить расход летного времени на сходы с маршрутов с 25 до 10%.

При 75 вылетах за пожароопасный сезон патрульных самолетов и вертолетов (ЯК-12, АН-2 и МИ-1) и 120 ч налета вертолета МИ-4 по первому варианту стоимость аренды составит 160 тыс. руб.

При том же количестве вылетов патрульных самолетов во втором варианте, но при значительно более высоком качестве лесавиаохранных работ стоимость аренды составит 90 тыс. руб.

Таким образом, экономия средств за один пожароопасный сезон в результате внедрения новой организации авиационной охраны составит 70 тыс. руб., что позволит арендовать не только вертолет МИ-4, как это было при первом варианте, но дополнительно еще два МИ-4.

Организация технологического процесса авиационной охраны предлагается следующей.

На охраняемой территории создаются головные авиалесопожарные станции. На каждой из них имеются средства тушения и базируется транспортный вертолет типа МИ-4. За вертолетом на период пожароопасного сезона закрепляется группа рабочих лесхоза (ЛПХ) во главе с инструктором авиабазы. Размер территории, обслуживаемой вертолетом, и численность команды устанавливаются в соответствии с нормами.

Площадь, закрепляемая за станцией, пересекается двумя-тремя патрульными маршрутами различных оперативных отделений. Самолет на протяжении патрульного полета, в свою очередь, пересекает территории, обслуживаемые несколькими головными станциями (см. рис. 6).

Летнаб патрульного самолета при обнаружении пожара в третьей зоне, исходя из возможности приземления имеющихся на борту парашютистов и посадки вертолета вблизи пожара, интенсивности распространения огня, а также ценности леса, принимает решение, следует ли локализовать пожар силами парашютистов или сообщить о пожаре на головную станцию. При этом следует иметь в виду, что задача парашютистов заключается в нанесении первого удара по быстро распространяющемуся огню в тех случаях, когда рабочие-десантники, прибывшие по вызову, уже не успеют своевременно ликвидировать пожар. Парашютисты также должны локализовать пожары

в ценных насаждениях и ликвидировать только начинающиеся очаги, тушение которых потребует незначительного времени.

Начальник головной станции в соответствии с полученным сообщением с борта патрульного самолета доставляет на вертолете к месту пожара рабочих, которые должны сменить парашютистов и окончательно потушить очаг, или приступить к его тушению самостоятельно, если парашютисты не были высажены. Вертолет обратным рейсом вывозит парашютистов.

В том случае, если от экипажа самолета поступила радиограмма о пожаре во второй зоне, начальник головной станции сообщает ближайшей от обнаруженного очага пожарно-химической станции или лесоучастку о необходимости тушения пожара их силами.

Начальник головной станции назначается совнархозом совместно с авиабазой. Ему в оперативном отношении должны подчиняться пожарно-химические станции, команда вертолета и бригады рабочих, выделенные лесозаготовительными организациями.

Летнаб патрульного самолета, обнаружив очаг, передает по радио сообщение и не тратит летное время на сходы с маршрута для сброса вымпела, так как донесение с кроки пожара к моменту прибытия рабочих, как правило, устареет и теряет свое значение. При втором вылете по маршруту летнаб сбрасывает схемы очагов, которые необходимы рабочим, занятым тушением пожаров.

Работы по предлагаемой схеме требуют наличия аэродромов в конце прямолинейного маршрута, чтобы летнаб после непродолжительного отдыха вылетел для вторичного осмотра территории; необходимы также отличная связь и метеообслуживание. Дополнительные расходы, связанные с организацией работы лесоавиаохраны, несомненно окупятся.

В некоторых районах, в особенности прибрежных, когда на отдельных участках трассы возможна совершенно различная метеорологическая обстановка, следует предпочесть замкнутые маршруты.

Однако вне зависимости от формы маршрута авиационная охрана лесов станет значительно эффективней, если территория оперативного отделения не будет отграничена определенными лесхозами.

Отказ от существующего порядка закрепления оперативных отделений за территориями лесхозов потребуют изыскать новые, более действенные и оперативные формы связи между авиационной и наземной охранами леса.

Наряду с вопросами лесопожарного районирования, внедрения производственных показателей, норм использования авиационных средств и сил лесного пожаротушения и разработки рациональных маршрутов большое значение имеет маневриро-

вание летательными аппаратами, парашютистами и десантниками как в пределах авиабазы, так и между авиабазами.

Последний вопрос может быть рассмотрен в специальной работе.

В связи с изложенным возникает необходимость в составлении проекта противопожарных мероприятий на территории отдельных областей, чтобы в ближайшие годы создать для авиационной и наземной охраны леса условия, позволяющие резко снизить горимость лесов.

## ЛИТЕРАТУРА

Валендик Э. Н. Шкалы пожарной опасности для лесов Красноярского края и Тувинской АССР. Сб. «Лесные пожары и борьба с ними». М., АН СССР, 1963.

Курбатский Н. П. Пожарная опасность в лесу и ее измерение по местным шкалам. Сб. «Лесные пожары и борьба с ними». М., АН СССР, 1963.

Мелехов И. С. Природа леса и лесные пожары. ОГИЗ, Архангельское книжное изд-во, 1947.

Мокеев Г. А. Принципы лесопожарного районирования областей, краев и АССР. Сборник работ по лесному хозяйству ЛенНИИЛХ, вып. 5, М., ГЛБИ, 1962.

Молчанов В. П., Прошкин И. А. Вертолет МИ-4 на борьбе с лесными пожарами. Сборник научно-технической информации, ЛенНИИЛХ, вып. 6, 1956.

Неудачин И. И. Новое в организации охраны лесов от пожаров Иркутск, 1958.

Сныткин Г. В. Шкалы пожарной опасности для лесов Иркутской обл., Сб. «Лесные пожары и борьба с ними». М., АН СССР, 1963.

Спунер и Ф. А. Мак-Даугалл. Руководство по составлению плана пожарной охраны лесов округа. Онтарио, изд. Департамента земель и лесов провинции, 1960.

Фуряев В. В. Шкалы пожарной опасности для лесов Забайкалья. Сб. «Лесные пожары и борьба с ними». М., АН СССР, 1963.

Червонный М. Г. Применение авиации при охране лесов от пожаров, ГЛБИ, М., 1961.

Инструкция по авиационной охране лесов от пожаров, М., ГЛБИ, 1963.

Инструкция по охране лесов от пожаров. М., ГЛБИ, 1962.

Наставление по охране лесов от пожаров. М., изд. МСХ СССР, 1956.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие . . . . .	3
<i>И. С. Мелехов.</i> Лесная пирология и ее задачи . . . . .	5
<i>Г. А. Мокеев.</i> Влияние природных и экономических условий на горимость лесов и охрану их от пожаров . . . . .	26
<i>В. В. Франк.</i> Метод установления связи возникновения и распространения лесных пожаров с характером барического поля . . . . .	38
<i>В. А. Жданко.</i> Научные основы построения местных шкал и значение их при разработке противопожарных мероприятий . . . . .	53
<i>С. М. Вонский.</i> Механизированный способ очистки мест рубок и его лесопожарная оценка . . . . .	87
<i>В. П. Молчанов.</i> Определение запасов горючих материалов в пологе сосновых насаждений . . . . .	108
<i>Е. С. Арцыбашев, Б. Г. Штучков.</i> Наземные средства и способы обнаружения лесных пожаров . . . . .	119
<i>Н. Н. Красавина.</i> Огнезащитные и огнегасящие свойства водных растворов неорганических веществ в борьбе с лесными пожарами . . . . .	134
<i>Г. П. Студенков.</i> Лесопожарная съемная универсальная автоцистерна ЦОС . . . . .	154
<i>Н. П. Валдайский.</i> Лесопожарный агрегат ТЛП-55 . . . . .	160
<i>Е. В. Ершов.</i> Быстроходный агрегат-вездеход для тушения лесных пожаров . . . . .	170
<i>Е. В. Ершов.</i> Аппарат для тушения лесных пожаров методом отжига . . . . .	175
<i>Н. Н. Красавина, В. Г. Лорбербаум.</i> Новый способ тушения лесных торфяных и подстильно-гумусовых пожаров . . . . .	179
<i>С. М. Вонский, В. В. Гаврилов, В. А. Жданко, В. А. Максимов.</i> Пути определения ущерба от лесных пожаров и вопросы организации противопожарного устройства лесной территории . . . . .	184
<i>В. Е. Романов.</i> Текущий прирост насаждений, пройденных низовыми пожарами . . . . .	195
<i>С. В. Белов.</i> Некоторые актуальные вопросы борьбы с пожарами в зоне авиационной охраны лесов . . . . .	208
<i>В. И. Головин.</i> Пути повышения эффективности авиационной охраны лесов от пожаров . . . . .	226