

1969—1971 гг. (под руководством научных сотрудников УСХА) по договору с бывшим трестом Куйбышевуголь.

Возможен и такой вариант организации работ по рекультивации терриконов, когда закладку лесонасаждений и их выращивание до 10-летнего возраста производят шахтоуправления и управления по рекультивации производственных объединений по добыче угля, а затем, когда совершенно необходимыми становятся полив насаждений и такой же уход за ними, как в городских скверах и парках, работы будут проводить специальные бригады зеленостроя по договорам и за счет производственных объединений по добыче угля.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Логгинов Б. И. Гидропоника на терриконах Донбасса // Наука и жизнь.— 1981.— № 6.— С. 20—21. [2]. Логгинов Б. И., Киричек Л. С. Методические рекомендации по защитно-декоративному облесению терриконов угольных шахт Донбасса.— Боярка, 1978.— 85 с. [3]. Промышленная ботаника / Под ред. Е. Н. Кондратюка.— Киев: Наукова думка, 1981.— 350 с. [4]. Технологические схемы тушения породных отвалов угольных шахт и обогатительных фабрик / МакНИИ.— Максевка, 1980.— 84 с.

УДК 630\*435

### ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАДЫМЛЕННОСТИ АТМОСФЕРЫ КРУПНЫМИ И МАССОВЫМИ ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ

Г. П. ТЕЛИЦЫН

ДальНИИЛХ

Крупные и массовые лесные пожары задымляют обширные территории. Очевидным последствием этого является снижение прозрачности атмосферы из-за насыщения ее сажистыми, зольными и жидкими частицами дыма, что затрудняет работу наземного, водного и воздушного транспорта, замедляет развитие растений, в том числе и лесных. К другим экологическим последствиям задымленности атмосферы лесными пожарами относятся задержка выпадения атмосферных осадков и усиление молниевой активности на задымленном участке. Данная статья посвящена описанию этих явлений и анализу их механизмов.

Влияние крупных лесных пожаров на выпадение осадков оценивается в настоящее время неоднозначно. И. С. Мелехов и С. И. Душа-Гудым в учебнике «Лесная пирология» приводят мнение Л. С. Берга о том, что пожары в саваннах нередко дают начало облакам, грозе и дождю [6].

С. В. Белов утверждает, что из задымленного воздуха роса выпадает раньше и в большем количестве, чем из незадымленного [2].

А. Дессенс [4] приводит ряд фактов из жизни африканских племен, которые в надежде прекратить засуху поджигали джунгли. Развивавшийся сильный пожар нередко заканчивался дождем. Эти факты привели А. Дессенса к идее создания метеотрона в виде большого количества мощных пламенных форсунок на нефтяном топливе, способного выделять в атмосферу тепловой поток, сравнимый с крупным лесным пожаром. Ожидалось, что такое устройство будет вызывать дождь при длительных засухах. Однако испытания его в Пиренеях не были удачными, и это привело к выводу, что комплекс условий, при которых крупный лесной пожар может вызвать дождь, встречается лишь в тропических лесах и то крайне редко — лишь около 15 мин в году.

В опытах с метеотроном выявился еще один эффект — удары молний в газовый поток пламени, настолько частые, что А. Дессенс на-

звал свой метеотрон «ловушкой для молний» и высказал предположение о возможности использования его для борьбы с загораниями от гроз.

Е. С. Арцыбашев [1], анализируя перспективы искусственного вызывания дождя из кучевого облака, образующегося над конвекционной колонкой крупного пожара, отметил, что это облако обладает малой водностью и осадков практически не дает.

П. Крутцен и Д. Биркс, обсуждая последствия глобального термоядерного конфликта, предсказали так называемую «ядерную зиму» и теоретически обосновали невозможность выпадения осадков из атмосферы Земли в случае ее задымления лесными пожарами [11].

К аналогичному выводу пришли Г. С. Голицын [3], а также Н. Н. Моисеев [7], проанализировавший на ЭВМ теорию «ядерной зимы» П. Крутцена и Д. Биркса.

Отмеченные факты свидетельствуют, что задымленность атмосферы крупными лесными пожарами способна оказывать заметное влияние на атмосферные процессы в районах их действия.

#### *Влияние на выпадение ночной росы*

Многолетние наблюдения показывают, что при задымлении лесными пожарами обширных территорий (1,5...2 тыс. км<sup>2</sup>) на них в ночное время не выпадает роса [9]. Этот факт неблагоприятен для тушения пожара, поскольку из-за отсутствия росы распространение его в ночное время не прекращается. В результате приходится следить за минерализованными полосами вокруг пожарища не только днем, но и ночью.

Отсутствие росы на задымленных территориях можно объяснить, например, тем, что в ночное время дымовая пелена препятствует отдаче тепла земной поверхностью в космос и замедляет снижение температуры приземного слоя воздуха. Воздух за ночь не успевает остыть до точки росы. Другие вероятные объяснения состоят в том, что либо несмачиваемые водой частицы дыма препятствуют объединению молекул воды в капли, либо этих частиц слишком много, чтобы при многочисленных ядрах конденсации могли образоваться достаточно крупные капли конденсата. Лабораторные опыты\* показали, что при охлаждении колбы с задымленным влажным воздухом на ее стенках образуются капли росы более мелкие и за более продолжительное время, чем в колбе с незадымленным воздухом аналогичной влажности и начальной температуры.

#### *Влияние на выпадение осадков*

В районе действия крупных лесных пожаров при сильном задымлении местности наблюдается задержка выпадения осадков в сравнении с окружающими незадымленными территориями. По данным [9], эта задержка может достигать 5...8 сут, если площадь задымленного участка составляет 1,5...2 тыс. км<sup>2</sup>, а видимость снижена до 2...3 км. Объясняется это следующим.

Днем верхний слой задымленного воздуха поглощает солнечные лучи и разогревается. Нагретый воздух становится гигроскопичным, так как с повышением температуры его относительная влажность уменьшается. Если задымленность простирается в высоту до зоны конденсации, то находящиеся в этой зоне облака тают, испаряются в теплом и гигроскопичном воздухе. Ночью, когда разогретый за день задымленный воздух остынет, над пожаром облачность может образоваться вновь. Однако с восходом солнца облака быстро рассеиваются

\* Опыты выполнила Е. Е. Дунда.

в нагреваемом воздухе. Если задымленность по высоте не достигает зоны конденсации, то находящиеся в этой зоне облака сохраняются. Однако при выпадении из них дождя капли, пролетая через слой теплого гигроскопичного воздуха, в значительной мере испаряются. Этим резко снижается количество выпадающих осадков, в том числе искусственно вызываемых из облаков над задымленными территориями с целью тушения действующих пожаров.

Нагретый солнечными лучами задымленный воздух, поглотивший в зоне конденсации большое количество влаги из облаков, смещается ветром через границу задымленной территории. Здесь он, теперь уже незадымленный и прозрачный для солнечных лучей, охлаждается до первоначальной температуры. При этом из него конденсируется влага и формируются облака. В итоге над задымленным участком почти всегда наблюдается безоблачное небо при значительной облачности по его границам. Это состояние может нарушить лишь мощный циклон, приносящий на задымленный участок большое количество влаги.

После прекращения действия пожара и осаднения дымовых частиц воздух над этим участком становится прозрачным для солнечных лучей и, следовательно, охлаждается. При этом из него конденсируется влага в виде дождя, так что по прекращении действия пожаров, после рассеивания задымленности, нередко следует период дождей.

Задержка в выпадении осадков, вызванная задымленностью, весьма неблагоприятна для тушения, так как удлиняет засушливый период даже при наступлении дождливой погоды в районах, окружающих крупный пожар.

Это всего заметнее в осваиваемых районах, где в связи с возрастающим населением количество пожаров, продолжительность и масштабы задымленности за многолетний период неуклонно возрастают. Например, в Комсомольском районе Хабаровского края в 1930-е гг., т. е. в начале строительства Комсомольска-на-Амуре, выпадало 440 мм осадков за теплый сезон года. Лесные пожары и задымление территории тогда, при слабой заселенности, были явлениями эпизодическими. С течением времени население возрастало, начались массовые посещения лесов для работы и отдыха. Лесные пожары участились, территория района стала ежегодно задымляться на все более продолжительное время. Это совпало со снижением количества осадков в теплое время года до 407 мм. Изменения численности населения, лесных пожаров и осадков (в теплое время года) в Комсомольском районе Хабаровского края за 1936—1980 гг. приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели (средние за указанный период)	Периоды		
	1936—1950	1951—1965	1966—1980
Численность населения, тыс. чел.	160	180	270
Число лесных пожаров в год	86	101	180
Количество осадков в теплое время года, мм	440	431	407

За этот же период в окружающих районах, где частота лесных пожаров возросла незначительно, количество осадков не только не снизилось, но в ряде районов даже несколько повысилось.

Обеднение Комсомольского района осадками можно было бы объяснить влиянием выбросов промышленных предприятий в атмосферу. Известно, однако, что антропогенные выбросы крупных городов

способны даже несколько увеличить количество осадков в городе и на его подветренной стороне [10]. Кроме того, площадь дымопылевого шлейфа Комсомольска-на-Амуре мала по сравнению с обширными территориями, закрываемыми дымом от лесных пожаров в периоды пиковой горимости. По нашим расчетам, масса дымопылевых выбросов Комсомольска-на-Амуре вместе с его спутником Амурским сравнима с выбросами в атмосферу дыма от лесного пожара площадью 200 га. Можно предположить, что снижению количества осадков в Комсомольском районе в процессе его освоения способствовало также некоторое уменьшение лесистости в результате распашки земель под сельскохозяйственное пользование и зачерненная поверхность свежих гарей. Однако их суммарная площадь в Комсомольском районе мала (0,5... 2 % от общей) и не может оказать заметного влияния на режим осадков.

Еще один пример. В 1977 г. постановлением СМ СССР № 665 от 15 июля были запрещены профилактические выжигания в лесах и сельскохозяйственные палы. В южных районах Дальнего Востока проведение этих выжиганий в апреле было обычной практикой лесного и сельского хозяйства. Порой огонь выходил из-под контроля и распространялся стихийно на обширных площадях лугов и марей (при этом иногда выгорали леса, что и послужило причиной запрета выжиганий). Задымлялись большие территории, что сопровождалось засухой, считавшейся характерной для ранней весны в этих районах с их муссонным климатом.

С 1978 г, т. е. после запрета выжиганий, масштабы задымления территории юга Дальнего Востока в апреле значительно снизились. Это совпало с уменьшением количества апрельских осадков на 16... 22 мм. (табл. 2).

Таблица 2

Район, метеостанция	Количество осадков в апреле, мм	
	1968—1977	1978—1985
Юг Приморского края (среднее по метеостанциям Хороль, Спасск-Дальний, Халкиндон)	32	54
Юг Хабаровского края (среднее по метеостанциям Хабаровск, Бичевая)	43	64
Юг Амурской области (среднее по метеостанциям Мазаново, Свободный, Шимановск)	34	50

Смягчение весенних засух выразилось в уменьшении весенних лесных пожаров. Однако на фоне снижения общего сезонного количества пожаров несколько возросло количество летних (табл. 3, данные 1966—1986 гг.).

Таблица 3

Район	Процент весенних пожаров		Процент летних пожаров	
	до 1977 г.	после 1977 г.	до 1977 г.	после 1977 г.
Хабаровский край	40	31	38	49
Амурская область	58	47	31	42

В ведущихся в последнее время дискуссиях о так называемой «ядерной зиме» [7] обсуждаются такие последствия ядерной войны, как

глобальное задымление земной поверхности и связанные с этим не выпадение осадков и похолодание. На основании наших данных можно добавить, что после осаждения дымовых частиц атмосфера станет прозрачной и потому быстро остынет, а содержащаяся в ней влага сконденсируется. Это приведет к интенсивному образованию облачности и выпадению обильных осадков при адекватном потеплении за счет теплоты конденсации.

### Повышение молниевой активности

Опытным путем установлено\*, что задымленный воздух имеет пониженную на 7...11% диэлектрическую прочность и пробивается электрической искрой меньшего напряжения, чем незадымленный. Поэтому грозовые облака чаще разряжаются молниями над задымленными участками, чем над незадымленными.

Нередко загорания от молний наблюдаются под дымовым шлейфом пожара при безоблачном небе. Обычно они приурочены к водоразделам, вершинам гор или к верхней трети горных склонов с хвойными насаждениями. Это наводит на предположение о том, что в лесу имеются и другие, кроме облаков, источники электрических разрядов. Существует, например, мнение о возможности загораний леса от статического электричества, накапливающегося на концах ветвей хвойных деревьев [8]. Вполне вероятно, что в условиях сильного задымления, когда диэлектрическая прочность воздуха невысока, потенциал этих зарядов оказывается достаточным для генерирования небольших молний между ветвями деревьев и землей.

Дым содержит смолистые частицы, способные электризоваться и нести электрические заряды. Поэтому не исключено, что дымовой шлейф интенсивного пожара сам является носителем статического электричества и в некоторых условиях, вероятно, становится способным генерировать электрический разряд. Такое иногда случается, например, со скоплениями мучной пыли в воздухе мукомольных предприятий [5].

Возникновение новых загораний от молний под дымовым шлейфом фронта пожара является неприятной особенностью крупных лесных пожаров, серьезно затрудняющей их тушение. Борьба с этими новыми загораниями возможна лишь при их своевременном обнаружении, например, с помощью инфракрасной оптики, способной «видеть» сквозь пелену дыма.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Арцыбашев Е. С. Лесные пожары и борьба с ними.— М.: Лесн. пром-сть, 1974.— 147 с. [2]. Белов С. В. Лесная пироэкология: Учеб. пособие для студентов лесохозяйственного факультета.— Л.: ЛТА, 1982.— 68 с. [3]. Голицын Г. С. Последствия ядерной войны для атмосферы // Природа.— 1985.— № 6.— С. 22—29. [4]. Дессенс А. Можем ли мы изменить климат?— Л.: Госметеоздат, 1969.— 119 с. [5]. Имянитов И. М. Тропинка в атмосфере.— Л.: Госметеоздат, 1982.— 104 с. [6]. Мелехов И. С., Душа-Гудым С. И. Лесная пироэкология: Учеб. пособие для студентов лесохозяйственных факультетов.— М.: МЛТИ, 1979.— 80 с. [7]. Моисеев Н. Н. Система «ГЕЯ» и проблема «запретной черты» // Наука и жизнь.— 1986.— № 1.— С. 54—66; № 2.— С. 58—68. [8]. Степень Р. А., Сухинин А. И. Выделение хвойными насаждениями летучих веществ и возможность их воспламенения // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук.— 1985.— № 13/2.— С. 47—52. [9]. Телицын Г. П. Влияние задымленности атмосферы на выпадение осадков // Лесн. хоз-во.— 1984.— № 6.— С. 66—67. [10]. Ashworth I. R. Smoke and Rain // Nature.— 1944.— N 154.— P. 213—214. [11]. Crutzen P. J., Birks J. W. The Atmosphere and Nuclear War // Ambio.— 1982.— Vol. 1, N 2—3.— P. 115—125.

\* Опыт провел А. П. Савченко.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630\*372 (23)

КАНАТНЫЙ ТРАНСПОРТ  
КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ОСВОЕНИЯ ГОРНЫХ ЛЕСОВ

Н. М. БЕЛАЯ

Львовский лесотехнический институт

Леса — огромное, еще не полностью оцененное богатство планеты. Из всех природных ресурсов только леса обладают способностью к самовосстановлению.

Многофункциональная экологическая роль леса наглядно представлена на комплексной схеме проф. Н. М. Горшенина, над которой он работал последние годы и любезно предоставил ее для опубликования (рис. 1).

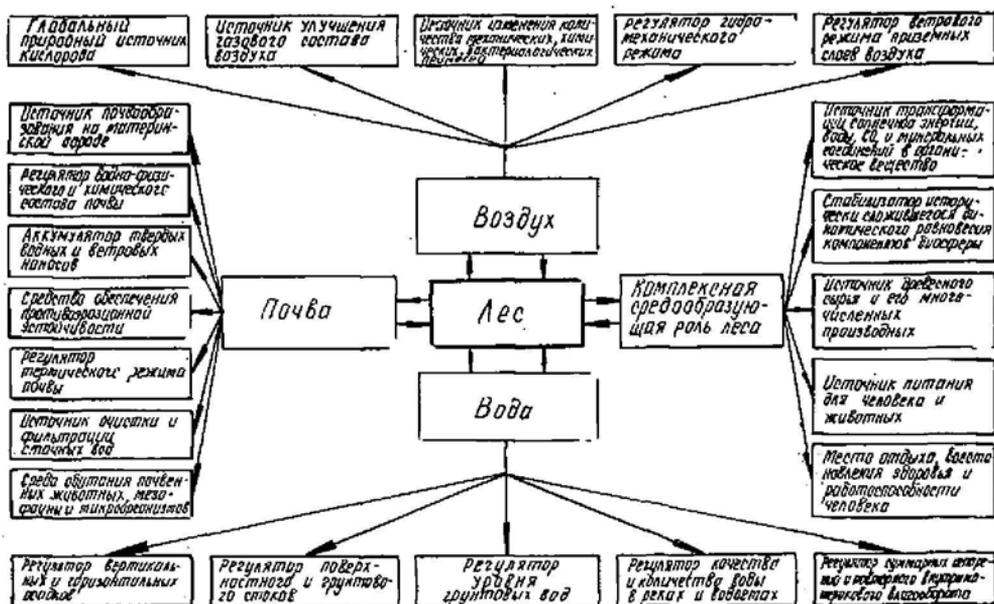


Рис. 1. Многофункциональная экологическая роль леса. Схема проф. Н. М. Горшенина

В проблеме сохранения природы и жизни на Земле особое место занимают горные леса. Их площадь составляет 454,3 млн га, или около 37 % площади лесного фонда страны. Запас насаждений превышает 25 млрд м<sup>3</sup>. По территории страны горные леса распределены весьма неравномерно — 90 % расположены в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке и только 10 % — в Карпатах и на Кавказе.

Интенсивность лесопользования в горных лесах значительно ниже их потенциальных возможностей и не превышает 17 %. При годовом приросте 300 млн м<sup>3</sup> государство вывозит только 50 млн м<sup>3</sup>, причем интенсивность лесопользования в Сибири и на Дальнем Востоке не