

О пространственном распределении следов катастрофного пожара 1908 г.

В. О. Красавчиков, Д. В. Яшков

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск

1. Введение

Показания очевидцев Тунгусского явления указывают на наличие обширного пожара, возникшего практически одновременно со взрывом, вызвавшим вывал леса [Васильев и др., 1981]. И.К. Дорошин, с 1981 г. занимающийся изучением катастрофного лесного пожара, так формулирует идею работы по исследованию пожара 1908 г.: «Вопрос о причине возникновения пожара является одним из ключевых при определении вещественной природы Тунгусского метеорита, поскольку самого вещества метеорита до сих пор не найдено. Так, например, Кулик полагал возникновение пожара от действия раскаленных газов при пролете железного метеорита [Кулик, 1976], Золотов считал причиной возникновения пожара излучение от ядерного взрыва искусственного космического тела [Золотов, 1969], Цынбал и Шнитке объясняют пожар взрывом газо-воздушной смеси у поверхности земли [Цынбал, 1988], ряд других исследователей предлагают и более экзотические механизмы возникновения пожара [Соляник, Галанцев, И.И. Журавлев], так или иначе связанные с предполагаемой вещественной природой Тунгусского метеорита (ТМ). Какие бы гипотезы о природе ТМ не выдвигались, всегда будет необходимо увязывать их с имеющимися фактами, в том числе и с катастрофным пожаром 1908 г. С этой точки зрения, изучение катастрофного пожара и определение его параметров должно оказать существенное влияние на решение вопроса о природе ТМ» [Дорошин, 2005. С. 28]. Параметры пожара (область возникновения, интенсивность горения, скорость распространения, область распространения, время жизни пожара, механизм затухания и т.п.) можно оценить, изучая оставленные им следы в виде огневых и термических повреждений леса и других естественных объектов. Очевидно, что они будут зависеть и от состояния докатастрофного леса. Для исследования катастрофного пожара в рамках КСЭ в 1981 г. была создана программа «Лес». Настоящая публикация посвящена изложению результатов работы одного из подразделов этой программы и обобщению собранной информации.

2. Краткие сведения о лесных пожарах

Возникновение, развитие и поведение лесного пожара зависит от сочетания природных факторов, которые имеет смысл изучать в комплексе. Это воздушные массы, горючие материалы, а также ландшафт и рельеф, образующие среду пожара. Так, влияние рельефа на развитие пожара проявляется в том, что пожар распространяется значительно быстрее вверх по склону, чем вниз или по горизонтали [Сафронов, 1967, Валендик и др., 1979]. Наиболее интенсивное горение при лесном пожаре происходит на его кромке. Та часть кромки, которая продвигается наиболее быстро и горит наиболее сильно, называется фронтом пожара, а противоположная – с наименьшей скоростью – его тылом. Части кромки между тылом пожара и его фронтом – это фланги пожара. На равнине фронт пожара всегда движется по ветру, а тыл – против ветра. В горах фронтальной кромкой будет та, которая поднимается вверх по склону.

При слабых низовых пожарах погибают тонкокорые породы – ель и пихта, молодняки лиственных пород: осины, ольхи, березы, хотя в спелом возрасте деревья этих пород могут оставаться живыми. Сосновые и лиственничные древостои почти не повреждаются слабыми низовыми пожарами. Полная гибель этих древостоев происходит лишь при сильных низовых пожарах, когда пламя поднимается на высоту более двух метров. Причина гибели деревьев при низовых пожарах – повреждение камбия в комлевой части стволов и ожоги кроны. Вследствие повреждения камбия у деревьев происходит омертвление тканей. При частичном (одностороннем) омертвлении тканей на стволах образуются пожарные подсушины, высота которых в отдельных случаях достигает 8–12 м, хотя обычно бывает значительно меньше. Подсушины располагаются, как правило, со стороны, противоположной фронту движения пожара, т.е. с подветренной стороны стволов, где происходит завихрение горячих газов и пламя задерживается дольше [Софронов, Вакуров, 1981]. Объективными признаками, свидетельствующими о силе пожара и высоте пламени, являются высота нагара и высота подсушины. Для сосны высота нагара и высота подсушин у тонких деревьев диаметром до 10 см почти совпадает, а у деревьев толщиной 10–17 см подсушина ниже нагара по высоте примерно на полметра [Мелехов, 1948].

Определив точные границы пожара, его интенсивность и направление распространения огня, можно выяснить силу и тип пожара, тактические части кромки, т.е. фронт, тыл, фланги; зону или зоны первичного воспламенения, что в принципе позволяет оценить мощность источника пожара; характер влияния на пожар растительности и рельефа.

3. Методика полевых и камеральных исследований

Граница пожара 1908 г. определялась наземными маршрутами по результатам осмотра пробных площадей, которые намечались на условных векторах (лучах), проводимых от г. Стойкович (см. рис. 1), и осматривались через 1–2 км к периферии района. Критерием наличия катастрофного пожара являлось существование на закладываемой площади 20×20 м деревьев с подсушинами 1908 г. Если хотя бы на одном дереве обнаруживался след пожара 1908 г., считалось, что искомый пожар на данной площади был. Далее измерялся магнитный азимут подсушины и ее высота, описывалась лесная подстилка, рельеф местности, осуществлялась привязка площадки к местности. Брался образец дерева (спил) с пожарной подсушиной и измерялся диаметр дерева на момент пожара 1908 г. Спил впоследствии сушился, тщательно шлифовался, после чего еще раз просчитывался год пожара двумя способами: а) подсчетом годовых колец под микроскопом, б) методом дендрохронологии [Ловелиус, 1979]. При несовпадении результата предпочтение отдавалось дендрохронологии, хотя «спорные» точки фиксировались, что отражено на рис. 1.

Всего было осмотрено более 200 пробных площадей, как со следами пожара, так и без него. Когда не удавалось найти такого дерева, подрубалось 5 лиственниц, переживших Тунгусскую катастрофу, равномерно расположенных на площади. Если из этих 5 деревьев не было ни одного с пожарными повреждениями 1908 г., считалось, что пожара в данном месте не было. Число 5 выбрано условно. Ограничения по породе вызвано желанием сделать площади равновероятными к огневым повреждениям. Выбор лиственницы обусловлен тем, что эта порода является одной из характерных для данного района. Изучались деревья, диаметр которых в 1908 г. был меньше 40–50 см, т.к. деревья большего диаметра более устойчивы к пожару, и пожарные подсушины могли на них не образовываться.

Граница отмечалась между последним пробным участком с пожаром 1908 г. и следующим без пожара. Пробные участки закладывались далее по лучу на 2–3 км от обнаруженной границы, в зависимости от ландшафта и рельефа местности. Если граница совпадала с преградой для рас-пространения пожара (рекой, болотом), то производился осмотр местности за препятствием. При отсутствии пожара 1908 г. на этих участках граница катастрофного пожара считалась подтвержденной. Как видно на рис. 1, не все лучи были полностью обработаны. Связано это с условиями полевых работ. Как правило, выбирался луч, совпадающий с тропой или геофизическим профилем. Группа из двух человек обрабатывала это направление, после чего переходила на следующий луч по перпендикуляру.

Передвижение по этому лучу осуществлялось в ту или иную сторону до установления границы пожара, далее происходил переход к следующему лучу и т.д. В результате за один маршрут отрабатывался значительный сектор, но внутри территории пожара информация о пространственном распределении и параметрах следов пожара практически не собиралась. На начальных участках даже полностью отработанных профилей подсушины не выявлялись, т.к. пожар 1908 г. там заведомо был. Основные полевые и камеральные работы провели члены общественной организации – научно-исследовательской лаборатории «Сильгами» при Томском политехническом университете.

4. Фактический материал и методика его обработки

Обработка всех имеющихся в нашем распоряжении полевых дневников позволила собрать фактический материал, характеризующий пожарные подсушины, как достоверно относящиеся к событию 1908 г., так и возникшие при пожарах в другие периоды времени. Для последующей обработки была составлена база данных, в которую вошли описания подсушин, относительно равномерно характеризующая предполагаемую границу пожара 1908 г. и частично представляющая также ситуацию внутри и за пределами зоны пожара.

Подсушины описаны четырьмя характеристиками: 1. Высота подсушины; 2. Магнитный азимут. Если принять его в качестве направления пожара, то, как вытекает из статьи А.В. Кардаша (1984), это может привести к ошибке в определении направления пожара не более чем в два с половиной градуса, что в данном случае несущественно; 3. Год появления (учитывались подсушины до- и послекатастрофного происхождения); 4. Диаметр ствола дерева на момент пожара 1908 г.

Изначально одной из основных задач программы «Лес» было определение границ пожара по подсушинам. Однако в ходе её решения стало ясно, что в границах зоны пожара имеются довольно крупные территории, где пожар 1908 г. не фиксируется, причём это относится к залесённым на 1908 г. участкам без крупных болот, заболоченных долин ручьёв и пр., т.е. на территориях, где можно было бы ожидать пожарных проявлений. Поэтому встала задача, используя все имеющиеся на сегодняшний день фактические данные, проанализировать пространственное распределение и основные характеристики пожарных проявлений в пределах установленных на настоящий момент границ распространения пожара 1908 г. Для анализа данных авторами создана геоинформационная модель М 1:200000, в которой представлено пространственное распределение точек идентифицированного

пожара 1908 г. и других пожарных проявлений и их характеристик в увязке с ландшафтом территории пожара. В этой модели учитывались гидросеть, болота и заболоченные долины ручьёв, озёра и другие элементы ландшафта. На визуализации этой модели выносились также места расположения и характеристики подсушин. На рис. 1–2 представлены две такие визуализации. На рис. 1 представлены профили (чёрные – полностью пройденные, серые – начиная с приграничной зоны) с их номерами на концах. Это лучи из вершины г. Стойкович и один дополнительный профиль. Представлено также расположение подсушин (красные звёздочки – подсушины 1908 г. с незафиксированными характеристиками, синие – уверенно докатастрофные пожары, коричневые – уверенно послекатастрофные, и, наконец, малиновые – пожары, которые по методу дендрохронологии не относятся к 1908 г. и при этом находятся в интервале 1905–1911, а по подсчёту годовых колец под микроскопом — относятся). Такие точки будем называть «спорными». Стрелками показаны ориентации подсушин 1908 г., указывающие на направление пожара. И наконец, наиболее жирные чёрные ломаные линии – фрагменты границы «большого пятна», вмещающего все подсушины 1908 г. за исключением находящегося на конце профиля № 1. При этом авторы отнюдь не пытались сделать так, чтобы полученная граница была в общих чертах симметричной относительно траекторной просеки. Отметим также, что при проведении полевых работ даже на полностью пройденных профилях подсушины, находящиеся заведомо внутри «большого пятна», зачастую не фиксировались, особенно подсушины, возникшие в результате некатастрофных пожаров. На рис. 2 вынесены высоты и ориентация подсушин катастрофного пожара 1908 г. в увязке с ландшафтом и рельефом. Подсушины привязывались к геоинформационной модели с погрешностью, составляющей примерно 100–170 м с учётом их положения на рельефе.

5. Обсуждение результатов

Рассмотрение полевого материала и личные наблюдения авторов указывали на сложность пространственного распределения пожарных проявлений, в частности:

1. Лесной пожар 1908 г. не имеет «классической» формы распространения, т. к. не просматривается сплошного фронта с менее интенсивными флангами и слабоинтенсивным тылом. Складывалось впечатление, что имеется несколько очагов воспламенения. На это указывало наличие выраженных локальных зон пожара (с более или менее одинаковой интенсивностью, т. е. высотой подсушин, и направлением распространения огня), которые граничат с негоревшими участками леса. Причем есть случаи, когда общая

характеристика ландшафтов на смежных горевших и негоревших участках в принципе одинакова и на их границах нет явно выраженных естественных препятствий для остановки лесного пожара. На отдельных участках (12–15 км восточнее г. Стойкович) можно обнаружить подсушины высотой более 1 м, и рядом, на соседнем дереве, полное отсутствие каких-либо следов пожара. Такие локальные зоны пожара отличаются друг от друга как направлением распространения огня (в том числе наличием практически встречных направлений), так и интенсивностью пожара (высотой подсушин), что в ряде случаев невозможно объяснить рельефом и условиями местности. Напрашивался вывод, что пожар распространялся незначительно. Возникнув, он не вышел сколько-нибудь существенным образом за пределы очагов первичного воспламенения.

2. Район катастрофы подвергался так называемым докатастрофным пожарам, которые датируются: 1891–1884 гг. на востоке и северо-востоке от эпицентра, 1876 г. – на западе и юго-западе. Учитывая это, можно предполагать их влияние на формирование «крыльев бабочки» вывала леса и на формирование очагов возникновения и распространение пожара 1908 г. Недостаток человеческих и материальных ресурсов не позволили на сегодня провести исследования докатастрофных пожаров во всем районе Тунгусской катастрофы, поэтому вышеупомянутые предположения пока не уточнены и не проверены.

Анализ картины, полученной в результате построения геоинформационной модели (см. рис. 1–2), свидетельствует о следующем. Пожарные проявления 1908 г. распадаются на несколько кластеров – по территории распространения, ориентации подсушин, интенсивности пожара. Судя по рис. 1, 2, ни с рельефом, ни с ландшафтом это явным образом не связано. В результате напрашивается вывод, что пожар представляется состоящим из нескольких локальных источников воспламенения, выделяемых, кроме того, направлениями распространения и интенсивностью пожара. Однако оконтурить эти локальные очаги в соответствии с накопленным материалом сколько-нибудь обоснованным образом пока не представляется возможным, как и вообще доказать распадение «большого пятна» на несколько изолированных фрагментов. И здесь принципиальную роль играет недостаток данных внутри «большого пятна», особенно, в его центральной области. Единственный чётко выявляемый кластер расположен на окончании профиля 1. Он не входит в «большое пятно». Но и его оконтурить по единственной подсушине невозможно.

На локальность этих источников указывает отсутствие сплошной границы пожара, т.е. площадки без какого-либо следа пожара чередуются с довольно

интенсивным катастрофным пожаром. При этом практически нет отличий ни по рельефу местности (рис. 2), ни по структуре леса и подстилки. Более того, зачастую отсутствуют естественные преграды для распространения огня, такие, как реки, ручьи, болота. Данное предположение специально проверялось в экспедиции 1999 г. при проведении работ по отысканию и изучению следов пожара на северо-востоке от г. Стойкович и получило подтверждение по результатам обработки 10 пробных площадей (на рисунок не вынесенных).

Следует обратить внимание на «северо-восточный фронт» (профиль 2), где распространение огня происходило в северо-восточном направлении, а также наличие на севере скопления подсушин, где распространение огня шло практически в южном направлении (район профилей 6–7). Косвенно на то, что пожар возник и существовал как множество очагов первичного воспламенения и при этом практически не распространялся, указывает также вышеупомянутое наличие катастрофного пожара на севере (окончание профиля 1) за такой естественной преградой для огня, как река Кимчу и обширные болота в ее пойме. Однако дальнейшего распространения пожара обнаружено не было, несмотря на возможность такого распространения (исходя из ландшафта и рельефа).

В 2002 г. Д.В. Яшковым были обнаружены, а в 2005 и 2006 гг. подтверждены следы пожара 1908 г. на левом берегу ручья Укикиткон в 1,5 км от его устья (район окончания профиля 18). Следует отметить, что именно в этом районе очевидцы указывали на наличие вывала и пожара 1908 г. [Васильев и др., 1981].

Не удаётся и сколько-нибудь корректным образом замкнуть границу «большого пятна» (рис. 1), построенную по данным о подсушинах, полученным методом дендрохронологии. Отметим, что она будет заметно отличаться от построенной по результатам интерпретации методом подсчёта годовых колец под микроскопом. На это указывает скопление «спорных» данных вдоль границы. Внутри только в одной точке зафиксированы «спорные» данные, причём достаточно далеко от границы. Та же ситуация имеет место и снаружи. Если бы граница проводилась по результатам интерпретации годовых колец под микроскопом, она была бы более плавной, а «большое пятно» было бы заметно шире.

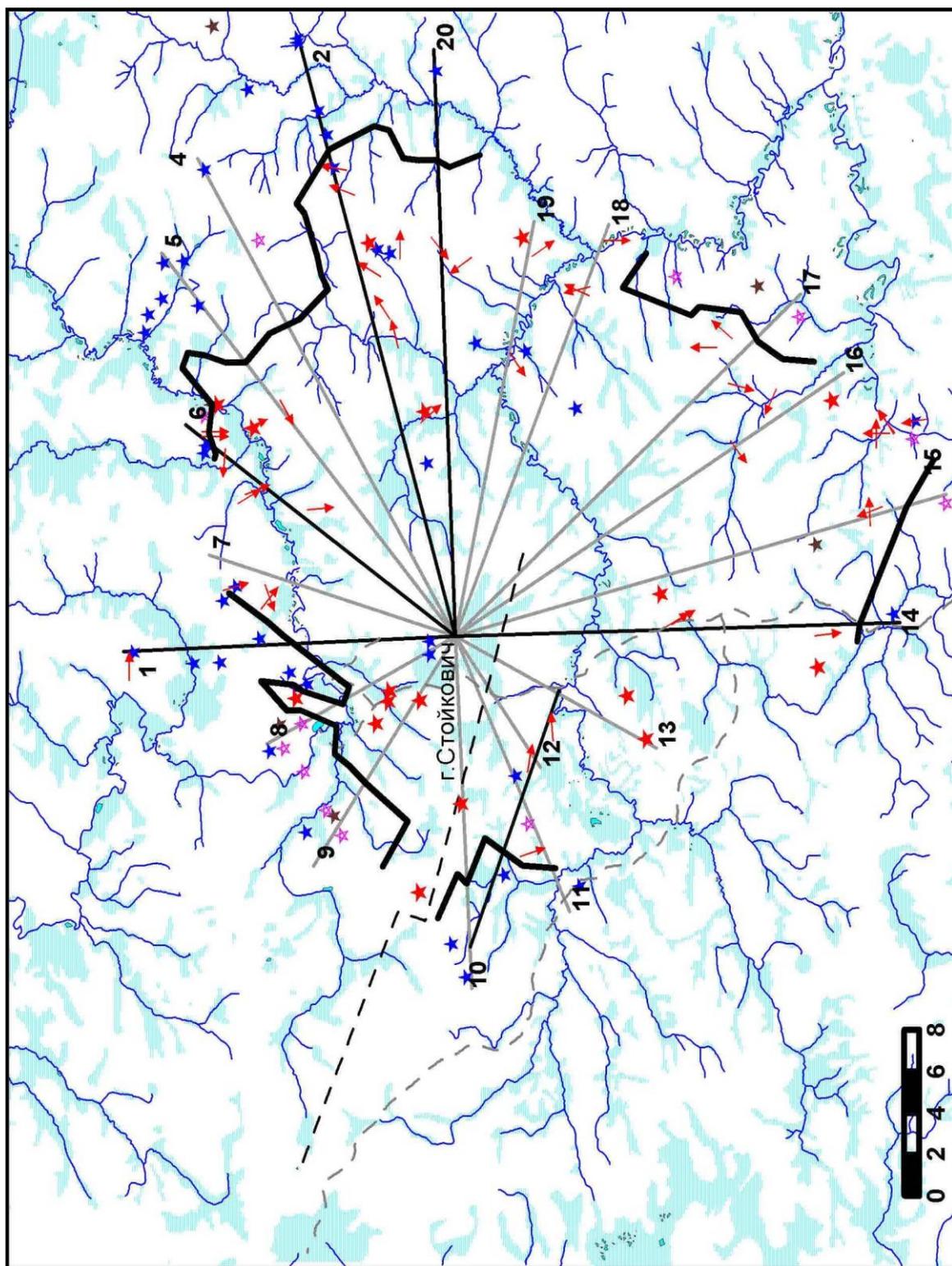


Рис. 1. Обзорная схема пожарных проявлений

В работах Мелехова (1948), Амосова (1964), Валендика и др. (1979) содержатся теоретические предпосылки и эмпирические закономерности, которые в принципе позволяют оценить высоту пламени для каждой подсушины, возникшей при пожаре 1908 г. Максимальное значение высоты пламени пожара 1908 г., по предварительным расчётам, проведённым для точек из **нашей базы**, составило 1,3 м. Расчётной высоты пламени, судя по литературе (см. раздел 2), недостаточно для полной гибели лиственных древостоев, что служит косвенным подтверждением достоверности полученной оценки. При пополнении базы максимальная оценка может измениться в сторону увеличения.

6. Заключение

По результатам дендрохронологической интерпретации материала по подсушинам с учётом гидросети, озёр, болот и рельефа создана геоинформационная модель пожарных проявлений территории Тунгусского взрыва 1908 г. На её основе проведена граница «большого пятна», включающего все отмеченные на сегодня пожарные проявления 1908 г., вынесены на визуализацию высоты подсушин и направления распространения пожара. Кроме того, показаны местоположения пожарных проявлений в интервале нескольких десятков лет до и после 1908 г. По базе данных по подсушинам 1908 г. оценена высота пламени, её максимальное значение оказалось равным 1,3 м.

Необходимо проводить дополнительные исследования как по уточнению границы «большого пятна», вмещающего все, кроме одного, очаги воспламенения, так и внутренней структуры следов пожара 1908 г., закладывая пробные площади по сетке внутри уточнённых границ «большого пятна». При этом обязательно фиксировать площади без пожарных проявлений 1908 г. независимо от того, есть на них подсушины или нет. Для уточнения границ следует, в первую очередь, провести полевые работы между профилями: 6–7, 9–10, 11–14, 15–16, 18–20, где отсутствует материал по некатастрофным пожарам на концах профилей и на территориях между концами. В результате на этих участках граница оказалась не замкнутой. На профиле 1 (северный разрез) имеет место обратная ситуация: отсутствуют пожарные проявления на всём профиле, хотя пожар там был.

Для уточнения внутренней структуры следует провести полевые работы в центральном районе «большого пятна» и обследовать истоки р. Укагит и р. Ямоко (профили 2–5); среднее течение р. Чеко (профили 9–10); истоки р. Макикта – среднее течение р. Чавидокон (проф. 11–13); истоки р. Макикта – истоки р. Огне – устье р. Укагит (профили 14–19).

Выделяются локальные кластеры подсушин, отличающиеся направлением распространения и интенсивностью пожара. Возможно, что это отдельные

очаги воспламенения. По крайней мере, у одного из них наблюдается чётко выраженный фронт распространения.

Результаты исследований позволяют предположить, что а) наилучшей аналогией для механизма возникновения пожара может служить разбрызгивание горящего вещества на ещё не зажжённый костер, сложенный из влажных дров: сильное воспламенение на месте попадания огня и последующее затухание при отсутствии длительного горения; б) показания очевидцев Тунгусского взрыва о лесных пожарах в достаточно удаленных от эпицентра районах не являются фантазией, а отсутствие явных следов объясняется прошедшими примерно за 20 лет до катастрофы пожарами (1884–1891 гг.), уничтожившими лесную подстилку и, следовательно, возможность распространения огня в 1908 г.