
ОРИГИНАЛЬНЫЕ
СТАТЬИ

УДК 630*43:93

ОЧЕРК ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЛЕСНОЙ ПИРОЛОГИИ

© 2015 г. П. А. Цветков

*Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28*

E-mail: tsvetkov@ksc.krasn.ru

Поступила в редакцию 13.05.2015 г.

Лесная пирология зародилась в недрах лесоводства в конце XIX в. Ее основоположником в России является академик И. С. Мелехов. Он определил лесную пирологию как науку о природе лесных пожаров, их последствиях, методах борьбы с ними и их позитивной роли. Выйдя из недр лесоводства, лесная пирология оформилась в самостоятельную науку, которая развивается как теория и практика охраны лесов. Выделение ее в отдельную отрасль знания произошло в результате многочисленных исследований, обнаруживших, что лесные пожары являются важнейшим условием лесообразования, а также эколого-эволюционным фактором, имеющим планетарное значение. Формирование лесов, размещение их по территории, состояние, продуктивность во многом определяются пожарами. В статье дан исторический обзор основных этапов, пройденных лесной пирологией в России от зарождения до дальнейшего становления и развития, и выделено пять временных периодов с указанием конкретных сроков. Представлена общая картина состояния науки о лесных пожарах в России. Отмечено, что с организацией в 1959 г. в составе Института леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО АН СССР лаборатории лесной пирологии наука о лесных пожарах получила академическое признание, а лесопирологические исследования в Сибири приняли системный, целенаправленный характер. Показаны вклад российских ученых в разработку проблемы лесных пожаров и их достижения, получившие международную известность.

Ключевые слова: *лесная пирология, обзор основных этапов развития.*

DOI: 10.15372/SJFS20150501

ВВЕДЕНИЕ

Первые знания о лесных пожарах и их последствиях начали формироваться более 150 лет назад. В России лесопирологическая наука прошла длительный путь от зарождения в недрах лесоводства до становления в качестве самостоятельной отрасли знаний. Термин «лесная пирология» впервые употребил профессор М. Е. Ткаченко в связи с появлением публикаций по лесоводству, в которых отражены наблюдения за воздействием пожаров на лес. Лесоводство при разработке методов выращивания леса, способов рубок, формирования насаждений, повышения их продуктивности не может не учитывать роли огня. Именно

лесоводами проведены первые наблюдения за пожарами и их последствиями, поэтому есть все основания утверждать, что лесная пирология зародилась в недрах лесоводства.

Основоположником лесной пирологии у нас в стране является академик И. С. Мелехов, определивший лесную пирологию как науку о природе лесных пожаров и их последствиях, методах борьбы с ними, а также их позитивной роли в лесу. При этом результаты изучения природы пожаров составляют ее теоретическую основу, а другие разделы – прикладную часть.

Развитие любой науки тесно связано с общественным строем страны и уровнем развития экономики. В истории отечественной

лесной пирологии условно можно выделить несколько основных периодов. К **первому периоду** мы относим конец XIX и первые два десятилетия XX в. Это период ее зарождения. Исследования носили отрывочный, несистематизированный характер. Вопросы пожаров рассматривались в курсе «Лесоводство», который содержал раздел «Лесоохранение».

Второй период охватывает 30–40-е гг. – время становления лесной пирологии как науки, когда начались систематические исследования природы лесных пожаров и стала применяться авиация для охраны лесов.

Третий период – 50–60-е гг., когда лесная пирология получила признание в качестве самостоятельной отрасли знания. В этот период ведется изучение природы лесных пожаров на Урале, в Сибири, на Дальнем Востоке. Начаты фундаментальные работы по физике и химии горения при лесных пожарах, стали применяться математические методы моделирования пожаров.

Четвертый период – с 70-х гг. до конца XX в. – отличался интенсивной разработкой аэрокосмических методов исследования лесных пожаров, широким применением математического моделирования процессов их возникновения, распространения и локализации. В 90-е гг. произошли кардинальные перемены государственного строя в стране, что повлияло на развитие лесной пирологии. В этот период стало развиваться международное сотрудничество по исследованию экологической роли лесных пожаров, их воздействия на среду крупных регионов и биосферу в целом. Намечена программа работ по пожарам в бореальных лесах Евразии и Северной Америки.

Наконец, **пятый период** охватывает первые годы XXI в. Для него характерна смена парадигмы в охране лесов от пожаров. В новой экономической ситуации назрела необходимость перехода от концепции пожаротушения, предусматривающей борьбу со всеми возникшими пожарами, к концепции пожароуправления, базирующейся на системе прогноза поведения пожаров, принципе приоритетно-выборочной очередности тушения и дифференциации уровней охраны лесов.

Автор не ставил своей задачей выполнить аналитический обзор литературы по проблеме лесных пожаров за всю эпоху отечественной лесной пирологии. В статье предпринята по-

пытка дать исторический очерк основных этапов ее развития, представить общую картину состояния науки о лесных пожарах. При этом очевидно, что одна статья не может обеспечить исчерпывающего освещения этой большой темы.

В работе частично использованы неопубликованные материалы профессора Н. П. Курбатского из архива лаборатории лесной пирологии Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН.

ЗАРОЖДЕНИЕ ЛЕСНОЙ ПИРОЛОГИИ

Как уже отмечено, лесная пирология зародилась в недрах лесоводства. Одной из первых обстоятельных публикаций по вопросам лесных пожаров, имевших определенное значение для последующего развития лесной пирологии, была книга Н. С. Шафранова «Лесоохранение», вышедшая двумя изданиями в 1871 и 1876 гг. В книге рассмотрены вопросы возникновения пожаров, их предупреждения и тушения, даны рекомендации по элементарному противопожарному устройству лесов.

В этот период стали различать низовые, верховые и подземные (торфяные) пожары. Появились рекомендации по очистке вырубок от порубочных остатков в качестве меры предотвращения на них интенсивных пожаров. Для ограничения распространения огня рекомендовалось прокладывать просеки и минерализованные полосы. Начали строить пожарные наблюдательные пункты. Это были элементы простейшего противопожарного устройства лесов.

На развитие лесной пирологии в России существенное влияние оказали публикации И. Н. Лихошерстного (1914) и Д. Коссовича (1915). В первой из них описана связь характера пожара с особенностями типа леса, которая легла в основу последующих исследований природы пожаров и используется до сего времени. Во второй статье приведена программа противопожарного устройства лесов. Рекомендовалось создавать пруды-водоемы для тушения пожаров, устраивать «смотровые пункты», на квартальных просеках прокладывать минерализованные полосы и ликвидировать захламленность леса.

Возникновение пожаров связано с характером погоды, с влажностью воздуха. Первые наблюдения показали, что пожары возможны при относительной влажности воздуха менее 60 %, и чем она меньше, тем больше сила и выше скорость распространения пожара (Шапиро, 1924). Эти указания были первым шагом в прогнозировании возникновения лесных пожаров.

Актуальность лесопожарной проблемы стала особенно очевидной после катастрофических пожаров в Сибири в 1915 г., охвативших около 12.5 млн га лесного фонда, однако первая мировая война и последующая революция задержали становление отечественной лесной пирологии.

В 20-е гг. и позже исследования в интересах лесного хозяйства проводили региональные опытные станции и опытные лесничества, организованные еще в начале XX в. В этот период в печати появились статьи, имеющие принципиальное значение для развития лесной пирологии. Опыт первой мировой войны показал возможность использования самолетов для обнаружения и разведки пожаров, доставки сил и средств пожаротушения. Первая публикация по этому вопросу появилась в 1924 г. (Новосельский, 1924), а опытные работы начались в 30-е гг. Теперь авиалесоохрана в России стала важным звеном борьбы с пожарами.

В конце 20-х гг. Л. И. Яшнов (1930) уточнил существовавшую классификацию лесных пожаров: разделил низовые пожары на беглые и устойчивые, а верховые – на «ураганный огонь» и устойчивый «повальный пожар». Это была первая классификация, принятая практикой, которая в своей основе применяется до настоящего времени. В это же время начато изучение горимости насаждений в связи с типами леса.

ВТОРОЙ ПЕРИОД

Продлился с 30-х до 50-х гг. XX в. 30-е гг. – период интенсивного развития лесопирологических исследований. Проблема лесных пожаров стала предметом систематической разработки в 1933 г., когда в ЦНИИЛХе в составе сектора защиты леса была организована пожарная группа. Руководителем ее стал П. П. Серебренников. Работы велись как по

природе пожаров, так и по борьбе с ними (Серебренников, Матренинский, 1937, 1940). В эти годы издан сборник статей, посвященных исследованиям по лесоводству и лесным пожарам (Исследования по лесоводству, 1931). Инициатором был профессор М. Е. Ткаченко – в то время лидер лесоводственной науки в России. Три крупные статьи в сборнике посвящены влиянию пожаров на лес.

В этот период природу пожаров исследовали преимущественно в двух аспектах: возникновения и распространение горения. Возникновение пожаров рассматривалось в связи с источниками огня, влиянием атмосферных факторов на загорание, особенностями и состоянием объектов горения. В. Г. Нестеров (1939) выделил температуру и влажность воздуха, осадки, скорость ветра, облачность и атмосферное давление. Результаты этих исследований внесли определенную ясность в понимание условий возникновения пожаров.

Влияние особенностей и состояния леса на горимость исследовал В. В. Матренинский (Серебренников, Матренинский, 1937), установивший, что пожар обычно начинается с загорания напочвенного покрова и подстилки. Возникновение, распространение и развитие пожаров автор ранжировал по типам леса и сформулировал понятие о проводнике пламени, которое в дальнейшем приобрело принципиальное значение в лесной пирологии.

Вопросы лесопожарной профилактики в эти годы наиболее полно разработал В. Г. Нестеров (1939). Он предложил устраивать разрывы и просеки как дополнение к существующим естественным и искусственным барьерам. Разрывы Нестерова – это прототипы современных противопожарных заслонов. Были разработаны типовые проекты пожарных наблюдательных вышек.

В эти же годы начаты работы по применению химических веществ для тушения пожаров и для создания заградительных полос перед кромкой низового пожара, разработана техника тушения пожаров водой. Для этого в ЦНИИЛХе сконструировали мотопомпу, обеспечивающую подачу воды на расстояние до 500 м. В плане тактики тушения пожаров стали различать стадии: окружение пожара, фронтальная атака, сведение пожара на клин. Для тушения верховых пожаров В. Г. Нестеров предложил пускать огонь отжига с появле-

нием встречной тяги. Он утверждал, что огонь отжига под влиянием тяги перед встречей с фронтальной кромкой поднимется в полог леса, столкнется с огнем пожара и подавит его. Однако эти предложения не нашли практического применения. Произошли существенные изменения в технике тушения подземных пожаров: стали использоваться насосные агрегаты. Для прокладки канав применяли канавкопатели, а также взрывчатые вещества. Это были достижения в пожаротушении того времени.

Для охраны лесов использовалась авиация. Впервые это произошло в Нижегородском крае в 1931 г. Применяли самолеты У-2, АП и Ш-2. В 1934 г. принята «Инструкция по воздушной охране лесов от пожаров». В 1936 г. Наркомлес СССР организовал Всесоюзный трест лесной авиации. К началу второй мировой войны в нем насчитывалось 60 самолетов. Патрулированием было охвачено 109 млн га лесного фонда. Парашютистов-пожарных начали обучать взрывному делу для прокладки минерализованных полос. Первые опыты по применению взрывчатки проведены П. П. Серебренниковым в 1934 г. в Московской области. По инициативе Г. А. Мокеева разработали конструкцию и организовали изготовление ранцевых лесных огнетушителей. Авиационная экспедиция ЦНИИЛХа в 1935 г. провела первые успешные опыты по использованию радиосвязи «самолет – леспромхоз». В результате значение лесопожарной авиации возросло.

В 40-е гг. И. С. Мелехов и В. Г. Нестеров защитили первые в стране докторские диссертации по лесной пирологии, которые существенно продвинули ее развитие в теоретическом и прикладном направлениях.

Диссертация И. С. Мелехова (1944) «О теоретических основах лесной пирологии» посвящена обоснованию лесной пирологии как новой отрасли лесоводственных знаний. Автор определил ее структуру, указал направление развития и задачи. Тем самым лесная пирология получила статус самостоятельной науки. Понятие «природа лесных пожаров» также предложено И. С. Мелеховым (1947). Он доказал, что природа пожаров связана с природой леса, в связи с чем основные категории лесных участков по пожароопасности

были разделены на пять классов. Это имело большое практическое значение и применяется до настоящего времени. Было расширено представление о лесных пожарах и разработана их классификация, а также положено начало изучению пожарной травматологии.

Под руководством И. С. Мелехова его ученики и последователи на протяжении многих лет успешно исследовали проблему лесных пожаров. В результате сложилась научная школа лесных пирологов, чьи работы оказали большое влияние на развитие лесной пирологии в России.

Диссертация В. Г. Нестерова (1949) посвящена горимости лесов и методам ее определения. Он установил связь горимости напочвенного покрова с температурой, относительной влажностью и дефицитом влажности воздуха, а также с числом дней после дождя. Разработанный им комплексный показатель служит мерой степени засухи. Позднее была создана шкала пожарной опасности погоды. Комплексный показатель в модернизированном виде и шкала используются до сих пор. Для противопожарного устройства он предложил разделять лесные участки по горимости на три класса в зависимости от древесной породы и влажности почвы. Таким образом, В. Г. Нестеров положил начало решению важной задачи – определению и прогнозированию горимости леса, что явилось существенным вкладом в развитие лесной пирологии.

В 1949 г. образована Центральная база авиационной охраны лесов, осуществлявшая руководство всей системой авиалесоохраны страны. Авиационная охрана стала единой централизованной структурой, обеспечивающей тушение лесных пожаров на труднодоступной территории лесного фонда. В это время разрабатывались и другие прикладные разделы лесной пирологии, в частности вопросы организации тушения возникающих пожаров. В связи с применением огнегасящих химикатов стали создавать пожарно-химические станции.

В целом можно отметить, что в это время были определены содержание и задачи лесной пирологии. Благодаря достижениям и накопленным знаниям о природе лесных пожаров она получила признание в качестве самостоятельной отрасли знания.

ТРЕТИЙ ПЕРИОД

Охватывает 50–60-е гг. и характеризуется интенсивным развитием фундаментальных и прикладных исследований в лесной пирологии. В 1950 г. в ЛенНИИЛХе создан отдел охраны лесов от пожаров. Организатором и заведующим отделом был назначен Н. П. Курбатский. Отдел стал главным в стране научно-техническим центром по разработке средств и способов борьбы с лесными пожарами.

Основным в лесной пирологии является понятие о лесном пожаре. До начала 50-х гг. оно было неопределенным. С. П. Анцышкин (1957) предложил считать лесным пожаром стихийное распространение огня по лесной территории. Позднее Н. П. Курбатский (1962) уточнил это определение, называя лесным пожаром неуправляемое горение, распространяющееся по лесной площади. Это определение более правильное, поскольку сущность лесного пожара заключается в понятии «горение», а не в факте его распространения. Выработанное понятие лесного пожара явилось важной ступенью развития теоретических основ лесной пирологии.

В этот же период начаты исследования лесных горючих материалов и разработка их классификации. Опыты показали, что горение при пожарах начинается с лишайников, мхов, опада, подстилки. Это первая, наиболее активная группа горючих материалов. Впоследствии была разработана их детальная классификация (Курбатский, 1970).

В результате наблюдений установлено, что для продвижения горения по слою горючего необходимо, чтобы при сгорании некоторого его количества выделяющегося тепла хватало для подготовки к воспламенению такого же количества горючего. Если тепла выделяется с избытком, то происходит ускорение горения, при недостатке – замедление и потухание. Для практики охраны лесов была разработана классификация лесных пожаров по их силе. Классификации пожаров и лесных горючих материалов применяются до настоящего времени.

В конце 50-х гг. выявлен механизм возникновения и распространения верховых пожаров. Установлено, что верховой пожар возникает из низового в результате его усиления. При этом огонь низового пожара является

обязательной составной частью верхового. Происходит развитие (усложнение) низового пожара в более сложный вид. Это возможно в древостоях с низко опущенными кронами, в разновозрастных насаждениях со ступенчатой сомкнутостью, при густом подросте и подлеске, на захламленных участках, при ветре большой скорости, а также на крутых склонах. Для распространения горения с напочвенного покрова на полог древостоя необходимо, чтобы тепло, выделяющееся при низовом пожаре, было достаточным для прогрева и воспламенения нижней части полога. С. М. Вонский (1957) установил основные факторы, определяющие интенсивность горения при низовых пожарах, и сделал соответствующие расчеты. В. П. Молчанов (1957) выполнил расчеты теплового баланса для некоторых сосновых насаждений, которые показали, что при верховом пожаре горение по пологу древостоев без поддержки низового огня самостоятельно распространяться не может. Проведенные исследования послужили основой для теоретического обоснования механизма скачкообразного распространения фронтальной кромки верхового пожара (Курбатский, 1962). Понятие о развитии низового пожара в верховой и научная интерпретация этого процесса являются значительными достижениями в лесной пирологии.

В возникновении, распространении и развитии лесных пожаров наблюдаются определенные закономерности. На территории европейской части страны продолжительность пожароопасного сезона сокращается по мере возрастания широты местности. Соответственно этому в зависимости от сроков схода снега весной и выпадения осенних дождей И. С. Мелехов (1946) выделил пожарные пояса и определил продолжительность пожароопасных сезонов в них. Г. А. Мокеев (1965) распространил границы поясов на Сибирь и Дальний Восток.

Опыт применения единой шкалы горимости Нестерова выявил ее существенный недостаток. При одинаковом классе пожарной опасности по условиям погоды горимость лесов оказалась различной: в сосняках на песчаных почвах она была высокой, а в ельниках – низкой. В связи с этим Н. П. Курбатский (1954) предложил идею местных шкал пожарной опасности и разработал методику

их составления. Эта идея получила широкое практическое применение и оказала большое влияние на развитие лесной пирологии.

Для борьбы с пожарами продолжалась разработка методов их тушения водой, грунтом, отжигом. Создавались технические средства пожаротушения, проводились поиски огнегасящих химикатов. Так, Г. А. Амосов и Н. Н. Красавина (1953) обнаружили, что соли соляной, серной и азотной кислот в водных растворах действуют на горение охлаждающе. Для прекращения доступа воздуха в зону горения испытывалась специальная пена. Для увеличения смачивающей способности воды А. М. Симский (1959) предложил применять поверхностно-активные вещества, повышающие ее огнегасящую эффективность.

Совершенствовались методы тушения пожаров отжигом. Для его пуска взамен широкой минерализованной полосы было предложено прокладывать плужную борозду шириной 25–50 см, которая образует замкнутый контур вокруг пожара или примыкает к непреодолимым для пожара препятствиям. Для ускорения выжигания его рекомендовалось пускать двумя–тремя последовательными волнами, а также применять метод опережающего огня либо способ «гребенки». Со временем отжиг стал широко применяться для борьбы с верховыми и сильными низовыми пожарами.

В 1952 г. на смену самолетам У-2 и Ш-2 в гражданскую авиацию начали поступать самолеты АН-2, на которых патрулирование возможно с группой парашютистов на борту. С 1956 г. в авиалесоохране стали применять вертолеты Ми-1 и Ми-4, организовали десантно-пожарную службу. Расширилось использование взрывчатых веществ для тушения пожаров. Г. А. Мокеев усовершенствовал взрывной метод создания минерализованных полос путем внедрения электровзрывателя взамен бикфордова шнура. Им было обосновано, что в лесах с густотой дорожной сети 6 км на 1000 га и более следует развивать наземную охрану, при меньшей их густоте – авиационную. Для оценки деятельности охраны разработана шкала горимости лесов. Взамен пожарных наблюдательных вышек ученый предложил устанавливать мачты с наклонными зеркалами наверху для осмотра с земли прилегающей местности. Создавались различные способы подъема на мачты.

Было уточнено понятие «лесопожарная тактика» как выбор наиболее подходящих средств и способов тушения. Новым было предложение осуществлять до начала тушения разведку пожара с использованием планов лесонасаждений, составлять кроки, прогноз его развития и план тушения. Предложена таблица способов и приемов тушения пожаров в равнинных условиях.

Заметным явлением стала публикация учебника для техникумов по охране лесов от пожаров (Анцышкин, 1957), в котором имеющиеся знания приведены в систему.

До конца 50-х гг. XX в. целенаправленные лесопирологические исследования проводились только в европейской части страны. В Сибири имели место лишь фрагментарные наблюдения за лесными пожарами и их последствиями. Ситуация изменилась, когда в 1959 г. в составе Института леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО АН СССР (ИЛиД) была создана лаборатория лесной пирологии, тем самым наука о лесных пожарах получила академическое признание. Организатором лаборатории и первым ее заведующим был Н. П. Курбатский. Первым сотрудником лаборатории стал химик Г. А. Амосов, роль которого в развитии лесной пирологии весьма значительна. Основным направлением деятельности лаборатории определено исследование природы пожаров в лесах Сибири как теоретической основы для разработки техники и тактики их тушения. С этого времени лесопирологические исследования в Сибири приняли целенаправленный, систематический характер.

Для 60-х гг. характерно всестороннее изучение природы пожаров в южно-таежных и горных лесах Западной и Средней Сибири, на Алтае и в Забайкалье. В эти годы на основе экспериментальных и теоретических исследований созданы основы учения о возникновении и развитии пожаров в лесах таежной зоны. Доказана закономерная последовательность достижения лесами состояния, при котором они могут гореть (состояние пожарной зрелости). Эта последовательность является одной из основных закономерностей, определяющих возникновение лесных пожаров (Курбатский, 1962, 1964). Полученные результаты исследований природы лесных пожаров в со-

вокупности являются важной частью теоретических основ лесной пирологии.

Важным этапом в развитии отечественной лесной пирологии была защита Н. П. Курбатским в 1965 г. докторской диссертации «Пожары тайги, закономерности их возникновения и развития». В ней обобщены материалы многолетних исследований автора по проблеме лесных пожаров, проведенных в европейской части страны и в Сибири. Эта работа обогатила науку новыми знаниями о природе пожаров в таежной зоне и борьбе с ними и оказала большое влияние на дальнейшее развитие лесной пирологии. Исследования лесных пожаров в Сибири под руководством Н. П. Курбатского приобрели комплексный характер путем объединения усилий специалистов разного профиля. В результате в Красноярске сложилась авторитетная научная школа сибирских лесных пирологов, из которой вышло 5 докторов и около 20 кандидатов наук. Они и сегодня продолжают развивать идеи своего учителя.

В конце 60-х гг. в составе лаборатории лесной пирологии ИЛиД организована группа по изучению горения при лесных пожарах с целью поиска новых, более эффективных средств их тушения. Основные результаты этих исследований опубликованы в монографии Э. В. Конева (1977). В этот период стало внедряться плановое противопожарное устройство лесов на основе разработанных и утвержденных проектов. Возникла необходимость в разработке генеральных планов противопожарного устройства лесов областей, краев и автономных республик. Впервые такой план по собственной методике разработан А. М. Стародумовым (1960) для Хабаровского края. В 1968 г. институтом «Союзгипролесхоз» созданы «Временные методические указания по составлению генеральных планов противопожарного устройства лесов областей (краев, АССР)», а также «Рабочие правила по проведению изысканий в лесохозяйственных предприятиях к составлению генеральных планов противопожарного устройства лесов области (края, АССР)».

С середины 60-х гг. ЛенНИИЛХом совместно с Главной геофизической обсерваторией им. А. И. Воейкова под руководством Е. С. Арцыбашева начаты исследования по разработке метода искусственного вызывания осадков из облаков с целью тушения лесных

пожаров. Первые шаги в этом направлении предприняты в нашей стране еще в 1921 г. В. И. Виткевичем. С 1947 г. начаты исследования и опытные работы по воздействию на облака с самолетов. Сущность данного метода заключается во внесении в верхнюю переохлажденную часть облаков специальных реагентов, способствующих быстрому росту ядер кристаллизации, являющихся центрами образования капель воды. Первые опыты по тушению крупных лесных пожаров методом искусственных осадков под руководством Е. С. Арцыбашева проведены в 1966 г. на территории Ленинградской области, а в 1967–1969 гг. – в Красноярском и Хабаровском краях (Арцыбашев, Губин, 1970). В 1970–1971 гг. на территориях Якутской АССР, Красноярского и Хабаровского краев, Иркутской области этим способом потушен 71 крупный пожар на общей площади около 120 тыс. га (Арцыбашев, 1973). Данная разработка – принципиально новый способ борьбы с крупными лесными пожарами.

Важной ступенью в развитии отечественной лесной пирологии стало создание классификации лесных горючих материалов (ЛГМ). По роли в возникновении, распространении и развитии пожаров выделено три класса ЛГМ: проводники горения, поддерживающие горение и задерживающие распространение горения (Курбатский, 1970). Эта классификация получила свое развитие в многочисленных работах и применяется в лесном хозяйстве до сих пор.

Появился ряд серьезных публикаций по лесным пожарам и борьбе с ними. В 1962 г. вышла монография Н. П. Курбатского «Техника и тактика тушения лесных пожаров», в которой обобщены результаты многолетних исследований по проблеме. Она на долгие годы стала настольной книгой лесных пирологов. В 1965 г. опубликован сборник «Современные вопросы охраны лесов от пожаров и борьбы с ними» под редакцией И. С. Мелехова, в котором изложены результаты исследований сотрудников ЛенНИИЛХа. В Москве издательство «Наука» выпустило два сборника статей сотрудников лаборатории лесной пирологии ИЛиД (Лесные пожары и борьба с ними, 1963; Возникновение лесных пожаров, 1964). Опубликованы монографии, посвященные технологии выжигания шелкопрядников (Фуряев,

1966), лесным пожарам в горах Южной Сибири (Софронов, 1967), влиянию ветра на лесной пожар (Валендик, 1968). В издательстве «Лесная промышленность» вышла книга по исследованию природы лесных пожаров на Дальнем Востоке (Стародумов, 1966). Переведена на русский язык книга американского пиролога Дэвиса с соавторами «Forest fire: control and use» (Davis et al., 1959). Эти публикации внесли большой вклад в развитие отечественной лесной пирологии того времени и определили направления дальнейших исследований.

ЧЕТВЕРТЫЙ ПЕРИОД

Продлился с 70-х гг. до конца XX в. Для 70-х гг. характерны два чрезвычайно пожароопасных сезона в таежных лесах страны. В 1972 г. сложилась тяжелая пожарная обстановка в европейской части Советского Союза, когда огнем были охвачены большие площади лесов. В 1976 г. аналогичная ситуация наблюдалась в лесах Дальнего Востока. Это обусловило принятие ряда законодательных и нормативных документов, а также проведение организационно-хозяйственных мероприятий, направленных на улучшение охраны лесов от пожаров в стране. В 1972 г. вышло Постановление Совета Министров СССР «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов», издано «Положение о государственной лесной охране СССР». Аналогичное положение предусматривалось для союзных и автономных республик, краев и областей.

Важным событием для развития лесной пирологии, координации научных исследований в стране было создание в составе Научного совета АН СССР по проблемам леса секции лесной пирологии во главе с проф. Н. П. Курбатским.

Проблема лесных пожаров комплексная, поэтому к ее разработке стали привлекаться ученые различных институтов: химической физики, радиотехники и электроники, оптики атмосферы, горного дела, биологии и др. Активизировались исследования в вузах: Сибирском технологическом институте, Томском государственном университете, Уральском лесотехническом институте.

Быстрое развитие лесной пирологии требовало координации исследований и разра-

боток. В связи с этим по инициативе секции лесной пирологии Научного совета по проблемам леса стали регулярно проводиться координационные совещания (1971, 1973, 1975, 1978, 1984 гг.). По их итогам публиковались тематические сборники по вопросам лесной пирологии с наиболее важными результатами, полученными учеными нашей страны.

В 1978 г. проведено первое Всесоюзное совещание «Горение и пожары в лесу». На его заседаниях рассмотрено состояние охраны лесов от пожаров в СССР, подведены итоги исследований в разных регионах страны, намечены перспективы и задачи. По решению совещания проф. Н. П. Курбатским разработана целевая программа «Лесные пожары». Необходимость программы обусловлена актуальностью и сложностью проблемы, потребностью объединения и координации усилий большого числа специалистов разного профиля. Программа явилась результатом обобщения существующих знаний и представляла собой открытую систему взаимосвязанных научных направлений и тем для исследования проблемы лесных пожаров. Лесная пирология к этому времени достигла понимания в определении предмета и задач исследования, терминологической согласованности, созрела как самостоятельная научная дисциплина (Курбатский, 1967, 1991).

До середины 70-х гг. лесную пирологию в техникумах и вузах преподавали в курсе «Лесоводство». В 1975 г. она была выделена в отдельную дисциплину, что было важным шагом в плане улучшения подготовки специалистов по охране лесов от пожаров.

В 1978 г. в Красноярске Всесоюзный научно-исследовательский институт механизации лесного хозяйства преобразован во Всесоюзный научно-исследовательский институт противопожарной охраны лесов и механизации лесного хозяйства (ВНИИПОМлесхоз). Это был прогресс в развитии прикладной лесопожарной науки в Сибири и стране в целом. Сотрудниками ВНИИПОМлесхоза разработан ряд лесопожарных агрегатов на базе гусеничной техники, комплекты ручных инструментов для парашютистов и десантников, индивидуальных и коллективных средств защиты на пожаре. Созданы малогабаритные технические средства для лесопожарных работ (воздуходувки, ранцевые лесные огнетушители и

т. д.). Использование лесопожарных технических средств создало основу для повышения эффективности работы лесной охраны. К сожалению, в 2008 г. распоряжением Правительства РФ ВНИИПОМлесхоз был ликвидирован, что отрицательно сказалось на развитии прикладной лесопожарной науки в стране. Видимо, понимая это, Рослесхоз в 2011 г. создал в Красноярске небольшую лабораторию, ориентированную на лесопожарную тематику, как отделение Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства.

Большое значение для практической организации охраны лесов от пожаров в масштабах страны имело принятие лесопожарной стратегической концепции, на основе которой должна проводиться техническая политика государства в области лесопожарной охраны. Концепция сформулирована Н. П. Курбатским и представляла собой «гибкое сочетание всех видов лесопожарной профилактики с высокой оперативностью в обнаружении и ликвидации пожаров в соответствии с местными природными условиями и уровнем интенсивности лесного хозяйства» (1971, с. 65). Предложенная стратегическая концепция учитывалась при организации охраны лесов как в стране в целом, так и в краях, областях и даже в лесах.

В 70-е гг. продолжала развиваться и совершенствоваться авиалесоохрана. В ее составе было 13 территориальных авиабаз, около 8 тыс. парашютистов и пожарных-десантников. Стали использоваться вертолеты Ми-2, Ми-8, Ка-26, позднее – Ми-6. Было разработано снаряжение, которое позволяло парашютистам высаживаться непосредственно у пожара. Для десантников-пожарных создали спусковые устройства. Введена диспетчерская служба, что повысило оперативность в ликвидации пожаров. В эти же годы ЛенНИИЛХ, ГосНИИГВФ и Центральная база авиационной охраны лесов провели большие опытные работы по тушению пожаров с гидросамолета Ан-2В (Ан-2П).

В начале 70-х гг. в ЛенНИИЛХе создана лаборатория математических методов исследования под руководством Г. Н. Коровина. Основным направлением работы лаборатории было решение проблем охраны лесов от пожаров с использованием современных математических методов. На начальном этапе ее

сотрудниками разработаны математические модели для оптимизации планирования структуры и состава самолетно-вертолетного парка, численности и состава авиапожарной службы. Созданы алгоритмы и программы расчета оптимального размещения систем обнаружения и тушения лесных пожаров. Выполнены работы по оптимизации маршрутов авипатрулирования. Разработаны методика, модели и программы расчета оптимальных стратегий и распределения ресурсов авиалесоохраны, площадных нагрузок на летательные аппараты и расписания патрульных полетов. Созданы алгоритмы и программы расчета времени с момента возникновения пожара до его обнаружения, а также на доставку и высадку команд к пожару, методы расчета скорости распространения, нарастания площади и периметра пожара, времени его тушения (Алгоритмы..., 1974; Расчет..., 1974; Коровин и др., 1976; Коровин, 1977). Совокупностью математико-вероятностных моделей, разработанных лабораторией, созданы основы автоматизированной системы управления охраны лесов от пожаров.

В этот же период выполнен большой цикл работ сотрудниками ЛенНИИЛХа под руководством С. М. Вонского по определению природной пожарной опасности в лесу и совершенствованию показателя пожарной опасности по условиям погоды (Вонский и др., 1975, 1981; Вонский, Жданко, 1976). Ими предложен новый метод расчета природной пожарной опасности, дающий возможность расчетным путем устанавливать влажность живого напочвенного покрова, подстилки и торфа и таким образом определять возможность возникновения низовых, подстильно-гумусовых и торфяных пожаров, рассчитывать их параметры. Метод ценен тем, что позволяет характеризовать и прогнозировать природную пожарную опасность на лесной территории.

Для разработки новых показателей оценки пожарной опасности по условиям погоды (ПВ-1 и ПВ-2) использованы те же метеорологические элементы, что и в комплексном показателе Нестерова. Принципиальными отличиями расчета являются более детальный учет выпадающих осадков и разработка для каждого показателя специальной таблицы, определяющей изменения влажности напочвенного покрова (ПВ-1) и лесной подстилки (ПВ-2)

после осадков разной величины. Разработанные показатели влажности позволяют более точно определять класс пожарной опасности насаждений по условиям погоды.

По инициативе Н. П. Курбатского в Сибири начали активно применять математические методы для решения лесопирологических задач. Основное внимание сосредоточили на разработке моделей динамики лесных пожаров, расчете скорости распространения огня, прогнозе контуров горящей кромки. Были разработаны алгоритмы для прогнозирования параметров пожаров и пространственной интерполяции показателей пожарной опасности в лесу по условиям погоды (Воробьев, Доррер, 1974; Дорогов, 1974; Гришин, 1978, 1981; Доррер, 1979, 2008; Гришин и др., 1984). Созданные модели и алгоритмы могут быть использованы для прогноза распространения лесных пожаров и задач пожароуправления. Многие из этих работ получили развитие и успешно продолжают до настоящего времени.

В начале 70-х гг. начаты многолетние работы, посвященные изучению природы лесных пожаров и состояния охраны лесов в бассейне оз. Байкал. В рамках долгосрочной программы комплексного изучения лесов Байкальского бассейна, разработанной академиком А. Б. Жуковым, развернуты исследования с целью совершенствования системы охраны лесов от пожаров. Общее методическое руководство исследованиями осуществляли Н. П. Курбатский и М. Д. Евдокименко. Начальником экспедиционного отряда был Н. М. Баранов. В результате исследований получены новые знания о природе лесных пожаров и восстановлении лесов в специфических условиях Забайкалья. Изучен процесс высыхания лесных горючих материалов в связи с ходом погоды и установлена последовательность наступления пожарной опасности по типам леса. Определена дифференциация байкальских лесов по степени природной пожарной опасности. Разработаны рекомендации по совершенствованию охраны. К 80-м гг. уровень охраны байкальских лесов от пожаров позволял оперативно обнаруживать и тушить очаги возгорания, но на рубеже веков в результате проводимых реформ лесного хозяйства, вызвавших регресс в лесном комплексе страны, резко возросла горимость лесов Байкальского региона. Масштабы и ча-

стота воздействия антропогенных пожаров на светлохвойные леса Забайкалья многократно превышают естественную эволюционно обусловленную норму. Тяжелые экологические последствия пожаров негативно влияют на природные экосистемы, вызывая загрязнение прибрежных вод оз. Байкал (Евдокименко, 1976, 1977, 1991, 2000, 2011, 2014; Баранов, 1976; Цветков, 1976).

Каждая наука формирует свой понятийный аппарат, следование которому обуславливает понимание сущности того или иного вопроса. Однако во второй половине XX в. употребление слов и терминов в значении, отличном от общепринятого, широко распространилось в науке. Это вносило терминологическую путаницу и осложняло общение между специалистами. Упорядочение терминологии лесной пирологии было особенно необходимо в связи с ее быстрым развитием. Учитывая это, Н. П. Курбатский (1972) разработал систему из 326 пирологических терминов. Системность терминологии выразилась в согласованности содержания терминов и понятий. В целом в 70-е гг. отечественная лесная пирология интенсивно развивалась. Ее включили в учебную программу вузов как отдельный предмет.

Для 80-х гг. характерны широкий охват проблем лесных пожаров и большая организаторская работа Научного совета АН СССР по проблемам леса, направленная на развитие лесной пирологии в стране. Это стимулировало и направляло исследования по лесопожарной проблеме в более чем 20 академических и отраслевых институтах, а также в вузах в рамках целевой программы «Лесные пожары». В эти годы интенсивно разрабатывались методы космического лесопожарного мониторинга. Определены его задачи: оценка пожарной обстановки крупных регионов, обнаружение лесных пожаров, оценка пройденной огнем площади и последствий. Продолжалось изучение послепожарной динамики насаждений на ландшафтной основе, а также способов создания пожароустойчивых сосновых лесов. Разрабатывались методы выявления, картирования и интерпретации послепожарного состояния лесных экосистем.

Интенсивно развивались методы математического моделирования процессов возникновения, распространения и локализации

пожаров. Разработана общая математическая модель лесных пожаров (Гришин, 1981). Созданы математическая теория верховых пожаров и модели процесса их распространения (Гришин и др., 1983, 1984). Общая модель ценна тем, что по ней можно оценивать степень адекватности более простых уравнений, получать совокупность критериев подобия, что важно для физического моделирования лесных пожаров, однако общая модель сложна для практической реализации.

В эти годы получили развитие многие направления прикладных исследований, таких как лесопожарное районирование зоны БАМ с рекомендациями по охране, разработка мероприятий по улучшению охраны лесов на территории Ангаро-Енисейского и Канско-Ачинского топливно-энергетических комплексов, а также районов Забайкалья. Совершенствовались методы профилактики низовых пожаров в заболоченных лесах. Большое внимание уделялось противопожарному устройству лесов как на региональном, так и на государственном уровне. Союзгипролесхоз разработал «Указания по проектированию противопожарных мероприятий в лесах СССР» (Душа-Гудым, 1982). Для регионов рекомендовалось создание генеральных планов противопожарного устройства лесов, а для лесхозов – технические проекты как составная часть генпланов. Новым при этом было определение необходимого уровня охраны, который предложено выражать «условно допустимой средней площадью пожара» и «допустимым временем бесконтрольного распространения пожара». Составление «Указаний по проектированию противопожарных мероприятий в лесах СССР» на тот момент явилось заключительным этапом в разработке методики планирования противопожарного устройства лесных территорий.

В конце 80-х гг. в составе авиалесоохраны было 19 территориальных авиабаз, которые полностью охраняли 75 % территории лесов, 20 % территории патрулировали, и лишь 5 % площади лесов приходилось на долю наземной охраны. В эти годы разработаны и внедрены планирующая парашютная система «Лесник-2», спусковое устройство роликового типа СУ-Р, малогабаритные высоконапорные мотопомпы. Таким образом, авиационная охрана лесов стала единой современной системой,

вооруженной новейшими для того времени достижениями науки и техники.

В этот период получены новые данные о возникновении крупных, преимущественно верховых, пожаров. Исследованы условия их возникновения, распространения и развития. Установлено, что крупный пожар в начальной стадии возникает как «взрывной» и может принимать форму пятнистого, так как горящие частицы разносятся перед его фронтальной кромкой на 300–500 м, образуя новые очаги горения (Валендик, 1990).

Возникло новое направление в районировании – пирологическое (включая картографирование) как один из видов природного районирования, которое развивали М. А. Софронов и А. В. Волокитина (1990). Принципиальным отличием его от лесопожарного районирования является разделение лесного фонда на однородные в пирологическом отношении части независимо от административных границ. При этом объектом районирования служат не сами пожары, а условия их возникновения, распространения, развития и последствия. Пирологическое районирование выполнено для территории СССР в разрезе пирологических областей. Новое направление в районировании лесов имеет большое научное, учебное и практическое значение.

Для Дальнего Востока на основе многолетних исследований выявлены основные закономерности пространственно-временного распределения лесных пожаров, определены его зонально-географические особенности, разработано лесопожарное районирование. Создана генетическая классификация лесных горючих материалов. Выявлен и исследован новый вид пожара – дерновый. Разработаны принципы и методы формирования насаждений пожароустойчивой структуры. Изучены негативные и позитивные последствия пожаров и влияние их на формирование лесов в различных зонально-географических условиях (Шешуков, 1988).

Весьма ценной является разработка методики количественного выражения пожарной опасности участков леса по лесорастительным условиям. Для различных районов Хабаровского края дана характеристика потенциальной пожарной опасности лесов. Обобщен большой практический опыт предотвращения и тушения дальневосточных лесных пожаров

в самых экстремальных растительных и погодных условиях (Телицын, 1988).

Результаты исследований в совокупности составляют единую систему знаний о природе лесных пожаров и способах борьбы с ними на Дальнем Востоке.

В 70-е и 80-е гг. начаты исследования природы пожаров в лесах криолитозоны. Н. П. Курбатский и П. А. Цветков (1987) сформулировали основные задачи исследования природы лесных пожаров на многолетней мерзлоте. Начало лесопирологическим работам в криолитозоне было положено в Якутии и на Крайнем Северо-Востоке Сибири. Детально изучены гари Южной Якутии и лесовозобновление на них. Определены стадии зарастания гарей: черная гарь, травяная, травяно-кустарниковая, лиственные молодняки, хвойные молодняки. Установлено, что лесовосстановление на гарях начинается сразу после пожара. Его характер зависит от допожарного типа леса, силы пожара, условий местопроизрастания, эколого-биологических свойств растений, источников обсеменения, захламливания гари (Чугунова, 1964).

Исследована пожароопасность сосновых и лиственничных лесов. Предложена классификация напочвенных горючих материалов по их пирологическому значению. Проведены экспериментальные выжигания для исследования непосредственного воздействия огня на древостой, подрост, живой напочвенный покров. Изучены запасы горючих материалов и их пирологические свойства (влажность, особенности горения и др.), прослежена их динамика на протяжении вегетационного периода. Выявлено, что чистые лиственничные насаждения менее пожароопасны, чем сосновые, из-за большей влажности местопроизрастаний и меньшей пожароопасности лесной подстилки (Щербаков и др., 1979).

Изучено влияние лесных пожаров на мерзлотные почвы. Установлено, что в специфических условиях криолитозоны влияние лесных пожаров на их свойства и режимы многообразно и дифференцировано по подзонам тайги. В подзоне средней тайги низовые пожары слабой и средней силы ухудшают водно-физические свойства лесных почв лишь в верхних горизонтах. В северной тайге сильные пожары значительно изменяют свойства мерзлотных почв. На гарях повышается их плотность.

Снижается кислотность почв в верхнем слое, увеличивается содержание кальция и элементов минерального питания (Тарабукина, Савинов, 1990).

Выявлены основные закономерности природной пожарной опасности и горимости лесов, разработана тактика и технология тушения лесных пожаров в зарослях кедрового стланика (Сныткин, 2002). Эти работы имели большое значение для развития лесной пирологии, поскольку знания о пожарах и их последствиях в лесах на вечной мерзлоте до этого были отрывочными и малочисленными.

Начало 90-х гг. XX в. характеризуется кардинальными переменами в государственном устройстве страны, что отразилось на науке, в том числе и на лесной пирологии. Вместе с тем в эти годы был проявлен большой интерес международным лесным сообществом к исследованиям лесных пожаров в глобальном масштабе. В 1993 и 1996 гг. проведены две крупные международные конференции: «Пожары в экосистемах бореальной Евразии» (Красноярск, 1993) и «Лес, пожар, глобальное изменение климата» (Шушенское, 1996) и намечена программа работ по исследованию роли пирогенного фактора в бореальных лесах Евразии и Северной Америки. По итогам конференции 1996 г. опубликована книга «Fire in ecosystems of boreal Eurasia». Проведен ряд всероссийских конференций с участием зарубежных ученых по математическому моделированию лесных пожаров, организованных Томским государственным университетом под руководством проф. А. М. Гришина. Эти события вызвали большой интерес мирового научного сообщества и стимулировали ряд международных проектов и соглашений по исследованию роли пожаров в формировании бореальных лесов и их вклада в глобальные циклы углерода. С 1991 г. началось научное сотрудничество ученых России с Центром глобального мониторинга пожаров, руководимым Й. Голдаммером. Он был инициатором проведения крупного пожарного эксперимента на острове Бор в Красноярском крае, который положил начало совместным работам лесных пирологов разных стран по пожароуправлению. Сотрудничество и тесное общение с иностранными коллегами обогатили отечественную лесную пирологию зарубежным опытом и знаниями, а также сделали ре-

зультаты российских ученых достоянием международной научной лесной общественности.

На новый уровень вышли лесопирологические исследования по использованию космических средств. В 1994 г. в Институте леса СО РАН (ИЛ СО РАН) был установлен комплекс приема информации со спутников TERRA и NOAA. Зона видимости комплекса охватывает около 1 млрд га. На основе спутниковой информации сотрудники ИЛ СО РАН совместно с Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов и Институтом космических исследований РАН выполнили ряд ценных разработок. Таким образом, космические средства наблюдения в 90-е гг. стали одним из важнейших компонентов лесопожарного мониторинга. На половине территории лесного фонда страны они являются основным, а на 30 % и более – единственным способом наблюдения за лесными пожарами.

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН в 1998 г. заключил долгосрочный договор по лесопожарной тематике с лесной службой Департамента сельского хозяйства США и лесной службой Министерства природных ресурсов Канады. Этот договор объединил специалистов разного профиля из институтов СО РАН и вузов Красноярска, Новосибирска, Томска, а также зарубежных коллег для комплексного исследования роли пожаров в бореальных лесах России. Были начаты крупномасштабные эксперименты в светлохвойных лесах Средней Сибири с целью моделирования поведения лесных пожаров, исследования процессов их возникновения, распространения, развития и последствий в зонально-экологическом аспекте, определения количественных характеристик основных циклов углерода на стадиях послепожарной динамики. Рост горимости бореальных лесов России представляет серьезную угрозу балансу углерода, обуславливает повышение концентрации парниковых газов в атмосфере, чем способствует глобальному потеплению климата. По экспертным оценкам, это может привести к увеличению числа и площади лесных пожаров в 1.5–2 раза.

Значительный вклад в познание роли пожаров как фактора, влияющего на процесс формирования, роста и развития лесов, внесен работами С. Н. Санникова и его сотрудников в Зауралье. Ими детально исследованы экология и география естественного возобновления

сосны обыкновенной, трансформации структуры, возобновления и эволюции биогеоценозов. Доказано, что цикличность пожаров обуславливает цикличность волн возобновления и динамику численности популяций, их пространственную структуру и импульсную пирогенную стабильность. Подробно исследовано влияние пожаров на все компоненты лесного биогеоценоза, выдвинута гипотеза импульсной пирогенной возобновляемости и стабильности сосновых лесов, предложена теория «петропсаммофитности-пирофитности» популяций этого вида. Подчеркнуто, что пожары являются одной из движущих сил микроэволюции популяций и филоценогенеза, экологическим механизмом эволюционного процесса. Введено понятие «Эволюционная пирэкология» (Санников, 1973, 1992; Санников, Санникова, 1985, 2009). Эти исследования ценны новым подходом к изучению пожаров как эколого-эволюционного фактора.

Глубокие исследования по изучению влияния пожаров на процесс лесообразования проведены В. В. Фуряевым (1996) на Алтае и в Средней Сибири. Они позволили определить основные принципы и разработать методы изучения послепожарного лесообразовательного процесса на ландшафтной основе, показать значение пожаров в формировании лесов на крупных таежных территориях. Это дало возможность разработать систему имитационного моделирования и долгосрочного прогнозирования послепожарной динамики лесов.

Процесс лесообразования после пожаров в Западной Сибири на протяжении многих лет исследовали сотрудники Западно-Сибирского филиала ИЛ СО РАН под руководством В. Н. Седых (2009). Ими изучены восстановительно-возрастная динамика лесов и биоразнообразие после пожаров. Рассмотрены пирогенные сукцессии в светло- и темнохвойных насаждениях. Показано, что огонь является фактором, стимулирующим лесообразовательный процесс и поддерживающим биоразнообразие лесных экосистем.

Известно, что общий ход послепожарного восстановления лесов во многом зависит от первого этапа лесообразовательного процесса. Этот вопрос подробно исследован в широколиственно-кедровых и темнохвойных лесах Дальнего Востока, где изучены эндогенные преобразования растительных сообществ

в ходе послепожарных лесовосстановительных сукцессий в их взаимосвязи с условиями окружающей среды (Комарова, 1986, 1992). Выявлена роль пожаров в прорастании семян, содержащихся в почве. Показаны пути и способы семенного заселения свежих гарей растениями. Изучено сукцессионное развитие с позиций системного подхода и эволюционной теории. Установлены общие закономерности послепожарного сукцессионного процесса для лесов Южного Сихотэ-Алиня. Установлено, что после воздействия пожаров характер изменения растительного сообщества определяется в основном естественным ходом развития самой растительности.

Своими трудами эти ученые значительно углубили понимание роли пожаров в процессе образования и формирования лесов, пирологических режимов и динамики послепожарного восстановления лесных экосистем.

Одной из важных задач лесной пирологии является поиск путей снижения природной пожарной опасности лесов. С 1996 г. ИЛ СО РАН совместно с Комитетом по лесу Красноярского края начали опытно-производственные работы по проведению контролируемых выжиганий на вырубках и под пологом леса. В результате разработана технология выжигания порубочных остатков на вырубках в темнохвойных и горных лесах Сибири, позволяющая снизить природную пожарную опасность вырубок и содействовать возобновлению леса на них (Валендик и др., 2000, 2001).

В связи с возрастающей антропогенной нагрузкой на леса особую актуальность приобрело исследование влияния человеческого фактора на возникновение лесных пожаров. На примере Нижнего Приангарья выполнена обстоятельная работа по изучению антропогенной пожарной опасности в лесах. Определены основные закономерности возникновения и пространственно-временного распределения лесных пожаров, разработана шкала для оценки уровня антропогенной пожарной опасности (Андреев, 1999).

В начале 90-х гг. возникло новое направление в отечественной лесной пирологии, связанное с исследованием пожаров в лесах, загрязненных радионуклидами. В 1986 г. в результате аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению подверглись огромные территории. На них ежегодно про-

исходили тысячи лесных пожаров с мощными дымовыми выбросами, поэтому в 1991 г. сотрудники лаборатории лесной пирологии Всероссийского научно-исследовательского института химизации лесного хозяйства под руководством С. И. Душа-Гудым (1998, 1999) начали специальные радиационно-пирологические исследования на западе Брянской области. Результаты показали, что основную опасность при радиоактивных пожарах представляют продукты сгорания горючих материалов – зола, пепел, недожог. Доказано, что такие пожары являются источником нового радиоактивного загрязнения территорий. Результаты исследований позволили разработать основы противопожарного устройства лесов, загрязненных радионуклидами, создать методику радиационно-пирологического мониторинга.

Серьезную проблему представляют собой пожары от молний, доля которых в разных регионах страны колеблется от 3–5 до 50–80 %. Поэтому большое значение имели исследования загорания лесов от молниевых разрядов, начатые еще в 50-е гг. XX в. (Чирвинский, 1950; Грибанов, 1953; Успенский, 1959). Позднее пожары от гроз изучались сотрудниками ИЛ СО РАН, Тюменской лесной опытной станции и Сибирского государственного технологического университета (Курбатский, 1976; Захаров, 1977; Новгородов и др., 1982; Иванов и др., 2004; Иванов, Иванова, 2010). Была установлена связь плотности пожаров от ударов молний с гранулометрическим составом почвы и интенсивностью геомагнитных аномалий территории. Раскрыт механизм возникновения лесных пожаров от этого природного явления. Разработаны методы определения вероятности возникновения пожаров от молний и классификации лесов по степени пожарной опасности от гроз. Предложены рекомендации по использованию спутниковых данных для обнаружения таких пожаров.

ПЯТЫЙ ПЕРИОД

В первое десятилетие XXI в. произошли коренные изменения в лесной отрасли страны. В 2000 г. упразднена Федеральная служба лесного хозяйства и ее функции переданы Министерству природных ресурсов. В 2006 г. принят новый Лесной кодекс, согласно которому пол-

номочия по управлению лесами и охране их от пожаров переданы субъектам Российской Федерации. В результате этих реформ была разрушена единая система лесного хозяйства и фактически ликвидирована гослесоохрана. Это негативно отразилось на лесопожарной обстановке. Горимость лесов в стране приобрела устойчивую тенденцию к росту. Отмечая критическую ситуацию, сложившуюся в лесном хозяйстве после принятия нового Лесного кодекса, А. С. Исаев и Г. Н. Коровин (2008), А. С. Исаев (2009, 2013а, б), А. Ю. Ярошенко (2010) и многие другие лесоводы подчеркивают, что действующее в настоящее время лесное законодательство является худшим за всю историю России.

В этот период в наиболее горимых регионах России с высокой повторяемостью чрезвычайных пожароопасных сезонов начали создавать лесопожарные центры, объединяющие в себе функции наземной и авиационной охраны лесов, координирующие деятельность всех лесопожарных служб по предупреждению и ликвидации лесных пожаров, осуществляющие сбор и обработку информации, учет и маневрирование лесопожарными ресурсами.

Совместными усилиями институтов РАН, Рослесхоза, Росгидромета и Авиалесоохраны разработана и в 2005 г. введена в эксплуатацию информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров Рослесхоза (ИСДМ-Рослесхоз). Система работает в режиме реального времени и применяется для прогнозирования и мониторинга пожарной опасности, обнаружения лесных пожаров и наблюдения их в динамике, оценки пройденной огнем площади и повреждения лесов. Это источник объективной информации о лесных пожарах и их последствиях на всей территории России. Данная разработка является существенным достижением в отечественной лесной пирологии.

Продолжалось научное общение лесных пирологов разных стран. В Хабаровске в 2003 г. состоялась Международная конференция «Новые возможности в пожароуправлении на Дальнем Востоке». В 2007 и 2009 гг. прошли Международные конференции «Сопряженные задачи механики реагирующих сред, информатики и экологии» (Томск). В 2008 г. в Красноярске проведена Всероссийская конференция с международным участием

«Пожары в лесных экосистемах Сибири», посвященная 100-летию со дня рождения профессора Н. П. Курбатского. В 2012 и 2013 гг. в Красноярске проведены I и II Международные недели пожароуправления. Крупный Международный конгресс «Лесные пожары и изменение климата. Проблемы управления пожарами в природных и культурных ландшафтах Евразии» состоялся в Новосибирске (2013 г.). Такое внимание международной научной общественности к проблеме лесных пожаров объясняется осознанием планетарного значения пирогенного фактора.

В начале XXI в. активизировались совместные исследования российских ученых с коллегами из США и Канады по изучению роли пожаров в формировании лесов Средней Сибири. Ежегодно организовывались международные экспедиции в рамках российско-американского проекта «Влияние пожаров на бореальные леса Евразии». Проведены уникальные эксперименты с крупномасштабными контролируемые выжиганиями в среднетаежных сосняках и лиственничниках. Получены данные по воздействию пожаров на лесные экосистемы. ИЛ СО РАН совместно с иностранными коллегами и сотрудниками Института химической кинетики и горения проведены исследования эмиссий при лесных пожарах, оценено их воздействие на баланс углерода и компоненты лесных экосистем. Получены данные по свойствам дымовой аэрозольной эмиссии от пожаров в бореальных лесах Сибири. Установлены основные зонально-экологические особенности лесных пожаров в сосняках Средней Сибири (Иванова, 2005).

Начало XXI в. отличается рядом комплексных работ по изучению лесных пожаров в разных регионах страны. Так, в 1997 г. в Алтайском крае бушевали крупные лесные пожары, хотя система охраны лесов в регионе является одной из лучших в России. Были вскрыты причины вспышки пожаров, дано описание распространения, тактики и техники их тушения в различных природных условиях (Парамонов, Ишутин, 1999). Разработано лесопожарное районирование лесного фонда Алтайского края. Впервые для ленточных боров исследованы особенности возникновения пожаров в зависимости от метеоусловий, включая грозы. Выявлены факторы их низкой пожароустойчивости в различных лесорастительных усло-

виях, предложены методы ее регулирования. Разработаны шкалы и стратегия снижения горимости. Рассмотрен процесс формирования комплексов ЛГМ при разных экологических режимах (Куприянов и др., 2003; Фуряев и др., 2005, 2014; Черных, Фуряев, 2011). Определены основные закономерности влияния огня на процессы естественного возобновления в различных лесорастительных условиях, состав и структуру светлохвойных насаждений, последующий отпад в древостоях в зависимости от силы пожара, его давности, типа леса, рельефа (Буряк и др., 2003; Бакшеева и др., 2003; Зленко, Ключников, 2013).

Результаты проведенных исследований дополнили лесную пирологию знаниями о природе лесных пожаров в специфических условиях ленточных боров. В будущем это поможет избежать катастрофических лесных пожаров, какие случились на Алтае в конце 90-х гг. XX в. и в начале XXI в.

Ценный вклад в изучение влияния крупных пожаров на леса Среднего Заволжья и лесовозобновительные процессы в них внесли работы сотрудников Марийского государственного технического университета. В значительной степени они были вызваны массовыми пожарами 1972 г. в лесах Марийской АССР и сопредельных регионов. Исследования выявили особенности влияния пожаров на компоненты леса, специфику лесовозобновительного процесса и формирования молодняков на горячих, возобновительную эффективность огня в разных типах леса (Калинин, 2002).

На рубеже веков большое внимание было уделено комплексному исследованию природы пожаров в светлохвойных лесах Сибири. обстоятельно изучена пожарная опасность в природных условиях, разработана ее классификация (Софронов и др., 2005). Получили дальнейшее развитие вопросы классификации и картографирования растительных горючих материалов (РГМ). Разработаны методы и технология картографирования РГМ, что важно при формировании информационной базы для прогнозирования поведения и последствий лесных пожаров (Волокитина, Софронов, 2002). Обобщены результаты многолетних исследований природы пожаров в горных лесах России. Усовершенствована оценка ежедневной пожарной опасности по условиям погоды в горах (Софронов и др., 2008).

В лесах Дальнего Востока получили развитие исследования, начатые в 60–80-е гг. XX в. Определены региональные особенности, способствующие возникновению чрезвычайной пожарной опасности и катастрофических лесных пожаров. Даны обобщающая пирологическая характеристика комплексов горючих материалов и оценка по степени опасности возникновения пожаров в них. Выполнен анализ состояния атмосферы в связи с задымленностью от лесных пожаров. Установлены причины устойчивого роста горимости лесов, которые в большинстве своем являются общими для всей России (Шешуков и др., 2006).

Исследования, проведенные в разных регионах России, существенно расширили знания природы лесных пожаров в географическом аспекте и внесли свой вклад в развитие отечественной лесной пирологии.

Многолетняя практика показала, что простое увеличение финансовых и материальных вложений в охрану лесов не приводит к адекватному снижению горимости. Многие ученые пришли к убеждению, что в новой ситуации необходим переход на государственном уровне от концепции пожаротушения, предусматривающей борьбу со всеми возникшими пожарами, к концепции пожароуправления, которая базируется на принципах приоритетно-выборочной очередности тушения пожаров и дифференциации уровней охраны лесов. Такая смена парадигмы требует глубоких знаний природы лесных пожаров, прогнозирования их возникновения, распространения и развития, а также решения ряда организационных вопросов. Задача лесной пирологии состоит в том, чтобы обеспечить переход к новой стратегической концепции соответствующими знаниями и методами. В связи с этим в ИЛ СО РАН разработана система прогноза поведения пожаров, которая положена в основу пожароуправления и позволяет прогнозировать ситуацию с целью сокращения числа пожаров и возможного их позитивного воздействия на лес (Волокитина и др., 2010).

Исторически сложилось так, что главное внимание исследователей при изучении лесных пожаров было сосредоточено на их негативных последствиях. Вместе с тем в настоящее время достоверно установлено, что с лесобиологической точки зрения в определенных лесорастительных условиях последствия

лесных пожаров могут иметь позитивный характер. Доказано, что тепловое воздействие стимулирует быстрое и полное высвобождение семян из шишек, чем обеспечивается дополнительное обсеменение площади гари (Санников, 1992). Пожары содействуют естественному возобновлению светлохвойных пород, способствуя расширению их ареалов (Казанский, 1931; Сушкина, 1931; Санников, Санникова, 1985, 2009; Цветков, 2012). После пожаров на определенное время снижается природная пожарная опасность лесов, так как уменьшается количество горючих материалов. В криолитозоне пожары вызывают тепловую мелиорацию, понижая уровень вечной мерзлоты, увеличивая активный почвенный слой (Матвеев, 1984, 1992; Софронов, Волокитина, 1998; Прокушкин и др., 2002; Цветков, 2007). Можно сказать, что с хозяйственной точки зрения лесные пожары в целом являются негативным явлением, а с лесобиологической в определенных лесорастительных условиях могут иметь положительные последствия. Полученные знания расширяют возможности целенаправленного использования позитивной роли огня в лесном хозяйстве.

В этот период детально изучены особенности лесных пожаров в криолитозоне Средней Сибири. Определены условия возникновения и периодичность экстремальных пожароопасных сезонов, которые до начала XX в. наблюдались 2–3 раза в столетие, а по мере хозяйственного освоения территорий – 2 раза в десятилетие (Иванова, 1996). Дана пирологическая характеристика северных редколесий и выполнено их пирологическое районирование (Софронов, Волокитина, 1996). Сформулированы основные направления послепожарного восстановления лиственничников. Установлено, что наибольшая трансформация фитоценозов имеет место на начальных стадиях послепожарных сукцессий. Позитивное влияние низовых пожаров на почву проявляется в течение первых 10 лет только в верхних горизонтах. Процесс естественного возобновления под пологом леса без воздействия пожаров замедлен и растянут во времени (Абаимов и др., 1996). Разработано представление о пирогенных свойствах древесных пород как комплексе адаптаций, выработанном под воздействием пожаров в процессе эволюции. Показана роль огня как одного из главных условий су-

ществования лесных экосистем в высоких широтах (Цветков, 2005).

Полученные результаты способствовали значительному расширению знаний природы пожаров в лесах на многолетней мерзлоте, что имеет большое значение для развития теории и практики лесной пирологии в целом.

Накопленные к настоящему времени знания позволяют утверждать, что лесные пожары по своим масштабам приобрели планетарное значение и глобальные изменения климата во многом связаны именно с пирогенным фактором. Пожары возникают в разных природных зонах, охватывают огромные территории, приобретая регулярный характер, что позволяет отнести их к явлениям биосферного масштаба. При этом эволюционно значимым фактором пожары стали, перейдя в категорию антропогенных, когда главным виновником их возникновения сделался человек (Сухомлинова, 2013).

Таким образом, лесная пирология в эти годы не только пополнилась новыми фактическими материалами о природе лесных пожаров в различных природных зонах страны, но и обогатилась важными теоретическими положениями, позволяющими разрабатывать научно обоснованные методы управления пирогенным фактором.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отечественная лесная пирология прошла большой путь становления и развития, превратившись в одну из важнейших лесных дисциплин. Выйдя из недр лесоводства, она оформилась в самостоятельную науку, которая развивается как теория и практика охраны лесов.

В решении теоретических задач лесная пирология опирается на данные по физике и химии горения, на математические методы исследования и другие науки. Проникновение в лесную пирологию методов из других отраслей знаний усилило в ней принцип научности. Многочисленные результаты исследований природы лесных пожаров в своей совокупности составляют содержание теоретических основ лесной пирологии. Практическая ее часть базируется на достижениях современной техники, включая аэрокосмические средства, на успехах в области метеорологии, химии, ме-

ханизации, средств связи. Все эти достижения способствуют повышению оперативности в борьбе с пожарами и снижению горимости лесов. Российские ученые-лесопирологи внесли огромный вклад в изучение проблемы лесных пожаров, что имеет большое значение для развития теории и практики лесной пирологии. Многие достижения отечественных лесоводов-пирологов получили международное признание.

Вместе с тем, несмотря на актуальность и остроту проблемы лесных пожаров, ее разработкой в России занимаются очень малочисленные, разрозненные научные силы. К примеру, лаборатория лесной пирологии Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН является единственным специализированным научным подразделением во всей системе Российской академии наук, к тому же с небольшим штатом научных сотрудников, тогда как в США в Миссульской лесопожарной лаборатории штата Монтана только научных сотрудников, занимающихся проблемой лесных пожаров, насчитывается около 60 человек. В России нет и никогда не было учреждений, которые занимались бы только лесопожарной тематикой. Поэтому лесная пирология развивается недостаточно планомерно и всесторонне, хотя лесные пожары представляют собой сложное природное явление, оказывающее огромное воздействие на лесные экосистемы в планетарном масштабе. Современной науке еще предстоит разработать целостное представление о многогранной роли лесных пожаров как эколого-эволюционном факторе формирования и существования лесов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абаимов А. П., Прокушкин С. Г., Зырянова О. А. Эколого-фитоценотическая оценка воздействия пожаров на леса криолитозоны Средней Сибири // Сиб. экол. журн. 1996. Т. III. № 1. С. 51–60.

Алгоритмы и программы расчета оперативных систем обнаружения и тушения лесных пожаров. Л.: ЛенНИИЛХ, 1974. 88 с.

Амосов Г. А., Красавина Н. Н. Характер горения в лесу и применение огнетушащих смесей ЭС-1 и ЭС-2 // Сб. работ по лесн. хоз-ву. Пушкино: ВНИИЛМ, 1953. Вып. 2.

Андреев Ю. А. Население и лесные пожары в Нижнем Приангарье. Красноярск, 1999. 96 с.

Анцышкин С. П. Противопожарная охрана леса. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1957. 186 с.

Арцыбашев Е. С. Тушение лесных пожаров искусственно вызываемыми осадками из облаков. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 87 с.

Арцыбашев Е. С., Губин П. А. Тушение лесных пожаров искусственно вызванными осадками // Лесн. хоз-во. 1970. № 3. С. 73–76.

Бакшеева Е. О., Матвеев А. М., Матвеев П. М., Селин Д. А. Влияние низовых пожаров на возобновление в среднетаежных лиственных лесах Красноярского края. Красноярск, 2003. 192 с.

Баранов Н. М. Пожароопасность лесов в бассейне оз. Байкал // Охрана лесов от пожаров в бассейне оз. Байкал. Красноярск, 1976. С. 12–28.

Буряк Л. В., Лузганов А. Г., Матвеев П. М., Каленская О. П. Влияние низовых пожаров на формирование светлохвойных насаждений юга Средней Сибири. Красноярск, 2003. 196 с.

Валендик Э. Н. Ветер и лесной пожар. М.: Наука, 1968. 118 с.

Валендик Э. Н. Борьба с крупными лесными пожарами. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1990. 193 с.

Валендик Э. Н., Векшин В. Н., Верховец С. В., Забелин А. И., Иванова Г. А., Кисляхов Е. К. Управляемый огонь на вырубках в темнохвойных лесах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 211 с.

Валендик Э. Н., Векшин В. Н., Иванова Г. А., Кисляхов Е. К., Перевозникова В. Д., Брюханов А. В., Бычков В. А., Верховец С. В. Контролируемые выжигания на вырубках в горных лесах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 172 с.

Возникновение лесных пожаров. М.: Наука, 1964. 184 с.

Волокитина А. В., Софронов М. А. Классификация и картографирование растительных горючих материалов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 314 с.

Волокитина А. В., Софронов М. А., Корец М. А., Софронова Т. М., Михайлова И. А. Прогноз поведения лесных пожаров. Красноярск, 2010. 211 с.

- Вонский С. М. Интенсивность огня низовых пожаров и ее практическое значение. Л., 1957. 53 с.
- Вонский С. М., Жданко В. А., Корбут В. И., Семенов М. М., Тетюшева Л. В., Завгородняя Л. С. Определение природной пожарной опасности в лесу. Методические рекомендации. Л., 1975. 39 с.
- Вонский С. М., Жданко В. А. Принципы разработки метеорологических показателей пожарной опасности в лесу. Методические рекомендации. Л., 1976. 48 с.
- Вонский С. М., Жданко В. А., Корбут В. И., Семенов М. М., Тетюшева Л. В., Завгородняя Л. С. Определение природной пожарной опасности в лесу. Методические рекомендации. Л., 1981. 50 с.
- Воробьев О. Ю., Доррер Г. А. Вероятностная модель распространения лесного пожара // Вопросы лесной пирологии. Красноярск, 1974. С. 118–134.
- Грибанов Л. Н. Борьба с лесными пожарами, возникающими от грозовых разрядов // Лесн. хоз-во. 1953. № 4. С. 64.
- Гришин А. М. Математическое моделирование лесных пожаров // Численные методы механики сплошной среды. 1978. Т. 9. № 4.
- Гришин А. М. Математические модели лесных пожаров. Томск, 1981. 278 с.
- Гришин А. М., Зверев В. Г., Грузин А. Д. Математическое моделирование процесса распространения верховых лесных пожаров // ДАН СССР. 1983. Т. 269. № 4. С. 822–826.
- Гришин А. М., Грузин А. Д., Зверев В. Г. Математическая теория верховых лесных пожаров. Новосибирск: ИТФ СО АН СССР, 1984. С. 38–75.
- Дорогов Б. И. Пространственная интерполяция показателей пожарной опасности в лесу по условиям погоды // Вопросы лесной пирологии. Красноярск, 1974. С. 211–225.
- Доррер Г. А. Математические модели динамики лесных пожаров. М.: Лесн. пром-сть, 1979. 161 с.
- Доррер Г. А. Динамика лесных пожаров. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 403 с.
- Душа-Гудым С. И. Указания по проектированию противопожарных мероприятий в лесах СССР. М., 1982. 258 с.
- Душа-Гудым С. И. Системы противопожарного устройства лесов на территориях с естественным радиационным фоном и в условиях радиоактивного загрязнения: дис. в виде науч. докл. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03. М., 1998. 77 с.
- Душа-Гудым С. И. Радиоактивные лесные пожары (справочное пособие). М., 1999. 158 с.
- Евдокименко М. Д. Авиационная охрана лесов // Охрана лесов от пожаров в бассейне оз. Байкал. Красноярск, 1976. С. 53–68.
- Евдокименко М. Д. Пирологическая характеристика горной тайги в бассейне оз. Байкал // Охрана и восстановление лесов Забайкалья. Красноярск, 1977. С. 5–55.
- Евдокименко М. Д. Потенциальная пожароопасность лесов в бассейне оз. Байкал // Лесоведение. 1991. № 5. С. 14–25.
- Евдокименко М. Д. Пирогенные аномалии в лесах Забайкалья и их прогнозирование // Геогр. и природ. ресурсы. 2000. № 4. С. 64–71.
- Евдокименко М. Д. Лесоэкологические последствия пожаров в светлохвойных лесах Забайкалья // Экология. 2011. № 3. С. 191–196.
- Евдокименко М. Д. Пирогенная трансформация байкальских лесов. Ретроспектива и современность // Сиб. лесн. журн. 2014. № 3. С. 64–75.
- Захаров А. И. Пожары от гроз в лесах Тюменской области // Лесн. хоз-во. 1977. № 7. С. 74–76.
- Зленко Л. В., Ключников М. В. Влияние низовых пожаров на возобновление сосны в Приобском левобережном районе Алтая. Красноярск, 2013. 115 с.
- Иванов В. А., Коршунов Н. А., Матвеев П. М. Пожары от молний в лесах Красноярского Приангарья. Красноярск, 2004. 132 с.
- Иванов В. А., Иванова Г. А. Пожары от гроз в лесах Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2010. 164 с.
- Иванова Г. А. Экстремальные пожароопасные сезоны в лесах Эвенкии // Сиб. экол. журн. 1996. Т. III. № 1. С. 28–34.
- Иванова Г. А. Зонально-экологические особенности лесных пожаров в сосняках Средней Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.03.03. Красноярск. Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2005. 40 с.
- Инструкция по воздушной охране лесов от пожаров. М., 1934.

- Исаев А. С.* Лес требует хозяйской руки // Аргументы недели. 2009. № 43.
- Исаев А. С.* Национальная лесная политика и ее законодательное обеспечение // Лесн. газета. 2013а. 23 июня.
- Исаев А. С.* Россия – великая и бедная лесная страна // Лесн. газета. 2013б. № 24.
- Исаев А. С., Коровин Г. Н.* Про «движимые леса», «недвижимые самолеты» и еще кое о чем важном // Лесн. газета. 2008. № 45.
- Исследования по лесоводству. М.; Л.: Сельхозиздат, 1931.
- Казанский Н. А.* Опыты по изучению влияния огня на возобновление сосны // Исследования по лесоводству. М.; Л.: Сельхозгиз, 1931. С. 9–78.
- Калинин К. К.* Воздействие крупных пожаров на лесные фитоценозы и система лесохозяйственных мероприятий по ликвидации их последствий: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03. М., 2002. 47 с.
- Комарова Т. А.* Семенное возобновление растений на свежих гарях (леса Южного Сихотэ-Алиня). Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. 222 с.
- Комарова Т. А.* Послепожарные сукцессии в лесах Южного Сихотэ-Алиня. Владивосток, 1992. 224 с.
- Конев Э. В.* Физические основы горения растительных материалов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. 239 с.
- Коровин Г. Н.* Автоматизация управления охраны лесов от пожаров. Л., 1977.
- Коровин Г. Н., Добротворский М. М., Логинова Н. С., Головин В. И., Козлов В. К.* Расчет оперативных систем обнаружения и тушения лесных пожаров на ЭВМ. Л., 1976. 48 с.
- Коссович Д.* Как и когда следует тушить лесной пожар водой // Лесн. журн. 1915. № 5.
- Куприянов А. Н., Трофимов И. Т., Заблочный В. И., Макарычев С. В., Кудряшова И. В., Малиновских А. А., Бурмистров М. В., Стрелковский А. Н., Болотов А. Г., Беховых Ю. В., Рыжков Д. В., Балашова В. А., Малиновский А. Ю., Коренкевич Ю. С., Горетевская О. В.* Восстановление лесных экосистем после пожаров. Кемерово, 2003. 262 с.
- Курбатский Н. П.* Методические указания для разработки местных шкал пожарной опасности в лесах. Л.: Лениздат, 1954. 33 с.
- Курбатский Н. П.* Техника и тактика тушения лесных пожаров. М.: Гослесбумиздат, 1962. 154 с.
- Курбатский Н. П.* Пожары тайги, закономерности их возникновения и развития: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03. Красноярск, 1964. 38 с.
- Курбатский Н. П.* Лесная пирология и важнейшие этапы ее развития // Достижения лесной науки за 50 лет. Красноярск, 1967. С. 122–137.
- Курбатский Н. П.* Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии. Красноярск, 1970. С. 5–58.
- Курбатский Н. П.* О стратегии, тактике и технике охраны леса от пожаров // Лесн. хозво. 1971. № 6. С. 64–68.
- Курбатский Н. П.* Терминология лесной пирологии // Вопросы лесной пирологии. Красноярск, 1972. С. 171–231.
- Курбатский Н. П.* О механизме лесных пожаров от молний // Лесоведение. 1976. № 3. С. 95–98.
- Курбатский Н. П.* О некоторых основах лесной пирологии // Лесные пожары и борьба с ними. Красноярск, 1991. С. 180–191.
- Курбатский Н. П., Цветков П. А.* Задачи исследования природы пожаров в лесах на вечной мерзлоте // Лесные пожары и борьба с ними. М., 1987. С. 92–104.
- Лесные пожары и борьба с ними. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 164 с.
- Лихошерстный И. Н.* Лесные пожары // Лесн. журн. 1914. Вып. 9–10.
- Матвеев П. М.* Влияние лесных пожаров на температуру многолетнемерзлых почв // Горение и пожары в лесу. Красноярск, 1984. С. 102–104.
- Матвеев П. М.* Последствия пожаров в лиственных биогеоценозах на многолетней мерзлоте: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03. Йошкар-Ола, 1992. 49 с.
- Мелехов И. С.* О теоретических основах лесной пирологии. Архангельск, 1944. 19 с.
- Мелехов И. С.* Сезоны лесных пожаров и построение географической схемы лесопожарных поясов // Сб. науч.-исслед. работ. Архангельск, 1946. Вып. VIII.
- Мелехов И. С.* Природа леса и лесные пожары. Архангельск: ОГИЗ, 1947. 60 с.

- Мокеев Г. А.* Влияние природных и экономических условий на горимость лесов и охрану их от пожаров // *Современные вопросы охраны лесов от пожаров и борьба с ними.* М.: Лесн. пром-сть, 1965. С. 26–37.
- Молчанов В. П.* Условия возникновения верховых пожаров // *Лесн. хоз-во.* 1957. № 8. С. 50–53.
- Нестеров В. Г.* Природа лесных пожаров и борьба с ними. Пушкино, 1939.
- Нестеров В. Г.* Горимость леса и методы ее определения. М.: Гослесбумиздат, 1949. 76 с.
- Новгородов В. Д., Смольникова Л. Г., Захаров А. И.* Способ выявления пожароопасных областей на местности. Авторск. свид-во № 902763. 1982.
- Новосельский А. Е.* О применении авиации для охраны лесов от пожаров // *Лесн. хоз-во, лесн. пром-сть и топл.* 1924. № 2, 3, 5–7.
- Парамонов Е. Г., Ишутин Я. Н.* Крупные лесные пожары в Алтайском крае. Барнаул, 1999. 194 с.
- Прокушкин С. Г., Абаимов А. П., Прокушкин А. С.* Температурный режим в лиственничниках на мерзлотных почвах // *Лесные экосистемы Енисейского меридиана.* Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. С. 34–45.
- Расчет оперативных систем обнаружения и тушения лесных пожаров на ЭВМ «Минск-22». Л., 1974. 54 с.
- Санников С. Н.* Лесные пожары как эволюционно-экологический фактор возобновления популяций сосны в Зауралье // *Горение и пожары в лесу: мат-лы I Всесоюз. науч.-техн. совещ.* Красноярск, 1973. С. 236–277.
- Санников С. Н.* Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука, 1992. 264 с.
- Санников С. Н., Санникова Н. С.* Экология естественного возобновления сосны под пологом леса. М.: Наука, 1985. 149 с.
- Санников С. Н., Санникова Н. С.* Эволюционные аспекты пирэкологии светлохвойных видов // *Лесоведение.* 2009. № 3. С. 3–10.
- Седых В. Н.* Лесообразовательный процесс. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2009. 164 с.
- Серебренников П. П., Матренинский В. В.* Лесные пожары и борьба с ними. Л.: Гослестехиздат, 1937. 183 с.
- Серебренников П. П., Матренинский В. В.* Охрана лесов от пожаров. Л.: Гослестехиздат, 1940. 117 с.
- Симский А. М.* Повышение огнегасящей способности химикатов // *Лесн. хоз-во.* 1959. № 4. С. 49–50.
- Сныткин Г. В.* Лесные пожары и борьба с ними на Крайнем Северо-Востоке Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03. М., 2002. 48 с.
- Современные вопросы охраны лесов от пожаров и борьбы с ними. М.: Лесн. пром-сть, 1965. 272 с.
- Софронов М. А.* Лесные пожары в горах Южной Сибири. М.: Наука, 1967. 149 с.
- Софронов М. А., Волокитина А. В.* Пирологическое районирование в таежной зоне. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. 205 с.
- Софронов М. А., Волокитина А. В.* Пожары растительности в зоне северных редколесий // *Сиб. экол. журн.* 1996. Т. III. № 1. С. 43–49.
- Софронов М. А., Волокитина А. В.* О «тепловой мелиорации» лиственничников на севере Сибири // *Лесн. хоз-во.* 1998. № 5. С. 26–28.
- Софронов М. А., Волокитина А. В., Софронова Т. М.* Пожары в горных лесах. Красноярск, 2008. 388 с.
- Софронов М. А., Голдаммер И. Г., Волокитина А. В., Софронова Т. М.* Пожарная опасность в природных условиях. Красноярск, 2005. 330 с.
- Стародумов А. М.* Планирование противопожарных мероприятий в лесах Хабаровского края // *Лесн. хоз-во.* 1960. № 3. С. 46–49.
- Стародумов А. М.* Природа лесных пожаров на Дальнем Востоке. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 60 с.
- Сухомлинова В. В.* Введение // *Пожары в природе как биосферное явление.* Биробиджан, 2013. С. 7–10.
- Сушкина Н. Н.* К микробиологии лесных почв в связи с действием на них огня // *Исследования по лесоводству.* М.; Л.: Сельхозгиз, 1931. С. 137–169.
- Тарабукина В. Г., Савинов Д. Д.* Влияние пожаров на мерзлотные почвы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. 120 с.

- Теплицын Г. П.* Лесные пожары, их предупреждение и тушение в Хабаровском крае. Хабаровск, 1988. 96 с.
- Успенский С. Н.* Загорание леса от молний и меры предупреждения пожаров в ленточных борах Прииртышья // Тр. КазНИИЛХ. 1959. Т. 2. С. 237–264.
- Фуряев В. В.* Шелкопрядники тайги и их выжигание. М.: Наука, 1966. 90 с.
- Фуряев В. В.* Роль пожаров в процессе лесообразования. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1996. 253 с.
- Фуряев В. В., Заблоцкий В. И., Черных В. А.* Пожароустойчивость сосновых лесов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2005. 160 с.
- Фуряев В. В., Самсоненко С. Д., Фуряев И. В., Шубин Д. А.* Пожароустойчивость лесов юго-востока Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2014. 156 с.
- Цветков П. А.* Состояние и пути улучшения наземной охраны лесов // Охрана лесов от пожаров в бассейне оз. Байкал. Красноярск, 1976. С. 28–52.
- Цветков П. А.* Пирогенные свойства лиственницы Гмелина в северной тайге Средней Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.03.03. Красноярск, 2005. 40 с.
- Цветков П. А.* Устойчивость лиственницы Гмелина к пожарам в северной тайге Средней Сибири. Красноярск, 2007. 250 с.
- Цветков П. А.* Пирогенные свойства лиственницы Гмелина. Saarbrucken, Germany: Palmarium Acad. Publ., 2012. 251 с.
- Черных В. А., Фуряев В. В.* Лесные пожары в ленточных борах Кулундинской степи. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2011. 176 с.
- Чирвинский П. Н.* Деревья и молния // Природа. 1950. № 10. С. 28–33.
- Чугунова Р. В.* Гари Южной Якутии и их лесовозобновление // Леса Южной Якутии. М.: Наука, 1964. С. 110–143.
- Шапиро Дж. Ф.* Организация лесозаготовок в Америке // Лесопромышленное дело. 1924. № 5–6.
- Шафранов Н. С.* Лесоохранение. СПб.: Изд-во А. Ф. Девриена, 1876. 279 с.
- Шешуков М. А.* Биоэкологические и зонально-географические основы охраны лесов от пожаров на Дальнем Востоке: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03. Красноярск, 1988. 46 с.
- Шешуков М. А., Голдаммер Й. Г., Джурвелиус М., Телицын Г. П., Сапожников А. П., Выводцев Н. В., Бруслова Е. В., Кондрашов Л. Г., Любякин А. П., Острошенко В. В., Панкратова Н. Н., Соколова Г. В., Шестеркин В. П., Шестеркина Н. М., Винокуров В. М., Никитин С. П.* Северо-Восточная Азия: вклад в глобальный лесопожарный цикл. Хабаровск, 2006. 256 с.
- Щербаков И. П., Забелин О. Ф., Карпель Б. А., Михалева В. М., Чугунова Р. В., Яковлев А. П., Аверенский А. И., Корободкина В. Г.* Лесные пожары в Якутии и их влияние на природу леса. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. 224 с.
- Ярошенко А. Ю.* Нужны перемены, пока еще не поздно // Лесн. газета. 2010. № 44.
- Яшнов Л. И.* О лесных гаях в Сретенском и Краснококшайском лесничестве Марийской области // Изв. Казанск. ин-та сельск. хоз-ва и лесоводства. 1930. № 1.
- Davis K. P., Byram G. M., Krumm W. R.* Forest fire: control and use. New York, Toronto, London: McGraw – Hill Book Company, 1959. 584 p.
- Fire in ecosystems of boreal Eurasia / J. G. Gol-dammer and V. V. Furyaev Eds. For. Sci. Dordrecht, Boston, London. 1996. V. 48. 531 p.*

Essay on the History of Russian Forest Pyrology

P. A. Tsvetkov

*V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation*

E-mail: tsvetkov@ksc.krasn.ru

Forest pyrology was used as a part of the forestry in the end of the nineteenth century. The founder of the forest pyrology in Russia was academician Ivan S. Melekhov. He defined it as a science of nature of forest fires, their effects, fire fighting methods, and positive function of fires in the forest. Formed as a branch of the forestry, forest pyrology became an independent science that developed as a theory and practice of forest protection. Separation of forest pyrology to an independent branch of the science was caused by the results of the much research that revealed great importance of the forest fires as a factor of the forest formation and as an ecological and evolutionary factor that is of global importance. Fires greatly influence forest formation, their distribution, state, and productivity. In the paper, the short historical review of the main periods of Russian forest pyrology is given. Five periods were determined from the beginning of its origin to the further development. The total state of the science of forest fires in Russia is provided. It is noted that the organization of the laboratory of forest fires in 1959 in the V. N. Sukachev Institute of forest and wood SB AS USSR resulted in the academic recognition of the forest fires science; thus fire investigations in Siberia became systematic. The large contribution of the Russian scientists to the investigations of forest fires is emphasized. Many achievements of Russian forest fire scientists became world-famous.

Keywords: *forest pyrology, review of the main development.*

How to cite: *Tsvetkov P. A. Essay on the history of Russian forest pyrology // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Siberian Journal of Forest Science). 2015. N. 5: 3–25 (in Russian with English abstract).*