

УДК 630\*551.509.68(571.62)

## МЕТОД ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В ЛЕСАХ ПРИАМУРЬЯ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ\*

© Г.В. Соколова, канд. геогр. наук, ст. науч. сотр.

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, ул. Ким Ю Чена, 65, г. Хабаровск, Россия, 680000; e-mail: pozhar@iver.as.khb.ru

Представлены первые результаты разработки долгосрочного прогноза возникновения опасности лесных пожаров (или их отсутствие) по метеорологическим условиям в регионах Дальнего Востока. Балансовыми методами воссозданы показатели пожарной опасности в лесах Хабаровского края, Еврейской автономной и Амурской областях за 30 лет. На основе анализа пожарного режима и сопутствующих метеорологических условий за каждый месяц пожароопасного сезона (апрель-май) с 1960 г. по 2009 г. выполнено зонирование исследуемой территории. Выделены три лесопожарные зоны с пониженной, повышенной и средней многолетней степенью пожарной опасности по условиям погоды. В целях разработки прогноза сформированы три базы данных: метеорологическая (температура, влажность, осадки), синоптическая (параметры атмосферной циркуляции) и лесопожарная (показатели засухи и пожарной опасности по условиям погоды). Атмосферная циркуляция характеризовалась следующими среднемесячными значениями аномалий в точках географической сетки: приземная температура воздуха и давление у земли, геопотенциал (потенциал силы тяжести) в средней тропосфере и нижней стратосфере умеренных широт Северного полушария от Азорских до Алеутских островов. Для каждого месяца в данной лесопожарной зоне установлены значимые для прогноза метеорологические поля, которые определены по критерию Росгидрометцентра для оценки долгосрочных прогнозов полей аномалий метеорологических величин. Выявлено, что наиболее существенное влияние на лесопожарную обстановку в данной зоне оказывают метеорологические поля над районами северо-западной части Тихого океана и Северной Атлантики, где наблюдается наибольшая теплоотдача из океана в атмосферу. Показана возможность разработки долгосрочного лесопожарного прогноза на основе учета влияния процессов как в океане, так в атмосфере.

*Ключевые слова:* лесные пожары, моделирование, прогноз, базы данных, синоптико-статистический метод.

Актуальность проблемы лесных пожаров, в том числе их прогноза, без которого затруднена организация эффективной борьбы с ними, очевидна еще и в связи с возрастающей ролью глобального потепления. Сегодняшние оценки влияния природных пожаров в глобальном масштабе на геосистемы разных уровней, по мнению создателя глобальной сети лесопожарного мониторинга проф. Й. Голдаммера и президента Тихоокеанского лесного форума проф. Л.Г. Кондрашова [10], далеки от совершенства, они (природные пожары) могут и должны предупреждаться и контролироваться. По мнению ученого-пиролога Е.С. Арцыбашева, «... основной фигурой при организации борьбы с лесными пожарами на местах должен стать, в том числе, и метеоролог или лесовод-метеоролог» [1, с. 14], именно у такого специалиста должна быть сосредоточена вся информация о пожарах, синоптические карты, космоснимки и другие необходимые материалы.

Вопреки существовавшей ранее концепции «самоотмирания» проблемы лесных пожаров в связи с ростом сознания и культуры населения в последние десятилетия наблюдается резкое обострение этой проблемы. На территории Хабаровского края и Еврейской автономной области горимость лесов является одним из наиболее высоких показателей в России. Об этом

\* Исследования поддержаны грантом Международного научно-технического центра (ISTC), проект № 4010 «Методика прогноза опасности лесных пожаров в Хабаровском крае, Еврейской автономной области и Амурской области на основе учета аэросиноптических и спутниковых материалов» (2010–2012 гг.).

свидетельствуют средние статистические данные. Крупномасштабные лесные пожары, охватывающие огнем и дымом огромные территории, повторяются здесь (за период наблюдений) с 22-летней периодичностью. Они отмечались в 1932, 1954, 1976 и 1998 гг. Крупные пожары с меньшим охватом площади наблюдались в последние десятилетия: 1980, 1988, 1996, 2004 гг., т. е. с периодом 8 лет (рис. 1).

Частые и интенсивные возгорания в лесах за полувековой (и более) период наблюдений возникают в основном на одних и тех же лесных территориях. Почти всегда пожары начинаются и набирают силу на свежих вырубках или давно пройденных рубками. Бесспорно, что человеческий фактор оказывает существенное влияние на увеличение числа пожаров, масштабность и интенсивность естественного процесса горимости лесов, однако в данной работе не ставилась задача рассмотрения роли человеческого фактора в возникновении пожаров, а также их ликвидации.

Реальные возможности приступить к серьезным разработкам долгосрочного



Рис. 1. Динамика числа лесных пожаров за пожароопасные сезоны (1931–2011 гг.) в Хабаровском крае и Еврейской автономной области (точками показана воссозданная по метеоданным динамика лесных пожаров; горизонтальные линии соответствуют

среднему многолетнему значению за данный период)

лесофизиологического прогноза сложились при финансовой поддержке Японии (Центр исследований Северо-Восточной Азии университета Тохоку, г. Сендай) и содействии Международного научно-технического центра (ISTC).

В основу разработки прогноза показателей опасности лесных пожаров, которые, как и другие природные явления, главным образом зависят от погоды, легли общие принципы разработки методов долгосрочных гидрологических прогнозов ледовых явлений, заложенные еще в 1940–1950-х гг. в Центральном институте прогнозов (ныне Росгидрометцентр). Ледовые явления в крупных гидрологических районах наиболее полно интегрируют температурно-влажностные условия окружающей среды (в нашем случае лесопожарная обстановка во многом зависит от условий среды). Правильность и перспективность подобного направления подтверждается дальнейшими успешными разработками в поисках долговременных прогностических зависимостей пожарной опасности в лесах Дальнего Востока. Так, с 1990-х гг. опыт разработок в этом направлении был применен в ФГБУ ДальНИИЛХ для прогноза показателей опасности лесных пожаров [4, 5 и др.], а с 2004 г. разработки продолжаются в Институте водных и экологических проблем ДВО РАН [6, 7 и др.].

Примечательно, что необходимость исследований условий возникновения лесных пожаров на Дальнем Востоке в целях их прогноза была вызвана оперативной практикой гидрологического обеспечения народно-хозяйственных организаций долгосрочными прогнозами водного и ледового режимов в бассейне р. Амур. В 1980-х гг. гидрологи-прогнозисты (в том числе автор статьи) Хабаровского гидрометцентра (ныне – ФГБУ «Хабаровский ЦГМС – РСМС»), нередко сталкивались с нарушениями устойчивости прогностических связей в годы с крупномасштабными лесными пожарами. Результаты многолетних исследований с использованием дистанционных методов (космоснимки очагов лесных пожаров и задымления атмосферы, высотные карты барической топографии) за период наблюдений с 1950-х гг. позволили констатировать следующее.

В умеренных широтах Азии в период максимального теплоприхода условиям подстилающей поверхности и физическим характеристикам воздушных масс (плотность, мутность, вязкость, состав аэрозоля и др.) как факторам, реализующим солнечную энергию в тепло, может принадлежать значительно большее значение, чем предшествующим гидрометеорологическим условиям. Сложный комплекс основных факторов трансформации энергии дополняется не менее сложной проблемой воздействия на естественные физические процессы факторов загрязнения атмосферы на всех основных изобарических поверхностях тропосферы. Начиная с 1960–1980-х гг. проявляется заметное влияние этих факторов на состояние атмосферы Северо-Восточной Азии. Область максимального теплоприхода (естественного и антропогенного, а пожары в Сибири и на Дальнем Востоке на 80...90 % и более возникают по вине человека) является наиболее вероятной основой развития в умеренных широтах стационарных тропосферных гребней с засушливыми погодными условиями.

На основе анализа высотных карт барической топографии, совмещенных с космоснимками крупных лесных пожаров и задымления атмосферы в районах Северо-Восточной Азии за 1950–2011 гг., сделан вывод, что массовые пожары с обширным задымлением атмосферы в этом географическом районе приводят к изменению циркуляции последней. При этом создаются условия, способствующие прохождению над зоной пожаров антициклонов, а траектории циклонов обходят ее стороной. Возникает преобладание аномального перераспределения осадков, когда усугубляется опасная обстановка в районах пожаров, в то время как на сопредельных территориях формируются крупные паводки на реках в результате проливных дождей. Бесспорно распространенное утверждение, что хорошо прогретый и сухой воздух в малоподвижных антициклонах способствует возникновению пожаров с последующим задымлением атмосферы. Однако, если в это время в атмосферу поступает огромное количество дымовых аэрозолей, загрязнение воздушной массы становится дополнительным фактором значительной устойчивости высотного тропосферного гребня, влияющего на дальнейшее распределение параметров общей циркуляции атмосферы на данном уровне. Как выявлено исследованиями, устойчивость сформированной в загрязненной атмосфере крупной барической системы соответствует интервалу времени от 1 до 3 мес. (летних).

Подобные многолетние исследования как научный задел послужили основой для написания заявки в ISTC на получение гранта для продолжения исследований в этом направлении.

Выделим главные положения, используемые в работе по проекту ISTC. Важнейшей предпосылкой разработки методов долгосрочных прогнозов опасных природных явлений служит тот факт, что ежегодно возникающие условия этой опасности преимущественно однородны на значительных по площади территориях, охватывающих группы районов (или целые зоны). Такие территории названы нами лесопожарными зонами, для которых целесообразно выявлять прогностические зависимости, свободные от влияния локальных и случайных факторов. Известно, что условия возникновения опасности лесных пожаров оцениваются расчетными комплексными метеорологическими показателями. Для изучения лесопожарного режима на обширной территории применен метод воссоздания непрерывных рядов прогнозируемых величин по метеорологическим данным, применяемый в Гидрометцентре СССР с 1970–1980-х гг. (в том числе и автором статьи) для сроков разрушения льда на водных объектах при отсутствии на них наблюдений. По проекту ISTC предусматривалось, что воссоздание показателей пожарной опасности за предшествующие годы в целях сравнительного анализа и дальнейшей оптимизации методики расчета будет выполняться по двум теплбалансовым методам:

метод В.Г. Нестерова [3], используемый в оперативной практике лесной охраны России и Росгидрометцентра, по которому расчеты проводятся на основе ежедневных данных о температуре воздуха, точке росы и суточных осадках;

новый метод, разработанный в Институте леса им. В.Н. Сукачева СО РАН ученым-пирологом М.А. Софроновым [8], по которому расчеты выполняются на основе учета средних месячных данных о температуре и влажности воздуха, количестве дней за месяц с интенсивными осадками.

Другое принципиальное положение состоит в том, что методы долгосрочных прогнозов основаны на зависимости данного природного явления от условий формирования крупных температурных аномалий в переходные сезоны года. Такие условия различны по учитываемым

характеристикам влияющих факторов, в большинстве случаев – атмосферных процессов. При этом используются физически обоснованные значимые параметры состояния атмосферы (синоптико-статистический метод). Этот метод, нашедший свое применение не только в прогнозах погоды [9], но и в смежных с метеорологией областях (например, в гидрологии [2], океанологии, гляциологии) предусматривает сжатие большого объема синоптической информации до прогностической модели с 3–5 неизвестными и включает в себя следующие основные этапы работ:

1. Выделение характерных (значимых для прогноза) полей метеорологических элементов в тропосфере и нижней стратосфере на всем пространстве Северного полушария.

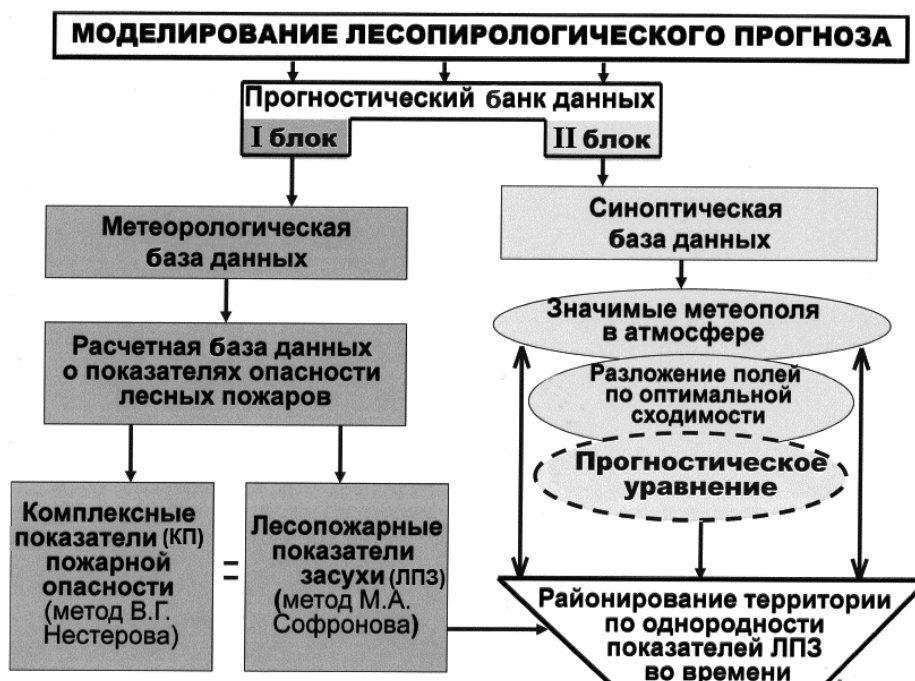
2. Получение количественных характеристик атмосферных процессов в этих полях с помощью метода разложения по естественным ортогональным функциям (ЕОФ), т. е. нахождения разложения, имеющего сходимость.

3. Использование коэффициентов разложения по ЕОФ в качестве потенциальных предикторов (предсказателей) в дальнейшем пошаговом регрессионном анализе.

Совершенно очевидны выводы ученых Росгидрометцентра [2, 9], что при разработке методики долгосрочного прогноза природного явления необходимо учитывать влияние процессов теплообмена в океане и условий атмосферной циркуляции. Новый потенциальный фактор – океанический, который посредством влияния на развитие атмосферных процессов предопределяет условия возникновения пожарной опасности в лесах, был рассмотрен нами еще в 1990-х гг., затем описан в монографии [7]. Первые результаты использования коэффициентов разложения по ЕОФ полей аномалии температуры поверхности Тихого океана ( $\Delta T$ ) в северо-западной его части для прогноза лесопожарной опасности в Приамурье были положительными. Установлено, что показатели высокой и чрезвычайной лесопожарной опасности (на примере трех авиаотделений на территории Среднего Приамурья) в осенний период имеют прогностическую связь с первыми четырьмя коэффициентами разложения по ЕОФ полей изменения температуры Тихого океана в июне-июле. Этот тезис, приведенный в [2], имеет место и в нашем случае, однако (в связи с ограничительными рамками проекта ISTC – финансовыми и временными) в статье представлены результаты, полученные на основе учета влияния процессов в пространстве Северного полушария, что немаловажно при работе над проблемой лесных пожаров.

Построен общий алгоритм моделирования долгосрочного лесопирологического прогноза. Пошаговое описание процесса разработки от исходных данных до конечного результата представлено на графическом алгоритме в виде двух блок-схем (рис. 2). После формирования метеорологической базы данных (температура и влажность воздуха, температура точки росы, суточные интенсивные осадки и сумма дней за месяц с интенсивными осадками) выполнено воссоздание расчетом многолетних рядов показателей пожарной опасности за каждый месяц пожароопасного сезона. Расчеты выполнены по данным 50 метеорологических станций, расположенных на территории Хабаровского края (площадь – 788,6 тыс. км<sup>2</sup>, 26 станций), Еврейской автономной (36,0 тыс. км<sup>2</sup>, 4 станции) и Амурской (363,7 тыс. км<sup>2</sup>, 20 станций) областей. Общий период

используемых



метеорологических наблюдений составляет 50 лет (1960–2009 гг.). По данным ФГБУ ДальНИИЛХ на этих территориях отмечается самый высокий на Дальнем Востоке уровень горимости лесов, наибольший – в Еврейской автономной области: 55 лесных пожаров на площади 1 млн га. Все расчеты автоматизированы и выполнены по специально разработанным компьютерным программам с использованием программы для работы с электронными

Рис. 2. Графический алгоритм моделирования долгосрочного лесопожарологического прогноза пожарной опасности в лесах Дальнего Востока (Хабаровский край, Excel).

Амурская и Еврейская автономная области)

Многолетние ряды показателей лесопожарной опасности, воссозданные расчетом теплобалансовыми методами В.Г. Нестерова и М.А. Софронова, усреднялись по периодам пожароопасного сезона: весна (апрель – май), лето (июнь – август), осень (сентябрь – октябрь) и весь пожароопасный сезон (апрель – октябрь) по каждой из 50 станции. Вначале расчеты по этим двум методам выполнялись на примере небольшой территории – Среднего Приамурья, включающей всего 8 метеостанций. Затем корреляционным анализом обнаружилась связь между усредненными показателями лесопожарной опасности (т. е. между значениями КП и ЛПЗ на рис. 2), рассчитанными разными методами. Связь оценивалась преимущественно высокими коэффициентами корреляции ( $R^2 \geq 0,6 \dots 0,9$ ).

Дальнейший анализ пожарного режима в лесах продолжался по методу М.А. Софронова, который позволяет выполнять исследования на больших территориях при использовании меньшего количества метеорологических данных. В отличие от метода В.Г. Нестерова, по которому средние (точнее – средневзвешенные) показатели пожарной опасности за месяц (период, сезон) можно рассчитать только по ежедневным метеоданным. Однако главный аргумент правильно выбранного направления заключался не только в экономии рабочего времени, но и в отсутствии дополнительных финансовых затрат по проекту ISTC на высокооплачиваемые выборки ежедневных метеорологических элементов по каждой станции за каждый месяц (вместо запланированных по проекту средних месячных значений).

Далее показатели опасности лесных пожаров, усредненные по каждой станции за весну, лето, осень и весь пожароопасный сезон, были нанесены на географические карты. Анализ карт показал, что ежегодно эти показатели однородны на значительных территориях. Таким образом, были выделены I, II и III лесопожарные зоны (по степени уменьшения пожарной опасности). Наибольшие значения классов засухи (по М.А. Софронову) и наибольшую площадь имеет I зона, ее протяженность вдоль левобережья р. Амур составляет примерно 4 тыс. км. Она включает 17 метеостанций, расположенных в южной части Амурской и на большей части территории Еврейской автономной областей, а также в самых южных и северных районах Хабаровского края. Во II зоне (21 метеостанция) наибольшее число станций расположено в Хабаровском крае, затем в Амурской области и лишь одна – в Еврейской автономной области. В III зоне (12 станций) охвачены метеоинформацией северные районы Амурской области и центральные районы Хабаровского края. Именно для этих лесопожарных зон и соответствующих периодов (месяцев) велись дальнейшие разработки в целях получения прогностических зависимостей.

Для применения синоптико-статистического метода была сформирована синоптическая база данных о предикторах, обуславливающих степень лесопожарной опасности; сделана выборка параметров циркуляции в тропосфере и нижней стратосфере умеренных широт (в пределах  $40 \dots 75^\circ$  с. ш.) от Азорских (средний меридиан  $30^\circ$  з. д.) до Алеутских (средний меридиан  $170^\circ$  з. д.) островов с шагом  $5^\circ$  по широте и  $10^\circ$  по долготе. Период выборок – с января по июнь 1960–2009 гг. На пространстве Северного полушария рассмотрены следующие поля среднемесячных значений аномалии: приземной температуры воздуха ( $\Delta T$ ); давления у земли ( $\Delta P$ ); геопотенциала в средней тропосфере ( $H_{500}$ ) и нижней стратосфере ( $H_{100}$ ).

Дополнительно сделана выборка из синоптических карт параметров ближайшего к Приамурью климатологического центра действия атмосферы (ЦДА) – алеутской депрессии, оказывающей влияние

на погодные условия весны (летом этот ЦДА исчезает, даже в мае он отсутствует). На это указывал опыт гидрологов-прогнозистов ФГБУ «Хабаровский ЦГМС – РСМС» (в том числе и автора статьи) при составлении в 1970–1990-х гг. долгосрочного прогноза весенних ледовых явлений в бассейне р. Амур. Большая устойчивость алеутской депрессии обуславливает северные потоки на Приамурье. Для выявления подобного влияния рассматривались две характеристики состояния алеутской депрессии. За каждый год (с 1960 г. по 2011 г.) в январе, феврале, марте и апреле с синоптических карт снимались следующие параметры атмосферной циркуляции:

1. Наибольшее за месяц распространение на запад алеутской депрессии, т. е. меридиан  $\lambda$  пересечения западной границы ЦДА. Для количественного выражения этой характеристики разработан следующий прием. При отклонении  $\lambda$  от среднего положения по долготе ( $180^\circ$  с. ш.) к востоку значения  $\Delta\lambda$  принимали в расчет со знаком «+», к западу – со знаком «-».

2. Максимальная за месяц интенсивность алеутской депрессии (в гектопаскалях). Как показал анализ условий возникновения лесопожарной опасности, эта характеристика оказалась наиболее прогностически значимой. Используя в дальнейшем метод пошаговой регрессии, учитывали вероятность, что этот предиктор будет дополнять основной предсказатель, представленный значимыми коэффициентами разложения по ЕОФ метеополей, увеличивая в прогностических уравнениях коэффициент множественной корреляции, т. е. улучшая показатель эффективности метода.

После формирования лесопожарной и синоптической баз данных и зонирования территории выполнены работы по выявлению значимых полей метеорологических элементов в тропосфере и нижней стратосфере, в которых атмосферные процессы наиболее влияют на лесопожарную обстановку данной территории. Для их выделения нами применен способ оценки значений пространственного поля, принятый в Гидрометцентре для оценки долгосрочных прогнозов полей аномалий метеорологических величин и успешно применяемый в гидрологических прогнозах [2]. Таким критерием является индекс  $\rho$  – оценка по знаку аномалии, т. е. по совпадению и несовпадению знаков аномалий.

В нашем случае – показателей лесопожарной опасности и параметров циркуляции.

Вначале был выполнен расчет среднего отклонения значений  $KP_{\text{средн}}$  и  $ЛПЗ_{\text{средн}}$  для каждой станции данной лесопожарной зоны по каждому месяцу:

$$KP_{\text{средн}}(m, y) = (KP(1, m, y) + KP(2, m, y) + \dots + KP(n, m, y)) / n;$$

$$N(m) = (KP_{\text{средн}}(m, y_1) + \dots + KP_{\text{средн}}(m, y_k)) / k;$$

$$\Delta KP(m, y) = KP_{\text{средн}}(m, y) - N(m).$$

Здесь  $m$  – месяц наблюдений (апрель, май, июнь, июль, август, сентябрь, октябрь);  $y$  – год наблюдений (1960–2009 гг.);  $KP(i, m, y)$  – значение среднемесячного показателя  $KP$  по одной станции для месяца  $m$  и года  $y$ ;  $n$  – число станций;  $N(m)$  – среднее значение  $KP$  за месяц  $m$ ;  $k$  – количество лет наблюдений.

Значения индекса  $\rho$  рассчитывали для каждой географической точки данной широты и долготы в каждом месяце пожароопасного сезона. Учитывалось совпадение и несовпадение знаков аномалий между лесопожарными характеристиками и метеозементами по всем годам наблюдений  $y$ :

$\Delta KP$  (или  $\Delta ЛПЗ$ ) за данный месяц ( $m1$ ) пожароопасного сезона с апреля по октябрь;

аномалиями метеорологических элементов (приземной температуры  $\Delta T$ , давления  $\Delta P$ , значений геопотенциала  $\Delta H_{500}$  и  $\Delta H_{100}$ ) за каждый из предшествующих месяцев ( $m2$ ) с января по июнь.

Значения расчетной корреляционной матрицы (по индексу  $\rho$ , умноженному на 100) за каждый месяц сканировали на географическую карту по соответствующим координатам для наглядности изображения значимого метеорологического поля, состоящего из 20–24 точек (узлов). Система из подобного количества точек в метеорологическом поле вполне достаточна для получения устойчивых основных естественных колебаний. Затем на географической карте проводили изолинии равных значений  $\rho$  для каждого месяца пожароопасного сезона, которые ограничивали значимые метеорологические поля с наибольшими значениями индекса  $\rho \cdot 100$ .

Всего было построено 468 таких карт, анализ которых выявил следующую закономерность. Наиболее часто показательные метеополы для прогноза пожарной опасности в лесах Дальнего Востока проявляются над северо-западной частью Тихого океана (вблизи алеутской депрессии,

иногда западнее или южнее). Значимые метеополья, выявленные над Северной Атлантикой (вблизи азорского максимума и исландского минимума, иногда восточнее), часто включали меньшее число точек. Здесь отмечаются только положительные значения индекса  $p \cdot 100$  и в меньших пределах. Чередование положительных и отрицательных метеопольей дает представление о формах колебаний метеорологических элементов в атмосфере, их сезонных отличиях и других особенностях макромасштабных закономерностей. Их взаимное расположение устойчиво выявляется преимущественно в одних и тех же географических районах. Например, приземное давление  $\Delta P$  в январе в зоне азиатского (сибирского) антициклона имеет прямое влияние на лесопожарную обстановку в Приамурье в августе, здесь значения  $p \cdot 100$  за 1980–2009 гг. колеблются в пределах  $+(27...73)$ . При отрицательных значениях индекса в данном метеополе проявляется обратная связь с лесопожарной обстановкой. Так, условия опасности пожаров в лесах Приамурья в сентябре имеют противоположную зависимость от  $\Delta P$  в зоне алеутской депрессии в апреле, при этом отрицательные значения индекса в данном метеополе равны  $-(40...73)$ .

Таким образом, в процессе поэтапной разработки метода долгосрочного лесопирологического прогноза (на примере Дальнего Востока) получены следующие результаты.

1. На основе анализа пожарного режима и сопутствующих метеорологических условий за 1960–2009 гг. выполнено зонирование территории Дальнего Востока в пределах Амурской и Еврейской автономной областей, Хабаровского края по максимальной температуре воздуха и лесопожарным показателям засухи. Для каждого периода (весна, лето, осень) и всего пожароопасного сезона выделены три зоны (I – III) с преимущественно однородными классами засухи (по методу М.А. Софронова), для которых ведутся поиски прогностических зависимостей.

2. Показана возможность применения метода долгосрочного прогноза ледовых явлений (природных явлений, зависящих, как и лесные пожары, от погодных условий) в разработке лесопирологического прогноза на основе учета параметров атмосферной циркуляции.

3. Разработано программное обеспечение и выполнены расчеты: показателей пожарной опасности по методу В.Г. Нестерова; лесопожарных показателей засухи по методу М.А. Софронова; значимых пространственных метеорологических полей в тропосфере и нижней стратосфере Северного полушария; допустимой погрешности долгосрочного лесопирологического прогноза.

4. Расчетом по метеоданным воссозданы за прошлые годы 30-летние ряды лесопожарных показателей засухи за апрель–октябрь по 50 станциям трех крупных лесопожарных зон, что позволило выявить для каждой зоны и месяца значимые метеополья в тропосфере и нижней стратосфере Северного полушария. Проведен анализ географического расположения значимых метеопольей в связи с распределением климатологических ЦДА, определяющих среднее распределение течений общей циркуляции атмосферы на данном уровне.

5. Выявлено существенное влияние пространственного распределения аномалий метеорологических элементов в районах северо-западной части Тихого океана, а также Северной Атлантики и континента (Северо-Восточной Азии) на лесопожарную обстановку изучаемой территории. Полученные выводы согласуются с результатами исследований проф. Б.М. Гинзбурга [2]

о влиянии обоих океанов на сроки вскрытия и замерзания рек (включая р. Амур) и прохождения весеннего половодья.

Как показали результаты работ, подобные исследования могут быть применены и к другим природным процессам переходных сезонов и в других смежных с метеорологией дисциплинах (включая лесную пирологию), а также в других регионах страны. В качестве ближайшей задачи и некоторых пожеланий следует считать актуальным усовершенствование предлагаемого метода долгосрочного прогноза лесопожарных ситуаций в районах Дальнего Востока с учетом влияния на них распределения аномалий температуры поверхности океанов – северо-западной части Тихого океана и Северной Атлантики. Применение новейших методов статистического анализа, совершенствующихся и расширяющихся океанологических и метеорологических наблюдений, а также создание соответствующих баз данных, позволят существенно улучшить разрабатываемый метод долгосрочного лесопирологического прогноза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Арцыбашев Е.С.* О стратегии борьбы с лесными пожарами // Материалы совещания-семинара по решению лесопожарных проблем, 18–20 дек. 2001 г. СПб.: СПбНИИЛХ. С. 11–15.
2. *Гинзбург Б.М.* Влияние температуры поверхности океанов на сроки замерзания и вскрытия рек. Методы его учета. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 100 с.
3. *Нестеров В.Г.* Горимость леса и методы ее определения. М.: Гослесбумиздат, 1949. 76 с.
4. *Соколова Г.В.* Прогноз пожарной опасности в лесах Хабаровского края // Метеорология и гидрология. 1992. № 11. С. 104–107.
5. *Соколова Г.В.* Влияние лесных пожаров на погоду // Лесн. журн. 2006. № 6. С. 128–131. (Изв. высш. учеб. заведений).
6. *Соколова Г.В., Коган Р.М., Глаголев В.А.* Пожарная опасность территории Среднего Приамурья: оценка, прогноз, параметры мониторинга. Хабаровск: Изд-во ДВО РАН, 2009. 265 с.
7. *Соколова Г.В., Тетерятникова Е.П.* Проблемы долгосрочного прогнозирования пожарной опасности в лесах Хабаровского края и Еврейской автономной области по метеорологическим условиям. Хабаровск: Изд-во ДВО РАН, 2008. 150 с.
8. *Софронов М.А.* Система пирологических характеристик и оценок как основа управления пожарами в бореальных лесах: дис. ... д-ра с.-х. наук. Красноярск: ВНИИПОМлесхоз, 1998. 60 с.
9. *Угрюмов А.И.* Тепловой режим океана и долгосрочные прогнозы погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 176 с.
10. *Шешуков М.А., Голдаммер Й.Г., Телицын Г.П., Сапожников А.П., Выводцев Н.В., Брусова Е.В., Джурвелиус М., Кондрашов Л.Г., Любякин А.П., Острошенко В.В., Панкратова Н.Н., Соколова Г.В., Шестеркина В.П., Винокуров В.М., Никитин С.П.* Северо-восточная Азия: вклад в глобальный лесопожарный цикл / Отв. ред. Й.Г. Голдаммер, Л.Г. Кондрашов. Фрайбург: Центр глобального мониторинга природных пожаров; Хабаровск: Тиоокеанский лесной форум, 2006. 455 с.

Поступила 30.01.13