

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 68.47.41

В.П. Горбатенко, А.А. Громницкая, Д.А. Константинова, Т.В. Ершова, О.Е. Нечепуренко

ОЦЕНКА РОЛИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ВОЗНИКНОВЕНИИ И РАСПРОСТРАНЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки, проект №. 5.628.2014/К.

Лесные пожары могут возникать как по вине человека, так и по естественным причинам, к которым относят такие метеорологические параметры, как температура и влажность воздуха, скорость ветра, грозовая активность и др. Цель настоящей работы – определение пожароопасности территории Томской области с учетом типа растительности и климатических особенностей. Для достижения поставленной цели была изучена динамика повторяемости лесных пожаров на примере Томской авиабазы, филиала ФГУ «Авиалесоохрана» за период с 1992 по 2011 г. и пространственное расположение пожаров на этой же территории по данным спектрорадиометра MODIS спутников программы EOS (Earth Observation System). Временные и пространственные особенности распределения лесных пожаров сравнивались с характеристиками грозовой активности, средними значениями температуры воздуха и осадков за летний период, распределением видов растительности. Получены оценочные значения пожароопасности территории по пятибалльной шкале.

Ключевые слова: лесные пожары; грозовая активность; пожароопасность территории; спектрорадиометр MODIS.

В Томской области наряду с вырубками одно из первых мест в истреблении леса занимают пожары. Согласно данным Томской базы авиационной охраны лесов, наиболее крупные пожары, причиняющие наибольший ущерб, обычно возникают вне зон авиатрулирования леса [1]. Бороться с такими пожарами труднее всего, так как к моменту обнаружения они занимают значительную площадь. Кроме того, их ликвидация требует больших материальных затрат. Однако расширение площади авиатрулирования невозможно из-за недостатка финансирования. Поэтому основная проблема лесных пожаров в Томской области заключается в организации эффективной охраны лесов на обширных малонаселенных территориях при очень скромных возможностях государственных субсидий. Оценка роли климатических факторов и их изменчивости в процессах возникновения и распространения лесных пожаров способствует повышению эффективности охраны лесов, поскольку позволяет заблаговременно оценить степень пожароопасности того или иного района.

Недооцененную опасность для лесов средней полосы России представляют грозы. Число пожаров, возникших по вине гроз, по данным разных источников варьируется для различных регионов от 10 до 67% от общего числа лесных пожаров. Однако выгоревшая площадь одного пожара, возникшего от молнии, почти вдвое превышала площадь пожаров, возникших по другим причинам, поэтому возгорания от молнии являются самыми опасными для тайги. Причины этого очевидны – не все пожары, возникшие из-за молнии, обнаруживаются быстро, следовательно, и величина выгоревших площадей увеличивается по сравнению с пожарами, возникшими по другим причинам. Характерной особенностью таких лесных пожаров является возникновение как одиночного очага горения, так и «внезапного» появления многочисленных очагов возгораний растительности. Наиболее существенной причиной вспышки природных пожаров являются интенсивные сухие грозы, которые форми-

руются и развиваются чаще всего в условиях засухи. Именно во время таких экстремальных засушливых погодных условий лесные пожары чаще всего приводят к катастрофическим последствиям. При этом надо иметь в виду, что в результате случившегося разряда молнии в землю не везде возгорание равновероятно. Распространение пожара будет зависеть от температурно-влажностных параметров атмосферы, от характеристик состояния подстилающей поверхности, таких как наличие заболоченности, преобладающая растительность и т.п.

Целью настоящих исследований является построение карты-схемы ранжированной пожароопасности лесных массивов, расположенных на территории Томской области, с учетом не только молниевой активности, но и других климатических особенностей территории и состояния подстилающей поверхности, способной воспламениться в результате разряда молнии.

Невозможно по одному климатическому фактору, в том числе и такому, как средняя грозопоражаемость территории, судить о вероятности возникновения и распространения лесного пожара. На способность загореться влияют количество и продолжительность выпавших осадков, температура воздуха, его относительная влажность, число дней, прошедших после дождя и др. Поэтому необходим комплексный подход, наиболее полно учитывающий факторы, влияющие на возможность возникновения пожара, который мы и попробовали осуществить в настоящей работе. Материалом для настоящих исследований послужили:

1. Данные о лесных пожарах по дневникам Томской авиабазы, филиала ФГУ «Авиалесоохрана» за период 1992–2011 гг.

2. Результаты наблюдения лесных пожаров с помощью спектрорадиометра MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer), установленного на космических платформах EOS AM-1 (Terra) и EOS PM-1 (Aqua) [2].

3. Карты средней плотности разрядов молнии в землю [3].

4. Карты растительности территории Томской области [4].

5. Климатические характеристики летнего сезона территории Томской области: температура воздуха, количество выпавших осадков [5–7].

Для анализа климатических причин распространения лесных пожаров представляет интерес их динамика, для изучения которой были использованы данные ФГУ «Авиалесоохрана» Томской области. В информационной системе ФГУ «Авиалесоохрана» ведется учет пожаров вплоть до отдельного пожара, по каждому из которых заполняется специальная форма, содержащая следующие сведения:

1. Номер пожара.
2. Зона мониторинга.
3. Характеристика детектирования (широта, долгота, привязка, федеральный округ, область (край, республика, АО), лесхоз, авиабаза, авиаотделение).
4. Начало наблюдения (дата, время, площадь регистрации (га)).
5. Последнее наблюдение (дата, время, состояние).
6. Динамика развития (дата, пройденная площадь, облачность в районе пожара, состояние (действует, объединился с другим пожаром, нет данных, ликвидирован)).
7. Данные по пройденной пожаром площади: пройденная с момента возникновения (всего, в том числе покрытая лесом); пройденная за сутки (всего, в том числе покрытая лесом).

Наличие такой информации позволяет провести тщательный анализ не только многолетней динамики повторяемости и активности лесных пожаров, но и особенности их пространственной локализации.

Наличие спутниковых данных позволяет уточнять площади пожаров, оценивать степень повреждения огнем лесной растительности, выявлять гари и погибшие насаждения, а также оценивать состояние и динамику лесовосстановительного процесса. Мониторинг лесных пожаров осуществляется по снимкам со спутников при помощи универсальной и многоцелевой программы NASA EOS. Возможности космического мониторинга лесных пожаров определяются оперативностью съёмки, пространственным разрешением и доступностью снимков.

В основном мониторинг пожаров осуществляется с помощью спектрорадиометра MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer), установленного на космических платформах EOS AM-1 (Terra) и EOS PM-1 (Aqua), которые имеют высокую оперативность передачи информации и высокую частоту обзора территории, благодаря широкой полосе захвата 2,5–3 тыс. км, временное разрешение – 3–4 снимка в сутки. Для уточнения информации с метеоспутников, получения итоговых контуров прогоревших территорий, а также для регистрации действующих пожаров используются снимки среднего разрешения Landsat и SPOT. Данные тепловых каналов радиометра обрабатываются по специальному автоматическому алгоритму MOD-14, выявляющему участки поверхности, которые имеют повышенную температуру, – так называемые «горячие точки». Разрешение тепловых каналов радиометра – 1 км², однако на практике возможно выявление горения на меньшей площади.

В настоящей работе для исследования особенностей пространственной локализации лесных пожаров использовались данные, получаемые с помощью спектрорадиометра MODIS. Информация позволяет определять время и пространственную локализацию каждого лесного пожара (табл. 1). Сравнение такой информации с данными грозоотметчиков дает возможность определить долю пожаров, образовавшихся по вине гроз. База данных [2] позволяет найти как карту пространственного распределения пожаров за каждый день, так и отдельные точки возгораний.

На основе данных ФГУ «Авиалесоохрана» Томской области проанализирована изменчивость характеристик лесных пожаров, возникших по разным причинам за 20 лет. Традиционно пожарный максимум на территории области приходится на весенне-летний период (май–июль). Именно в это время на территории области отмечаются сильные ветра, периоды относительно высоких температур и наименьшей влажности воздуха. На рис. 1 видно, что основная часть пожаров возникает по вине населения и составляет около 70% от общего количества. Возникновение пожаров из-за гроз составило около 20%. Автокорреляционный анализ числа пожаров позволил выявить наличие шестилетних циклов с вероятностью около 95%. По результатам предыдущих исследований за период 1951–2000 гг. [1] также было установлено, что число лесных пожаров во временном ходе имеет периодическую составляющую, которая была также определена при помощи автокорреляционной функции. С вероятностью 95% статистически надежно были выделены периоды повышенной пожароопасности продолжительностью 6–7 и 12–13 лет. Следовательно, можно с уверенностью утверждать, что общая повторяемость лесных пожаров зависит не только от неосторожного обращения с огнем, но и в большой степени определяется временными изменениями естественных факторов, способствующих возникновению таких пожаров, включая динамику грозовой активности [1].

За рассматриваемый период последний минимум числа лесных пожаров наблюдался в 2007 г., а в 2011 г. появилась тенденция на их увеличение, ориентируясь на которую можно было ожидать увеличения числа пожаров до уровня максимума, который и случился в 2012 г. В этот год на территории области было зарегистрировано 551 возгорание, а общая площадь, охваченная пожарами, достигла 102 тысячи га. Заметим, что пожары такого уровня на территории области случаются не впервые, а активность лесных пожаров 2012 г. сопоставима с пожарами, произошедшими в 1952 г. (516 пожаров на площади 90,2 тысячи га.) и 1989 г. (495 пожаров на площади 102 тысячи га).

Известно [1], что сильные пожары случались на исследуемой территории и ранее, например в 1893–1896 гг., в 1908 г., в 1915 г. и позднее. При этом годы сильных пожаров всегда отличались повышенными средними значениями температуры воздуха за летние месяцы. В 2012 г. [8] в течение июня–июля среднесуточная температура воздуха поднималась выше 30°C, достигая значения 36,9°C на ст. Новый Васюган, что является новым абсолютным максимумом (предыдущий

в 1969 г. составил 36°C). Согласно данным Рослесхоза, с мая по октябрь 2012 г. на исследуемой территории было зафиксировано 162 дня, в течение которых установился пятый класс пожароопасной ситуации на фоне сложившихся метеорологических условий. С июня по

сентябрь чрезвычайный класс пожарной опасности сохранялся в сибирской тайге ежедневно. Основной причиной возникновения лесных пожаров в 2012 г. специалисты называют человеческий фактор – в 31% случаев тайга горела по вине местного населения.

Таблица 1

Пример информации о пожарах из базы MODIS

Июнь 2011 г.			
Дата	Время	Широта	Долгота
01.06.11	16:40	57.272	79.382
01.06.11	7:15	57.374	86.766
01.06.11	5:25	57.378	86.77
02.06.11	8:00	58.151	78.884
02.06.11	15:45	57.272	79.393
03.06.11	7:05	60.675	84.549
03.06.11	7:05	58.672	78.336
03.06.11	7:05	58.676	78.356
03.06.11	6:50	58.676	78.355
03.06.11	6:50	58.681	78.367
03.06.11	6:50	58.688	78.339
03.06.11	16:30	57.271	79.388
04.06.11	7:45	59.695	80.256
04.06.11	5:55	57.607	78.4

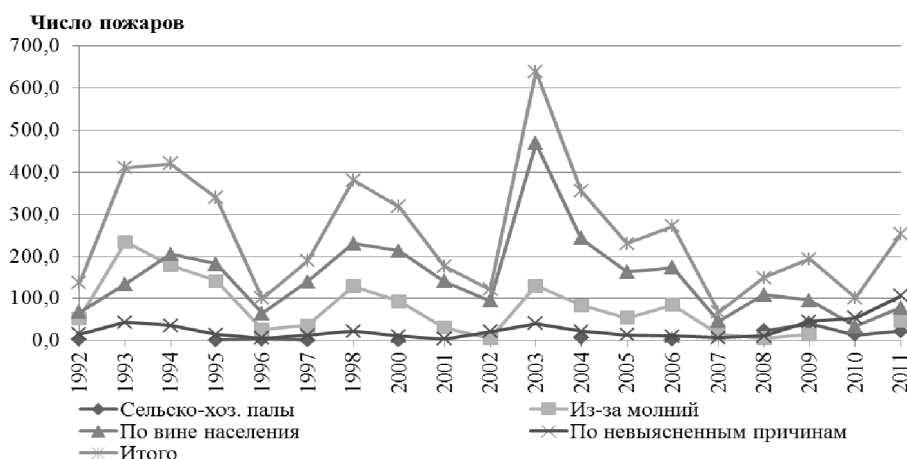


Рис. 1. Динамика числа лесных пожаров на территории Томской области за период 1992–2011 гг.

Таким образом, в активности пожаров лета 2012 г. проявился антропогенный фактор в сочетании с температурно-влажностными характеристиками. Также среди причин развития неблагоприятной обстановки с точки зрения пожароопасности в лесах в Рослесхозе называют недостаточную противопожарную пропаганду в субъектах РФ, слабую работу по противопожарному обустройству лесов, несвоевременное обнаружение очагов и низкий процент кратности авиапатрулирования. Все перечисленные выше проблемы имели место и в Томской области в 2012 г., за исключением одной: в период с июня по середину августа возгораний от гроз быть не могло. Синоптическая ситуация сохранялась такой, что не было объективных условий для их образования, поскольку над Томской областью стационарировал анти-

циклон. Мы сознательно не включили в настоящий анализ характеристики лета 2012 г., поскольку погодные условия были исключительными и их повторение в ближайшей перспективе маловероятно. По анализу пространственной локализации пожаров лета 2012 г. можно с уверенностью судить об участках повышенной пожароопасности без влияния грозовой активности.

Многолетняя статистика причин возникновения лесных пожаров позволила увидеть, что основная часть пожаров возникает по вине населения и составляет в среднем 70% от общего количества пожаров. Число пожаров из-за гроз составляет не более 23%. Однако если говорить о площади, выгоревшей в результате лесных пожаров (табл. 2), то она является наибольшей при пожарах, возникших от гроз.

Таблица 2

Средние многолетние значения причин возникновения лесных пожаров (общее количество / %)

Причины возникновения пожаров	Число пожаров	Площадь, га
С/х палы	2 / 1	112 / 3
Из-за молний	102 / 23	7162 / 47
По вине населения	186 / 70	3056 / 33
По невыясненным причинам	20 / 6	1923 / 17
Сумма	310	12 253

Коэффициент корреляции между общей площадью лесных массивов, пройденных пожарами, и числом молний в землю за анализируемый период достаточно высок и статистически значим. Это обусловлено тем, что такие пожары поздно обнаруживаются и огонь успевает охватить огромные площади. Следовательно, пожары, возникшие по вине гроз, представляют наибольшую опасность для тайги.

В целом, пространственное распределение грозовой активности [3] позволяет выделить территории, где грозы наблюдаются гораздо чаще, чем над соседними территориями. Для того чтобы проанализировать пространственное распределение лесных пожаров на территории области, мы воспользовались информацией с метеорологического спутника [2]. На рис. 2 представлена карта-схема пространственной локализации лесных пожаров, зарегистрированных MODIS за период с 2007 по 2011 г.

Замечено, что наибольшее число лесных пожаров приходится не только на территории, расположенные вблизи населенных пунктов. Много их замечено и на территориях с повышенной грозовой активностью [3]. Локальные районы повышенной грозовой активности совпадают с локальными районами наибольшей повторяемости лесных пожаров. Следовательно, роль гроз в возникновении лесных пожаров достаточно велика, и ее исследование требует детальных и индивидуальных исследований в каждом географическом районе. Однако наблюдаются районы со значительным преобладанием лесных пожаров, над которыми грозовая активность мала. Это такие населенные пункты и расположенные вокруг них территории, как Пудино, междуречье рек Чулым и Кеть. Возникновение пожаров в таких районах связано с человеческой неосторожностью в обращении с огнем.

Заметим, что пожароопасность лесов определяется типом растительности в лесу, его природными и

другими особенностями. От типа растительности леса зависят состав, количество и распределение лесных горючих материалов, а также, в значительной степени, содержание влаги в этих материалах. Различные участки леса характеризуются и различной пожарной опасностью. В СССР степень пожарной опасности отдельных участков лесного фонда определяется по Шкале оценки лесных участков по степени опасности возникновения на них пожаров, в основу которой положена шкала, разработанная советским учёным И.С. Мелеховым [9]. Участки лесного фонда делятся по степени пожарной опасности на пять классов: I класс – высокая пожарная опасность, II – выше средней, III – средняя, IV – ниже средней, V – низкая.

Томский район расположен в переходной зоне от темной тайги и сосновых лесов к березовым лесам и лесным лугам. Сочетание лесных таежных массивов, склонов со степной растительностью на юге области, верховых и низинных болот, рек и озер обуславливает видовое богатство растительного мира. Средняя лесистость территории Томского района 75%. На правобережье в окрестностях г. Томска преобладают смешанные хвойно-березовые леса: в районе поселков Лучаново, Богашево и Ключи, а также в долине р. Киргизки. Большим богатством отличаются смешанные-березовые леса с примесью осины, пихты и лиственницы, они произрастают на подзолистой песчаной почве.

По данным [4] построена карта-схема преобладающего типа растительности для сетки с размером ячейки в 1° по широте и долготе, которые можно сопоставить с картами распределения пожаров. На рис. 3 представлена схема распределения основных типов растительности по территории Томской области и соответствующая ей пожароопасность района.

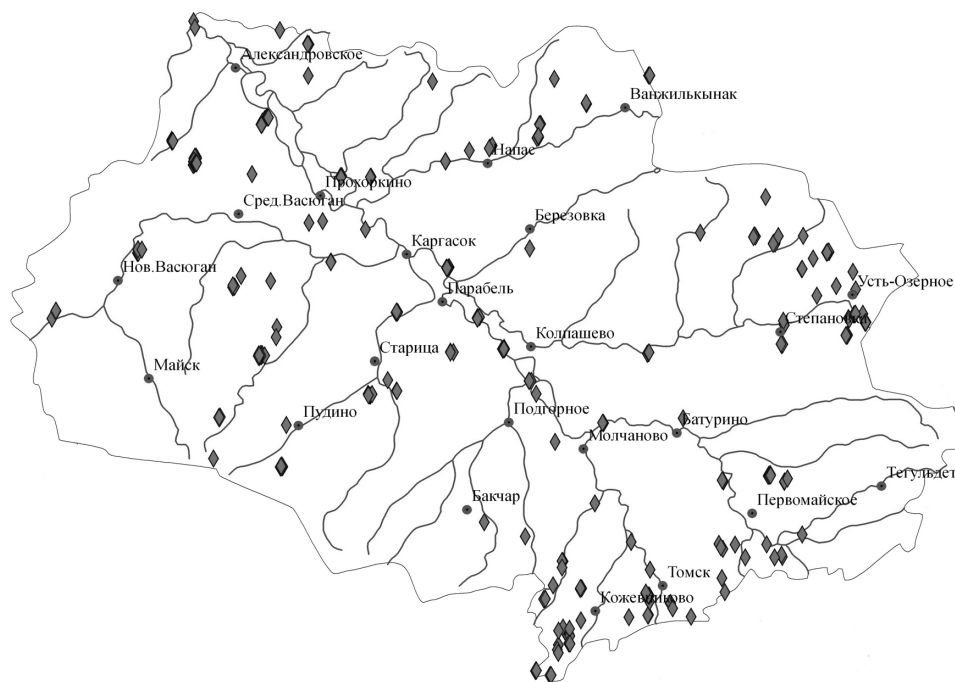
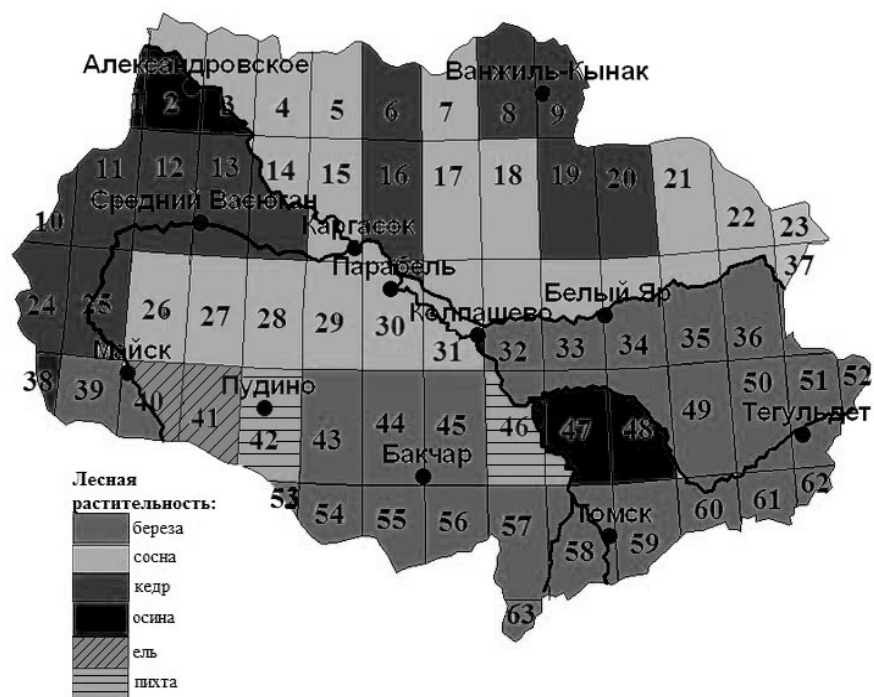
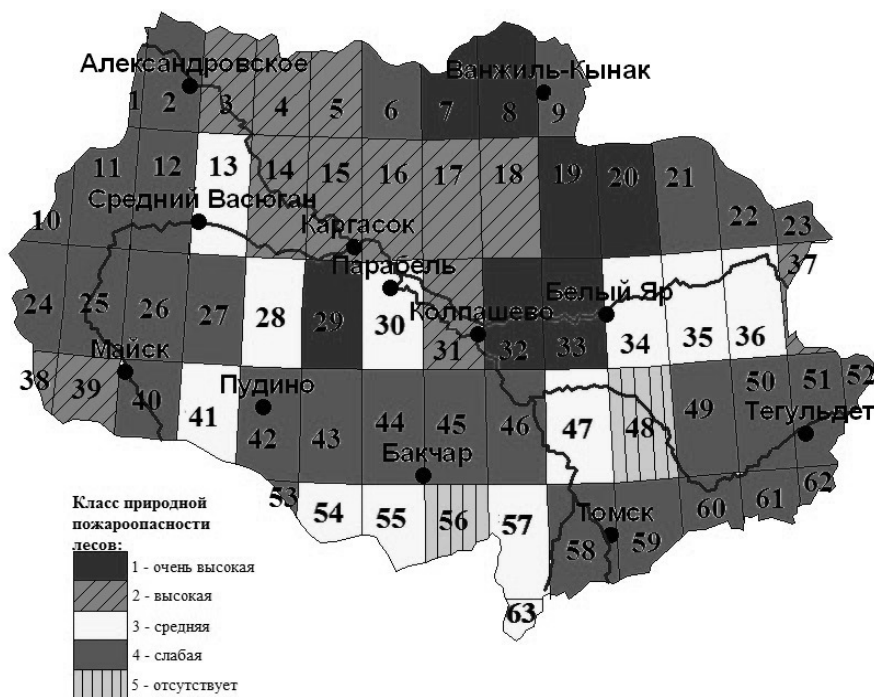


Рис. 2. Распределение лесных пожаров на территории Томской области



a



b

Рис. 3. Карта растительности Томской области (a) и соответствующая ей пожароопасность лесного фонда (б). (Номерами обозначены узлы сетки, по которой территория области была разделена по преобладающему типу растительности и соответствующей ей пожароопасности.)

Для того чтобы выявить совокупное влияние всех климатических факторов и типа растительности на пожароопасность территории Томской области, были построены уравнения регрессии, связывающие эти характеристики. Для регрессионного анализа были получены оценочные значения ряда факторов в узлах сетки, покрывающей территорию Томской области с

разрешением в 1° по широте и долготе. В качестве предиктанта выбрана пожароопасность территории, оцениваемая по пятибалльной шкале. Оценка производилась в соответствии с числом лесных пожаров, зарегистрированных в анализируемой ячейке сетки. В качестве предикторов выступили физико-географические и климатические особенности территории,

определенные также для каждой из 63 ячеек. Для построения уравнения регрессии для каждой из выделенных ячеек было определено:

1. Среднее количество лесных пожаров, оцененное по пятибалльной шкале.
2. Среднее и максимальное значения плотности разрядов молнии в землю.
3. Среднее количество осадков, выпадающее за летний период.
4. Средняя за летний период температура воздуха.
5. Значение средней высоты выделенной площади над уровнем моря.
6. Пожароопасность в баллах согласно типу растительности, преобладающей на данном участке территории.

7. Доля торфяных болот на изучаемом участке территории.

В результате корреляционного анализа получено, что высокие значения коэффициентов корреляции, значимые с вероятностью не менее 95%, получены для числа пожаров с характеристикой растительности, количеством выпадающих за летний период осадков, высотой участка над уровнем моря, географической широтой анализируемого участка как фактора заселенности территории.

В результате регрессионного анализа получено уравнение 1, достаточно хорошо описывающее пространственное распределение по территории области лесных пожаров на основе учета ряда факторов (табл. 3).

Таблица 3

Параметры уравнения регрессии, связывающего пожароопасность территории и ее характеристики

	Std.Err.	B	Std.Err.	t(58)	p-level
Intercept		-14,86	4,925	-3,017	0,0037
h	0,156	-0,024	0,006	-3,851	0,0003
N	0,117	0,084	0,132	0,637	0,0267
T	0,149	1,269	0,355	3,574	0,0007
R	0,120	0,294	0,139	2,111	0,0391

Множественный коэффициент регрессии приведенного уравнения составляет 0,61. Уравнение значимо с высокой вероятностью (не менее 99%).

Уравнение регрессии можно представить в виде

$$K = 0,29 R + 1,27 T + 0,08 N - 0,02 h - 14,8, \quad (1)$$

где K – пожароопасность массива конкретной ячейки; R – характеристика растительности (горимость); T – средняя температура воздуха за летний период; N – максимальная плотность молний; Q – среднее количество осадков, выпадающих за теплый период.

В табл. 4 приведены средние климатические характеристики для Томской области, вошедшие в результирующее уравнение регрессии.

Таблица 4

Средние характеристики территории Томской области, влияющие на пожароопасность

Средняя плотность разрядов, молнии разр./км ² / год (N)	2,5
Высота над уровнем моря (h , м)	99,8
Среднее значение количества осадков в летние месяцы (Q , мм)	215,6
Среднее значение температуры за летние месяцы (T , °C)	15,2
Горимость растительности (R)	3,1
Класс общей пожароопасности (K)	3,2

По результирующему уравнению регрессии была рассчитана пожароопасность территории Томской области для каждой из ячеек сетки с шагом в 1° по широте и долготе (рис. 4).

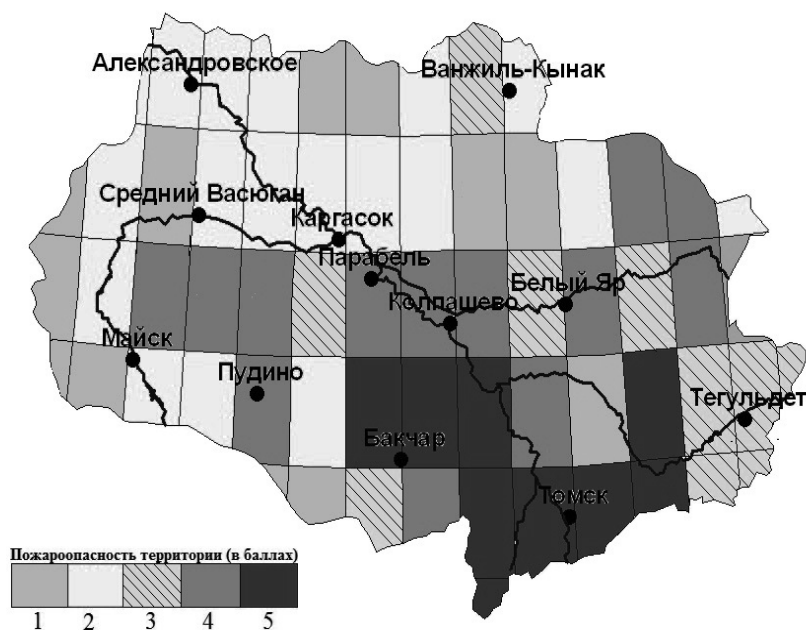


Рис. 4. Пожароопасность территории Томской области

Полученное уравнение регрессии было протестировано на независимом материале. По уравнению регрессии, полученному на основе выполненных в данной работе исследований, была сделана оценка пожароопасности территории Новосибирской области, прилегающей к границам Томской с юго-западной стороны. Оценочные уровни пожароопасности коррелируют с наблюдаемыми (по MODIS) с вероятностью не менее 95%, что свидетельствует о возможности применения уравнения регрессии для оценки пожароопасности территорий, похожих по природным условиям на территорию Томской области.

Как мы уже говорили выше, наиболее крупные пожары, возникающие вне зон авиатрулирования леса, обычно причиняют наибольший ущерб, так как к моменту обнаружения они занимают значительную площадь. Что в совокупности со скромным финансированием значительно усложняет борьбу с такими пожарами. Полученная в работе оценка роли климатических факторов и в процессах возникновения и распространения лесных пожаров способствует повышению эффективности охраны лесов, поскольку позволяет заблаговременно оценить степень пожароопасности того или иного района.

Основные выводы:

1. Число пожаров от гроз в Томской области составляет в среднем около 23%, но площадь пожа-

ров, возникших по вине гроз, составляет 46% от общей.

2. Благодаря тому, что циклы пожарной опасности имеют периодический характер (квазишестилетний период), возможен прогноз сезонов с наибольшим количеством лесных пожаров при учете прошлых максимумов количества пожаров.

3. Построено уравнение регрессии, позволяющее оценить потенциальную пожароопасность похожих по климатическим характеристикам территорий с разрешением в 1° по широте и долготе.

4. Построенная карта-схема пожароопасности территории Томской области позволяет оценивать опасность возникновения лесного пожара в том или ином районе области по пятибалльной шкале.

Специалисты [10] считают, что в ближайшие годы Россию в целом ожидает рост как количества лесных пожаров, так и размеров уничтоженной ими площади лесов и наносимого ущерба. Они уверены, что уже сейчас положение с лесными пожарами в ряде регионов России стало катастрофическим. А значит, охранные мероприятия по защите лесов должны быть направлены как на борьбу с пожарами, в том числе с их ранним обнаружением, так и на сокращение главной первопричины лесных пожаров – человеческого фактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбатенко В.П., Еришова Т.В. Роль климатических факторов в возникновении лесных пожаров на территории Томской области // Сибирский экологический журнал. Новосибирск, 2006. Вып. № 2. С. 151–155.
2. NASA EOS. NACA, Университет штата Мэриленд. URL: <http://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/firemap/> (дата обращения 12.10.12).
3. Горбатенко В.П., Дульзон А.А. Результаты исследования грозовой активности над территорией Томской области // Известия ТПУ. Томск, 2006. Вып. № 2. С. 126–130.
4. Народная экологическая карта Томской области. Карта растительности Томской области. ТРБОО «СибЭкоАгентство», Томск. URL: http://ecokarta.info/?page_id=345/ (дата обращения 25.11.12).
5. Мезенцев В.С. Атлас увлажнения и теплообеспеченности Западно-Сибирской равнины. Омск : Омский сельскохоз. ин-т им. С.М. Кирова, 1961. 69 с.
6. Волкова М.А., Чередыко Н.Н., Кусков А.И. Пространственно-временная структура атмосферных осадков в Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. 2009. № 328. С. 214–219.
7. Кужевская И.В., Горев Г.В., Задде Г.О. Оценка климатической предрасположенности территории Томской области к возникновению лесных пожаров // Оптика атмосферы и океана. 2004. Т. 17, № 7. С. 576–582.
8. Барашикова Н.К., Кужевская И.В., Поляков Д.В. Экстремальный режим погоды летом 2012 г. на территории Томской области как отражение современных глобальных климатических тенденций // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 372. С. 173–179.
9. Воробьев Г.И., Ануцин Н.А., Атрохин В.Г., Виноградов В.Н. Лесная энциклопедия // Советская энциклопедия. М. : Изд-во МГУ, 1986. 631 с.
10. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Лесные пожары на территории России. Состояние и проблемы / под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. М. : ДЭКС-ПРЕСС, 2004. 312 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 12 марта 2015 г.

ASSESSING THE ROLE OF CLIMATIC FACTORS IN THE FORMATION AND SPREAD OF FOREST FIRES IN TOMSK OBLAST

Tomsk State University Journal, 2015, 395, 233–240. DOI: 10.17223/15617793/395/38

Gorbatenko Valentina P. Tomsk State University (Tomsk, Russia Federation). E-mail: vpgor@tpu.ru

Gromnitskaya Alena A. Tomsk State University (Tomsk, Russia Federation). E-mail: alenagrom15@mail.ru

Konstantinova Darya A. Tomsk State University (Tomsk, Russia Federation). E-mail: da_konstantinova@mail.ru

Ershova Tatyana V. Tomsk State Pedagogical University (Tomsk, Russia Federation). E-mail: vpgor@tpu.ru

Nechepurenko Olga Ye. Tomsk State University (Tomsk, Russia Federation). E-mail: tomka020392@rambler.ru

Keywords: wildfires; thunderstorm activity; fire risk areas; MODIS spectroradiometer.

The forests of our planet are severely damaged. Their area is drastically reducing and the structure is degrading, which violates the existing biodiversity. The main reason of forest degradation is wildfires which damage the ecosystem. During massive wildfires there is so much smoke in the atmosphere that it stops the work of water and air transport. In the areas of active forest protection regular monitoring of wildfires is conducted; yet about 30,000 hot spots are reported every year. Siberia is one of the most forested

regions of Russia. Wildfires are a serious and growing threat for other parts of Russia too. However this hazard is most relevant in Siberia. Weather is one of the most important factors that determine the severity of wildfires. Wildfires can occur for natural causes which include such meteorological criteria as air temperature and humidity, wind speed, thunderstorm activity and some others. Many wildfires happen for anthropogenic reasons – agricultural burning, careless handling of fire. To take precautions against fire it is necessary to research a whole range of circumstances that have lead to the fire outbreak. The aim of this research is to determine the potential threat of wildfires based on the types of vegetation and climatic features of Tomsk Oblast. To achieve this aim, the dynamics of the wildfires occurrence frequency has been studied by the data of Tomsk Airbase, a branch of “Avialesookhrana” company, for the period from 1992 to 2011. It was found that the number of wildfires and the burnt-out area have a periodic component of six years in the temporal scale. Many climatic characteristics have a similar periodicity. The main cause of the numerous wildfires in Tomsk Oblast is careless handling of fire. In addition, the largest areas of forest burn out due to fires caused by lightning. This happens because it is difficult to fix the fire start and eliminate it in time in remote areas. The spatial arrangement of the wildfires in the area has also been studied by the data of the MODIS spectroradiometer mounted on a satellite of the EOS (Earth Observation System) program. The author compared the temporal and spatial distribution peculiarities of forest fires with the following parameters: thunderstorm activity, average air temperature, precipitation during the summer period and type of vegetation. During research the estimation of the fire occurrence on a five-point scale was obtained and the map of fire hazard was made for Tomsk Oblast. Information about high fire risk areas is essential for planning and implementing fire suppression strategies.

REFERENCES

1. Gorbatenko V.P., Ershova T.V. The Role of Climatic Factors in the Incidence of Forest Fires in the Territory of the Tomsk Region. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal – Contemporary Problems of Ecology*, 2006, no. 2, pp. 151–155. (In Russian).
2. NASA EOS. NASA, the University of Maryland. Available from: <http://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/firemap/>. (Accessed 12.10.12).
3. Gorbatenko V.P., Dul'zon A.A. Rezul'taty issledovaniya grozovoy aktivnosti nad territoriy Tomskoy oblasti [The results of the study of thunderstorm activity over the territory of Tomsk Oblast]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta – Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, 2006, no. 2, pp. 126–130.
4. People's ecological map of the Tomsk region. The vegetation map of Tomsk Oblast. “SibEkoAgentstvo”, Tomsk. Available from: http://ecokarta.info/?page_id=345/. (Accessed 25.11.12). (In Russian).
5. Mezentshev V.S. *Atlas vvlazhneniya i teploobespechennosti Zapadno-Sibirskoy ravniny* [Atlas of moisture and heat supply of the West Siberian Plain]. Omsk: Omskiy sel'skokhozyaystvennyy institut im. S.M. Kirova Publ., 1961. 69 p.
6. Volkova M.A., Chered'ko N.N., Kuskov A.I. Spatio-temporal structure of atmospheric precipitation in Western Siberia. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*, 2009, no. 328, pp. 214–219. (In Russian).
7. Kuzhevskaya I.V., Gorev G.V., Zadde G.O. Estimation of climatic predisposition of Tomsk Region to forest fires. *Optika atmosfery i okeana – Atmospheric and Oceanic Optics*, 2004, v. 17, no. 7, pp. 516–521. (In Russian).
8. Barashkova N.K., Kuzhevskaya I.V., Polyakov D.V. Weather anomaly in Tomsk region during summer 2012 as a reflection of the current global climate. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*, 2013, no. 372, pp. 173–179. (In Russian).
9. Vorob'ev G.I., Anuchin N.A., Atrokhin V.G., Vinogradov V.N. *Lesnaya entsiklopediya* [Forest Encyclopedia]. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya Publ., 1986. 631 p.
10. Vorob'ev Yu.L., Akimov V.A., Sokolov Yu.I. *Lesnye pozhary na territorii Rossii. Sostoyanie i problemy* [Forest fires in Russia. State and problems]. Moscow: DEKS-PRESS Publ., 2004. 312 p.

Received: 12 March 2015