

УДК 630\*43(571.621)

## ВЛИЯНИЕ ПИРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАСТИТЕЛЬНОСТИ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ НА ВЕРОЯТНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ

© 2016 Р.М. Коган, В.А. Глаголев

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан

Статья поступила в редакцию 20.05.2016

Приведены результаты исследования изменения пирологических свойств растительности в течение пожароопасных сезонов на территории Среднего Приамурья и их влияние на вероятность возникновения пожаров. Показано, что для каждого участка растительной формации существует определенное количество дней в пожароопасном сезоне, в течение которых растительность находится в состоянии «пожарной зрелости», достаточном для возгорания. Разработана система прогноза возникновения пожаров по условиям погоды, которая позволяет выявить наиболее опасные участки, в которых возможно возникновение лесных пожаров и сельхозпалов в весенний, летний и осенний периоды.

Ключевые слова: *лесной пожар, растительность, пирологические свойства, прогноз*

Охрана и воспроизводство растительных ресурсов особенно важны для районов со значительной лесистостью, в которых леса являются значимым экономическим потенциалом, служат главным резервом биологического разнообразия, фактором оздоровления воздушной и водной сред, регулирования климата и гидрологических параметров. Например, на Дальнем Востоке России они составляют основную часть (81,1%) земельного фонда, поэтому задача их сохранения и приумножения является одной из приоритетных. Борьба с лесными пожарами занимает особое место во всем Дальневосточном регионе, но при этом следует выделить территорию Среднего Приамурья в связи тем, что здесь наблюдается большая плотность пожаров, обусловленная как пирологическими свойствами климата, так и природной пожарной опасностью растительности [1].

**Цель работы:** исследование изменения пирологических свойств растительности на территории Среднего Приамурья (Еврейская автономная область) в течение пожароопасных сезонов и их влияние на вероятность возникновения пожаров.

**Материалы и методики исследования.** Для исследования выбран пожароопасный сезон 2010 г. Сформированы две базы ежедневных данных. Первая содержит фактические метеоданные 10 гидрометеостанций (ГМС): «Облучье», «Биробиджан», «Екатерино - Никольское», «Смидович», «Ленинское», «Сутур», «Кукан», «Кур», «Хабаровск», «Хорское», «Троицкое» и прогнозные - с сайтов ГУ Гидрометцентра России [<http://meteoinfo.ru>] и ИКИ РАН [<http://meteo.infospace.ru>]: дневную температуру воздуха и точки росы в 13-15 часов местного времени, суточный объем осадков с 9 часов утра предыдущего дня до 9 часов утра текущего дня. В территорию репрезентативности гидрометеостанций (ГМС) включены 30 километровые зоны [2], зоны ответственности определены по полигону Тиссена [3]. Во второй базе представлены сведения о пожарах растительности по материалам КГУ «ДВ авиабаза», ОГБУ «Лесничество ЕАО» и космоснимкам с сайтов NASA [<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov>] и ФБУ «Авиалесоохрана» [<http://aviales.ru>].

*Коган Рита Моисеевна, кандидат химических наук, доцент, заведующая лабораторией региональной геоэкологии. E-mail: koganrm@mail.ru*

*Глаголев Владимир Александрович, кандидат географических наук, научный сотрудник. E-mail: glagolev-jar@yandex.ru*

Они включают даты обнаружения и ликвидации пожара, номера кварталов лесничеств или координаты операционных территориальных единиц (ОТЕ), тип пожара (лесной /не лесной).

Характеристика растительных формаций приведена по работе [4]. Степень пирологической устойчивости растительности определена по шкале [5]. Для пространственного анализа использованы две сети ОТЕ: нерегулярная квартальная сеть ОГБУ «Лесничество ЕАО» и регулярная сеть нелесного фонда с размером ячеек 2,5 x 2,5 км. Расчет показателей - лесопожарного ( $L_i$ ) и комплексного ( $P_i$ ) - производился по методу В. Нестерова [6] (уравнения 1-3):

$$L_i = t_i^*(t_i - \tau_i) \quad (1)$$

$$P_i = L_i, \text{ при } x_i \geq 3 \text{ мм/сут.} \quad (2)$$

$$P_i = L_i + P_{i-1}, \text{ при } x_i < 3 \text{ мм/сут.} \quad (3)$$

где:  $t_i$  - дневная температура воздуха, °C;  $\tau_i$  - дневная температура точки росы, °C;  $x_i$  - суточный объем осадков, мм.

В зонах репрезентативности ГМС прогнозные значения лесопожарного показателя  $L'_{i+n}$  на  $i+n$ -ый день, где  $n$  - день прогноза, рассчитывается по корреляционным уравнениям зависимости фактических значений  $L_i$  в особо опасные «сухие» дни от дневной температуры воздуха [7]. В зонах ответственности ГМС используются восстановленные значения показателя [8]. Комплексный показатель  $P'_{i+n}$  прогнозируется на основе разработанных нами кодов синоптических терминов интенсивности осадков (INT) и системы уравнений, аналогичных уравнению В. Нестерова (1-3), принцип использования которых показан в работе [9]. Класс пожарной опасности (КПО) определяется по региональной шкале [10].

**Результаты их обсуждения.** Географическое положение Среднего Приамурья на стыке Евро-Азиатского материка с Тихим океаном и его форпостом в пределах Хабаровского края - Охотским морем, и особенности муссонного климата определяют уникальное для этой части северо-западной Пацифики разнообразие растительного мира и богатство растительных ресурсов. По лесорастительному районированию территория относится к Приамурско-Приморскому хвойно-широколиственному району зоны хвойно-широколиственных лесов, по геоботанической классификации - к южной подзоне тайги и к хвойно-широколиственным лесам [11]. По рельефу и характеру

растительного покрова территорию можно разделить на две примерно равные по площади части. Западная (горная, лесная) занимает южные отроги Буреинского хребта (средняя высота 700-800 м), входящего в систему Малого Хингана. Здесь же имеются невысокие (400-500 м) хребты Сутарский, Помпеевский, Шуки Поктой. На востоке расположена, в основном, безлесная Средне-Амурская низменность с небольшими останцовыми возвышенностями: Ульдура, Чурки, Большой и Малый Даур и др.

Для автономии характерен разнообразный растительный покров, пестрота которого обусловлена горизонтальной и вертикальной зональностью, участием интразональных группировок, антропогенной деятельностью. Флора представляет собой сочетание четырёх типов: маньчжурского, охотского, даурского, восточно-сибирского. Основными растительными

формациями являются заросли кедрового стланика, багульников, рододендрона золотистого и других высокогорных растений, приуроченных к верхнему горному поясу; темнохвойные пихтово-еловые леса из ели аянской и пихты белокорой; лиственнично-еловые и елово-лиственничные леса гор и межгорных долин; елово-пихтовые и пихтово-еловые с кедром и широколиственными породами (неморальные ельники); бело-березовые и осиново-белоберезовые леса с хвойными, широколиственными породами и производными лесами на горных склонах; широколиственно-елово-кедровые леса или северные кедровники; широколиственные смешанные многопородные леса; леса и редколесья из дуба монгольского; мелколиственные леса и редколесья на равнинах и в долинах рек, луговая и болотная растительность.

**Таблица 1.** Степень пирологической пожарной опасности участков основных растительных формаций и возможность их возгорания при определенных погодных условиях на территории Среднего Приамурья

Основные растительные формации, степень опасности	Геоботанический район	Значение комплексного показателя <sup>1</sup>	
		весна и осень	лето
не покрытые лесом площади, редины, вырубки с травяным покровом или ягелем <sup>2</sup> I, очень высокая	Сутарско-Помпеевский широколиственно-елово-кедровых лесов и их производных Хингано-Кульдурский мелколиственных редколесий и горных вейниковых лугов	300	750
лиственнично-еловые и елово-лиственничные горные леса I, очень высокая	Сутарско-Помпеевский широколиственно-елово-кедровых лесов и их производных Верхнекаменушинский темнохвойных лесов	300	750
		350	1000
лиственнично-еловые и елово-лиственничные горные леса I, очень высокая	Приамурский широколиственных лесов с преобладанием дубовых	350	1200
широколиственно елово-кедровые леса (северные кедровники)	Сутарско-Помпеевский широколиственно-елово-кедровых лесов и их производных	400	1400
мелколиственные леса и редколесья на горных склонах II, высокая	Хингано-Кульдурский мелколиственных редколесий и горных вейниковых лугов	420	1500
широколиственно-дубовые леса восточных и западных склонов II, высокая	Приамурский широколиственных лесов с преобладанием дубовых	450	1500
широколиственные кустарниковые леса на склонах II, высокая	Сутарско-Помпеевский широколиственно-елово-кедровых лесов и их производных Приамурский широколиственных лесов с преобладанием дубовых	480	1600
пихтово-еловые и елово-пихтовые леса с кедром, широколиственными породами (неморальные ельники):  зеленомошные; кустарничково - мелкотравные зеленомошные; среднего горного пояса; осинники и смешанные леса на северных склонах III, средняя	Верхне-Каменушинский темнохвойных лесов Сутарско-Помпеевский широколиственно-елово-кедровых лесов и их производных	650	2000
		700	2500
		750	2800
		750	3000
лиственничники кустарничково-моховые с ериком, редколесья межгорных долин IV, умеренная	Низинный Инно-Бирский заболоченных лесов Хингано-Кульдурский мелколиственных редколесий и горных вейниковых лугов	2000	4000
лиственничники осоко-сфагновые, ельники сфагновые заболоченные, болота сфагновые, постоянно увлажненные V, низкая	Низинный Инно-Бирский заболоченных лесов Низинный Урми – Амурский зарослей ерников в сочетании с болотами и мокрыми вейниково-осоковыми лугами Приамурский равнинный влажных и мокрых вейниковых лугов	5000	7000*

*Примечание:* 1. Наименьшее значение показателя, при котором возможно возникновение пожара. 2. Участки растительности 3. Значение комплексного показателя рассчитывается по уравнения (1-3)

В северных горных районах, на отдельных наиболее высоких участках хребтов Малый Хинган и Помпеевский, в истоках рек Кульдур, Каменушка, Сагды-Бира расположены темнохвойные леса, испытывающие большое влияние пожаров. В низших частях горных склонов, вдоль рек Амур и Бира, а также на останцовых возвышенностях и релках Средне - Амурской низменности основными являются лиственные, преимущественно, дубовые леса. Еловые леса сохранились только на северо-западе в пределах верховья р. Каменушка, но на большей части Буреинского хребта, где они раньше господствовали, вследствие пожаров, теперь развиты заросли вейника или производные мелколиственные леса. Белоберезовые, осино-белоберезовые леса с хвойными и широколиственными породами на этих же горных склонах также возникли после пожаров. Неморальные ельники занимают значительную площадь; по условиям рельефа они разделяются на горные и горнодолинные. После пожаров вместо елово-пихтовых лесов развивается травянистая растительность или вторичные леса с господством мелколиственных пород как временно-производные, но длительно существующие группировки. Широколиственно - елово-кедровые леса или северные кедровники ха-

рактерны для высот 100-150 и 600-650 м. Крупные массивы имеются на Сутарском и Помпеевском хребтах, но на хребте Шуки-Поктой и в среднем течении левых притоков р. Бира они почти не сохранились из-за неправильного ведения лесозаготовок и частых пожаров.

Широколиственные леса характерны для нижнего яруса гор и для повышенных участков Средне-Амурской низменности. По своему составу они подразделяются на смешанные многопородные и на дубовые леса. Среди дубовых лесов условия для возникновения пожаров создаются на песчаных аллювиальных почвах на равнине, на скелетных почвах низкогорий и в среднем поясе гор. Свежие дубняки с липой, кленами и другими породами на низкогорьях и влажные с лещиной и леспедецей на релках Средне-Амурской низменности менее пожароопасны. Мелколиственные леса и редколесья, которые произрастают на горных склонах и возвышенных участках, иногда являются коренными насаждениями, но могут иметь вторичный характер вследствие послепожарной сукцессии в лиственныхниках. Для равнинной восточной части территории типичны осоково-разнотравно-вейниковые луга с высокой пожарной опасностью, а также травяные и моховые болота.

**Таблица 2.** Количество дней пожароопасного сезона, в которых возможно возгорание растительности на территории Среднего Приамурья (2010 г.)

Количество дней													
апрель		май		июнь		июль		август		сентябрь		октябрь	
А	В	А	В	А	В	А	В	А	В	А	В	А	В
непокрытые лесом площади, редины, вырубki с травяным покровом или ягелем													
15	49	22	72	17	55	12	37	12	39	20	66	22	70
лиственнично-еловые и елово-лиственничные горные леса													
13	45	22	70	15	49	9	30		28	19	63	21	66
леса и редколесья из дуба монгольского на южных склонах													
13	45	22	70	13	45	8	25	7	23	19	63	21	66
широколиственно елово-кедровые леса (северные кедровники)													
11	38	22	70	12	39	6	19	6	19	18	59	20	63
мелколиственные леса и редколесья на горных склонах													
11	36	21	69	12	39	5	17	5	15	17	56	20	63
широколиственно-дубовые леса восточных и западных склонов													
11	35	21	67	12	39	5	17	5	15	16	54	19	61
широколиственные кустарниковые леса на склонах													
10	33	20	64	11	37	5	17	4	14	15	51	18	59
Пихтово-еловые и елово-пихтовые леса с кедром, широколиственными породами (неморальные ельники) ельники – зеленомошные													
8	27	18	59	10	33	4	12	3	9	13	42	16	52
ельники кустарничково-мелкотравные зеленомошные													
8	26	18	58	7	24	2	7	2	5	12	39	16	51
ельники среднего горного пояса													
7	24	17	56	6	21	2	6	1	5	11	36	15	49
осинники и смешанные леса на северных склонах													
7	24	17	56	6	19	2	6	1	4	11	36	15	49
лиственничники кустарничково-моховые с ериком, редколесья межгорных долин													
1	4	10	32	4	14	0	0	1	3	4	13	5	17
лиственничники осоко-сфагновые, ельники сфагновые заболоченные, болота сфагновые, постоянно увлажненные													
0	0	2	6	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0

Примечание: А - количество дней; В - количество дней в сезоне, %

Пожары растительности имеют, преимущественно, антропогенное происхождение, но следует обратить особое внимание на контролируемое и не контролируемое выжиганием травяной растительности, так называемые сельхозпы. Они происходят весной и осенью на не покрытых лесом площадях с травяным и лишайниковым покровом вблизи населенных пунктов и сельхозугодий при наличии здесь растительности очень высокой природной пожарной

опасности (I класс). К ним относятся разнотравно-вейниковые, осоково-разнотравные вейниковые и вейниково-осоковые луга в южной и восточной равнинной частях автономии и в долинах крупных рек. Сезон травяных палов на юге Дальнего Востока России значительно короче, чем сезон лесных пожаров, и он разбит нами на два периода по датам перехода через пороговые температуры 0, +5 и +10°C. Первый (ветошь)– совпадает с наступлением интенсивного

снеготаяния и уменьшением безморозных погод весной до 20% (0 ÷ +5)°С и с завершением превращения растительных горючих материалов (РГМ) в ветошь осенью (+5÷0)°С. Второй – период частичной ветоши, в котором ее количество зависит от температуры и объема осадков в начале и в конце вегетационного периода. Он продолжается от +5до +10°С весной и от + 10 до+5°С осенью. Календарная продолжительность периодов определена по среднемуголетним данным: первый период - с 4 до 21 апреля и с 10 до 22 сентября, второй период – с 22 апреля и до 13 мая и с 23 сентября до 10 октября [12]. Возникающие в эти периоды беглые низовые пожары могут переходить на лесные массивы.

Возможность возникновения пожаров зависит от процессов высыхания-увлажнения растительности, поскольку они определяют переход ее в состояние «пожарной зрелости», которое зависит как от свойств самой растительности (и соответствующих им РГМ), так и от погодных условий. Вследствие этого весной и осенью растительность в различных геоботанических районах ЕАО может загораться при более низких значениях комплексного метеорологического показателя (P), чем в летние месяцы (табл. 1). Максимальная вероятность возникновения пожара возможна, если ежедневный комплексный показатель метеорологической пожарной опасности (P<sub>i</sub>), который рассчитывается по условиям погоды, превышает его критическое значение.

В зависимости от зонально-географических характеристик территории для каждого участка растительной формации и соответствующего ей РГМ существует определенное количество дней в пожароопасном сезоне, в течение которых они (РГМ) находятся в состоянии «пожарной зрелости». Нами рассчитано количество дней нахождения растительности в пожароопасном состоянии в течение каждого месяца. Например, в 2010 г. растительные формации I степени опасности могут загораться при наличии источника огня, в

среднем, в течение 109; II степени – 90, III степени – 67, IV степени – только 29 дней при общей продолжительности сезона 214 дней (табл. 2).

Растительность на не покрытых лесом площадях, редицах, вырубках с травяным покровом или ягелем, у которых самые высокие пирологические свойства, может находиться в пожароопасном состоянии около 120 дней, в то время как, например, редколесья межгорных долин с низкой степенью пожарной опасности, только 25 дней. Следовательно, легко возгораемые РГМ являются ресурсом для возникновения «первичных» пожаров, которые могут вызывать изменение влажностных характеристик других видов горючих материалов и перевод их в пожароопасное состояние (возникновение «вторичных» пожаров). Максимальное количество опасных дней для всех основных растительных формаций характерно для весеннего и осеннего периодов, минимальное – для летних месяцев пожаров.

Для расчета вероятности возникновения пожаров растительности в зависимости от погодных условий (F<sub>i,j</sub>(C)) нами предложено использовать соотношение:

$$F_{i,j}(C) = P'_{i+n} / P_{cr} \quad (4),$$

где: P<sub>i</sub> - прогнозные значения комплексного показателя в i-день, P<sub>cr</sub> - значение комплексного показателя, при котором возможно горение определенного типа растительности в зависимости от периода пожароопасного сезона (табл. 1).

Метод протестирован на примере сезона 2010 г. Составлено 214 ежедневных пространственных прогнозов возникновения пожаров. Достоверность прогнозов, при вероятности 0,95, рассчитанная по фактическим значениям комплексного показателя (P) на текущий день, составляет в среднем 86±6%, по прогнозным (P'<sub>i</sub>) - 77±16 % (табл. 3).

**Таблица 3.** Достоверность прогноза пожаров растительности по погодным условиям на территории Среднего Приамурья

Степень пирологической пожароопасности основных растительных формаций		I	II	III	IV	I-IV	
фактическое количество пожаров		24	40	47	14	125	
расчетное количество пожаров		21	33	44	10	108	
достоверность, % вероятность, 0.95	текущий день	88±12	83±12	94±6	71±26	86±6	
	прогноз	1-ый день	88±12	85±11	85±10	57±29	82±7
		2-ый день	88±12	88±11	77±12	57±29	79±7
		3-ый день	88±12	85±11	77±12	50±29	78±7

**Выводы:** на территории Среднего Приамурья наличие растительности с высокими пирологическими свойствами, которые изменяются под влиянием погодных условий, вызывающих их переход в состояние «пожарной» зрелости, являются главными компонентами, которые при наличии источников огня природного или антропогенного происхождения способствуют возникновению пожаров.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Современное состояние лесов Российского Дальнего Востока и перспективы их использования / под ред. А.Л. Ковалева. – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2009. 470 с.
2. Софронов, М.А. Пирологическое районирование в таежной зоне / М.А. Софронов, А.В. Волокитина. – Новосибирск: Наука, 1990. 204 с.

3. Коган, Р.М. Особенности пожароопасных сезонов и периодов на Дальнем Востоке России / Р.М. Коган, В.А. Глаголев // Региональные проблемы. 2012. Т. 15, №2. С. 27-33.
4. Куренцова, Г.Э. Очерк растительности Еврейской автономной области. – Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во, 1967. 64 с.
5. Телицын, Г.П. Лесные пожары их предупреждение и тушение в Хабаровском крае. Хабаровск, 1988. 96 с.
6. Гришин, А.М. Моделирование и прогноз катастроф. – Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 2001. 122 с.
7. Кац, А.Л. Методические указания по прогнозированию пожарной опасности в лесах по условиям погоды / А.Л. Кац, В.Л. Гусев, Т.А. Шабунина. – М.: Гидрометеиздат, 1975. 16 с.
8. Соколова, Г.В. Методика автоматизированного прогноза пожарной опасности Приамурья и оценка ее эффективности / Г.В. Соколова, Р.М. Коган, В.А. Глаголев // Гидрология и метеорология. 2006. №12. С. 45-53.

9. *Глаголев, В.А.* Интерполяция комплексного показателя пожарной опасности на территории Еврейской автономной области и Хабаровского края / *В.А. Глаголев, Р.М. Коган* // Региональные проблемы. 2013. Т.16, № 2. С. 84-90.
10. *Глаголев, В.А.* Пространственный прогноз возникновения пожаров растительности / *В.А. Глаголев, Р.М. Коган* // Инженерная экология 2011. №6(102) С. 38-52
11. *Соколова, Г.В.* Пожарная опасность территории Среднего Приамурья: оценка, прогноз, параметры мониторинга / *Г.В. Соколова, Р.М. Коган, В.А. Глаголев.* – Хабаровск, 2009. 267 с.
12. *Колесников, Б.П.* Очерк растительности Дальнего Востока. – Хабаровск: Кн. изд-во, 1995. 102 с.
13. *Григорьева, Е.А.* Фенологические исследования в заповеднике «Бастак» // Проблемы региональной геоэкологии. 2009. №6. С. 184-189.

## INFLUENCE OF VEGETATION PYROLOGICAL CHARACTERISTICS AT MIDDLE PRIAMURYE ON THE PROBABILITY OF FIRES EMERGENCY

© 2016 R.M. Kogan, V.A. Glagolev

Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS, Birobidzhan

Results of research the change of vegetation pyrological properties during the fire-dangerous seasons in the territory of Middle Priamurye and their influence on probability of fires emergency are given. It is shown that for each site of vegetation formation there is a certain number of days in a fire-dangerous season during which vegetation are in the condition of “a fire maturity” sufficient for ignition. The system of the forecast of fires emergency under the terms of weather which allows to reveal the most dangerous sites in which emergency of wildfires and agricultural burnings during the spring, summer and autumn periods is possible is developed.

Key words: *wildfire, vegetation, pyrological properties, forecast*

---

*Rita Kogan, Candidate of Chemistry, Associate Professor,  
Chief of the Regional Geoecology Laboratory. E-mail:  
koganrm@mail.ru  
Vladimir Glagolev, Candidate of Geography, Research  
Fellow. E-mail: glagolev-jar@yandex.ru*