

О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ К ИЗУЧЕНИЮ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Р.М. Коган, Г.В. Соколова

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан;

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск

Проблема оценки и прогнозирования пожароопасности растительности – одна из ключевых задач оптимизации противопожарного мониторинга, имеющая особенно большое значение для регионов со значительной лесистостью, к которым относится территория Российского Дальнего Востока, поскольку пожары, особенно лесные и торфяные, не только наносят большой экономический ущерб, но и изменяют состояние атмосферы, гидросферы, почв и растительного покрова. Наблюдения за последние 55 лет показывают, что, начиная с 1991 г. здесь наблюдается неуклонное увеличение количества лесных пожаров (ЛП), несмотря на проводимые профилактические работы и использование новых технологий в их тушении.

Основные направления исследования закономерностей возникновения и распространения пожаров можно классифицировать следующим образом: исследование свойств растительных горючих материалов (РГМ), математическое моделирование физики пожаров растительности, изучение природных факторов, влияющих на влагосодержание РГМ, исследование и математическое моделирование пирологических характеристик погоды и климата.

К настоящему времени общепризнанно, что климатические и погодные условия являются одним из основных факторов, определяющих закономерности возникновения и развития пожаров растительности, поскольку они влияют на уровень засухи, сезонные фенологические изменения, динамику влагосодержания РГМ, скорость распространения очагов, и также являются одним из источников возгорания (сухие грозы).

К числу основных критериев пожарной опасности по условиям погоды относятся уровень засухи, представляющий баланс факторов увлажнения и высыхания участков растительности и определяющий влагосодержание РГМ, и суточная динамика погодных условий.

Проблема прогнозирования лесопожарной опасности (ЛПО) или лесопожарной засухи (ЛПЗ) по климатическим условиям основана на применении теплосбалансных методов, однако в настоящее время используются в основном эмпирические закономерности для определения связи между влагосодержанием эталонных РГМ и метеорологическими элементами [26].

Началом интенсивного изучения условий возникновения ЛП с целью возможного их прогнозирова-

ния следует считать 1940-е гг., когда В.Г. Нестеровым [13] был предложен метод определения комплексного показателя горимости лесов, рассчитываемый по метеорологическим параметрам (усовершенствован им в 1967 г.).

Затем было предложено несколько видов расчетных показателей, отличающихся сочетанием метеоэлементов, способами их выражения, учетом влияния осадков на влагоемкость РГМ, в некоторых случаях и скорости ветра [17]. Применимость показателей для расчета фактической пожароопасности проверялась по тесноте связи между их величиной и значениями равновесной влажности РГМ. Однако такая корреляция возможна только для типичных условий среды и при использовании влажности древесины, что требует дополнительной проверки применимости к условиям Дальнего Востока, где преобладают низовые пожары, определяемые пирологическими характеристиками лесной подстилки, и увеличивается частота природно-климатических аномалий.

В 1950-х гг. впервые начаты поиски прогностических зависимостей вероятности возникновения ЛП от синоптических ситуаций. Для условий муссонного климата Дальнего Востока выявлены метеорологические критерии суховея [20], способствующих возникновению ЛП. Предприняты поиски прогностической зависимости фактора испарения влаги в РГМ от суммы радиационного баланса как энергии, обеспечивающей процесс потери влаги с субстрата [4].

В Гидрометцентре СССР в 1975 г. были разработаны указания по прогнозированию ЛПО по условиям погоды [12]. В работах, представленных на совещании-семинаре [29], отмечалась необходимость и значимость разработки системы долгосрочного (на 1 год и более) прогноза пожарной опасности в лесах, данная тематика признается приоритетной в области лесохозяйственных наук.

С 1981 г. в ЛенНИИЛХе разрабатываются способы оценки и прогноза пожарной опасности в лесу по условиям погоды [11] с учетом методов, основанных на показателях влажности РГМ [14]. Делаются попытки выявить влияние аэросиноптических условий на грозообразование и возгорание в лесах с применением дискриминантного анализа для целей прогноза [9]. В работе [17] автор предлагает для прогноза засушливости летнего периода и горимости лесов Приамурья и Приморья использовать синоптический метод

«струйного течения» [19, 23].

Н.А. Диченков [7] указывает на необходимость учета при лесопожарном прогнозировании по метеорологическим величинам продолжительности действия солнечной радиации. На возможность прогнозирования условий возникновения ЛП в сибирских лесах Забайкалья указывается в работе [2], в ней установлен 11-летний период возникновения крупных ЛП (однако речь не идет о связи с солнечной активностью). Практика охраны леса от пожаров подсказала направление исследований прогнозирования не только класса пожарной опасности по условиям погоды, но и ежесуточного числа ЛП [28].

Анализируя связь условий возникновения ЛП с метеорологическими показателями и существующие методы по выявлению атмосферных процессов, способствующих возникновению в лесу пожарной опасности, Э. Н. Валендик [5] подразделил атмосферные процессы на 4 типа формирования барических систем.

В работе [30] представлена модель современной динамики лесов, учитывающая возможность изменения среднесезонной температуры и вероятность возникновения ЛП в Западной Сибири в связи с потеплением. Б.И. Сазоновым [16] сделан вывод о том, что повторяемость засух возрастает при потеплении климата всего Северного полушария. На основе учета метеорологического прогноза засушливости предстоящего сезона можно определить вероятную выгораемую площадь [31].

В 67-78% случаях в годы с крупными ЛП за 50 лет наблюдалась пониженная солнечная активность, что можно использовать для долгосрочного прогноза пожарной опасности в лесах [32].

Анализ динамики пожарной опасности на территории Приангарья с учетом антропогенного фактора (в виде численности жителей и количества населенных пунктов), как показано в [1], позволяет составлять прогноз числа пожаров на перспективу. В работе [27] описаны методы прогнозирования пожарной опасности в лесах Иркутской области. В [8] предлагается создать базу знаний и экспертных систем лесопожарного назначения, один из блоков которой включает в себя расчеты и долгосрочные прогнозы лесопожарной обстановки. В статье [10] рассматриваются методы прогноза пожарной опасности на основе баз данных с множеством банков, блоков и подблоков. М. А. Софроновым [25, 26] разработаны научные основы создания отечественной системы пирологических характеристик и оценок (СПХиО), содержащей пять подсистем, одна из которых включает оценку погоды и климата. Подобно американской и канадской, российская СПХиО выполняет функцию информационной базы при оценке и прогнозировании пожарной опасности в лесу по условиям погоды.

В работе [17] представлен метод прогноза класса пожарной опасности на трое суток и на 10 дней, выполненный на основе работы [12] и дополненный дифференцированным подходом к оценке класса пожарной опасности [18].

Исследования по долгосрочному прогнозированию

показателей лесопожарной засухи в дальневосточных лесах описаны в работах [21-24].

Анализ зарубежной литературы позволяет выделить наиболее успешные результаты в области прогнозирования лесопожарных ситуаций в таких странах, как США, Австралия, Канада, Китай, а также в ряде других.

Ретроспекции ЛП посвящены исследования ситуации лесных пожаров с целью прогноза за 150-200 лет и более [34, 35, 45], начиная с XIII века, а также влияния обширного задымления атмосферы пожарами на сокращение суммарной солнечной радиации [48]. Американскими учеными предложено в число прогностических факторов включать вместо суммы продолжительность выпадения осадков [36]. При анализе вариаций повторяемости ЛП и выгоревшей площади в связи с изменениями климатических и погодных условий в Йеллоустонском национальном парке (США) выяснено, что летние температуры в регионе возрастают со временем, а количество осадков с января по июль уменьшается. В работе [39] австралийские ученые излагают методику оперативного краткосрочного прогнозирования осадков с заблаговременностью до 12 ч. Прогноз числа и размеров кустарниковых пожаров в Центральной Австралии на основании метеорологических данных описаны в [42]. В работе [33] представлен проект национальной модели прогнозирования пожаров как системы обеспечения решений по контролю за пожарами. Анализ влияния погодных условий на пожарную опасность лесов Северной Америки сделан в работе [47].

Статистическими исследованиями за 1920-1990 гг. установлено, что связанная с ЛП опасность обуславливается постепенным повышением среднегодовой температуры воздуха [38]. В работе [44] представлен анализ аномалий циркуляции атмосферы на изобарической поверхности 200 гПа и температуры воды поверхности океана и сделан вывод о возможности прогноза засух с заблаговременностью от 2 до 3 месяцев.

Китайскими учеными предложен усовершенствованный метод предсказания риска пожаров, учитывающий климатические условия лесных массивов [51]. Метод динамического моделирования и прогнозирования частоты ЛП на основе использования статистических данных описан в [37, 40]. На основе статистических и экспериментальных данных разработана методика прогнозирования опасности возникновения и динамики развития ЛП в зависимости от вида и состояния растительных материалов, климатических особенностей и других параметров [43]. Предложены методы усовершенствования прогнозирования условий возникновения ЛП с учетом корреляции уровня опасности с реальными ситуациями [50].

Во Франции предсказание уровня пожарной опасности для каждого лесного участка проводится на основе прогнозов средней дневной температуры, относительной влажности, облачности, направления и силы ветра [46].

Прогнозирование динамики ЛП японскими учеными рассматривается в математической модели, где в качестве независимых переменных заложены данные о

метеорологических условиях, величине и свойствах горючей нагрузки, топографических особенностях местности [49].

В заключении следует отметить сравнительно новый, разрабатываемый в разных странах, перспективный метод среднесрочного прогнозирования пожарной опасности с использованием параметров состояния поверхности земли и приземного слоя атмосферы на основе спутниковой информации [3, 15, 41], дающий возможность построения карт пожарной опасности.

Однако, несмотря на множество предложенных моделей кратко- и долгосрочного прогноза пожарной опасности территории по метеоданным, особенно адаптированных к условиям муссонного климата, в них не приводятся строгих доказательств оправданности значений использованных параметров, не указан временной период показателей погоды, на основании которых они выведены, нет данных, подтверждающих оправданность прогноза. Нерешенными остаются задачи долгосрочного прогнозирования пожарной опасности по климатическим характеристикам, которые давали бы возможность использования их для предсказания аномальных периодов на основе расчетных значений критериев пожарной опасности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Андреев Ю.А. Влияние антропогенных факторов на возникновение лесных пожаров. Автореф. дис. ... канд. сельскохозяйств. наук. Красноярск: ВНИИПОМлесхоз, 1991. 25 с.
2. Антропов В.Ф. О возможности прогнозирования возникновения лесных пожаров // Лесные пожары и борьба с ними. М.: ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства, 1988. С. 174-178.
3. Афонин С.В., Белов В.В. Эффективность применения спутниковых технологий для оперативного мониторинга лесных пожаров в Томской области // Исследование Земли из космоса. № 1. 2002. С. 42-50.
4. Белоцерковская О.А., Ларин И.Ф., Романов В.В. Исследование поверхностного и внутризалежного испарения на верховых болотах. Труды ГГИ. 1969. Вып. 177. С. 27-32.
5. Валендик Э.Н. Борьба с крупными пожарами. Новосибирск: Наука, 1990. 191 с.
6. Гриценко М.В., Гаврилова В.М. Возникновение лесных пожаров в связи с условиями погоды. Лесное хозяйство. 1952. № 4. С. 64-65.
7. Диченков Н.А. Лесные пожары и пути совершенствования планирования охраны лесов // Охрана и защита леса (Обзорная информация). М.: ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства, 1987. Вып. 1. 32 с.
8. Доррер Г.А., Ушаков С.В., Якимов С.В. Экспертная система для оценки пожарной опасности в лесу: Методология и принципы разработки // Лесные пожары и борьба с ними. Красноярск: ВНИИПОМлесхоз, 1991. С. 159-172.
9. Камышанова В.А., Павлова Г.П., Шевченко К.Б. и др. Исследование интенсивности грозовой деятельности с применением дискриминантного анализа // Труды ГГО. 1982. Вып. 455. С. 26-35.
10. Коробейников В.П., Марченко Н.А., Цициашвили Г.Ш. О принципах составления баз данных для прогноза и расчета крупных лесных пожаров. Владивосток: ДВО РАН (препр.), 1992. 15 с.
11. Коровин Г.Н., Покрываило В.Д. и др. Основные направления развития системы оценки и прогноза пожарной опасности // Лесные пожары и борьба с ними. Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. С. 18-31.
12. Методические указания по прогнозированию пожарной опасности в лесах по условиям погоды / Сост. А.Л. Кац, В.А. Гусев, Т.А. Шабунина. М.: ГМЦ СССР, 1975. 17 с.
13. Нестеров В.Г. Горимость леса и методы ее определения. М.; Л., Гослесбуиздат, 1949. 76 с.
14. Определение природной пожарной опасности в лесу (методические рекомендации) / Сост. С. Н. Вонский, В. А. Жданко, В. И. Корбут и др. Л.: ЛенНИИ лесного хозяйства, 1981. 52 с.
15. Пономарев Е.И., Сухинин А.И. Методика картирования и среднесрочного прогнозирования пожарной опасности лесов по условиям погоды // География и природные ресурсы. № 4. 2002. С. 112-117.
16. Сазонов Б.И. Суровые зимы и засухи. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 240 с.
17. Сверлова Л.И. Метод оценки пожарной опасности в лесах по условиям погоды. Хабаровск: Дальгидромет, 1998. 33 с.
18. Сверлова Л.И. Метод оценки пожарной опасности в лесах по условиям погоды с учетом поясов атмосферной засушливости и сезонов года. Хабаровск: ДальНИЦ Дальневосточного УГМС, 2000. 42 с.
19. Сверлова Л.И., Костырина Т.В. Засуха и лесные пожары на Дальнем Востоке. Хабаровск: Кн. изд-во, 1995. 120 с.
20. Соколов И.Ф. К вопросу о метеорологическом критерии суховея муссонного климата // Метеорология и гидрология. 1954. № 1. С. 81-83.
21. Соколова Г.В., Тетерятникова Е.П. Атмосферные возмущения в зоне действия крупных лесных пожаров в лесах Дальнего Востока и возможность долгосрочного прогнозирования экологических последствий // Труды ДальНИИ лесного хозяйства. 2003. Вып. 36. С. 144-150.
22. Соколова Г.В., Тетерятникова Е.П. Новая оценка эволюции обширных лесных пожаров Восточной Сибири и Дальнего Востока на основе учета атмосферных процессов // Переход к стратегии устойчивого управления лесами дальневосточного экорегиона в XXI веке. М-лы международного семинара. Хабаровск: ИЭИ ДВО РАН, 2000. С. 99-102.
23. Соколова Г.В., Тетерятникова Е.П. Об устойчивости лесопожарной засухи в случае обширного задымления атмосферы // Регионы нового освоения: состояние, потенциал, перспективы в начале третьего тысячелетия. М-лы междунар. конф. 25-27 сентября 2002 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2002. Т.2. С.101-104.
24. Соколова Г.В., Тетерятникова Е.П. Отклик атмосферы

- на загрязнение дымом крупных лесных пожаров региона Восточная Сибирь – Дальний Восток России // Экология кризисных регионов Украины. Тезисы докладов международной конференции 17-20 сентября 2001 г. Днепропетровск: РВВ ДНУ, 2001. С. 108.
25. Софронов М.А. Система пирологических характеристик и оценок как основа управления пожарами в бореальных лесах: дис. ... д-ра сельскохоз. наук. Красноярск, ВНИИПОМлесхоз, 1998. 60 с.
 26. Софронов М.А., Волокитина А.В. Пирологическое районирование в таежной зоне. Новосибирск: Наука, 1990. 203 с.
 27. Сухинин А.И., Пономарев Е. И. Картирование и краткосрочное прогнозирование пожарной опасности в лесах Восточной Сибири по спутниковым данным // Сибирский экологический журнал. № 6. 2003. С. 669-675.
 28. Телицын Г.П. Лесные пожары, их предупреждение и тушение в Хабаровском крае. Хабаровск: ДальНИИ лесного хозяйства, 1988. 96 с.
 29. Телицын Г.П. Совершенствование концепции охраны лесов от пожаров на Дальнем Востоке // Труды ДальНИИ лесного хозяйства. 1991. Вып. 33. С. 27-31.
 30. Тер-Микаэлян М.Т., Фуряев В.В. Моделирование влияния климата на пространственную динамику бореальных лесов // Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие. М-лы международного симпозиума. Ч. 4. Архангельск, 1990. С. 80-89.
 31. Тетерятникова Е.П., Ефремова Н.Ф. Особенности атмосферных процессов и гидрометеорологических условий в 60-80 гг. // М-лы научной конференции по проблемам водных ресурсов Дальневосточного экономического региона и Забайкалья. Владивосток. 1988 г. М.: ГМЦ СССР, 1991. С. 206-217.
 32. Трусовский И.В., Леншин В.Т., Гаголка Н.К. К прогнозу общих условий осадкообразования в Приамурье на летний сезон с трехмесячной заблаговременностью // Труды ДВНИГМИ. 1979. Вып. 82. С. 28-34.
 33. Beer T. Bushfire-control decision support systems // Environ. Int., 1991. Vol. 17, No. 2-3. P. 101-110.
 34. Clark J.S. Effect of climate change on fire regimes in north-western Minnesota // Nature, 1988. Vol. 334, No. 6179. P. 233-235.
 35. Clark J.S. Effects of long-term water balances on fire regime, North-Western Minnesota // J. Ecol. 1989. Vol. 77, No. 4. P. 989-1004.
 36. Deeming I.E., Lancaster G.W., Fosberg M.A., et al. The National Fire - Danger Rating Sistem. N.-Y.; London; Toronto; USDA, Forest Service. 1972. 165 p.
 37. Ding Wei. The study of forecast method of forest frequency // J. Nan-gind Forest Univ. 1992. Vol. 16, No. 1. P. 66-70.
 38. Flannigan M.D. and Wagner C.E. V. Climate change and wildlife in Canada // Can. J. Forest Res. 1991. Vol. 21, No. 1. P. 66-72.
 39. Hess Q.D., Leslie L.M., Quymmer A.E. and Fraedrich K. Application of Markov technique to the operation, short-term forecasting of rainfall // Austral. Meteorol. Mag. 1982. Vol. 37, No. 2. P. 83-91.
 40. Jiading Q., Ye R., Zheng H., Zhu F. et al. Forest fire management and direction system on microcomputers. - Dongbei linye daxue xuebao // J. Northeast Forest: Univ. 1992. Vol. 20, No. 3. P. 117.
 41. Lopes Soria S., Gonzalez Alonso F. and Cuevas J. M. Aplicacion de las imagenes digitales procedentes de los satelites meteorologicos circumples en la deteccion del riesgo de incendios forestales // Ecologia. 1991. No. 5. P.3-12.
 42. Love G. and Downey A. The prediction of central Australia // Austral. Meteorol. Mag. 1986. Vol. 34, No. 3. P. 93-101.
 43. Meine Y., Yingyi G. and Mingsheng E. Development and application of the potential compartment forest-fire danger grade map // Sci. Silv. Sin. 1993. Vol. 28, No. 6. P. 532-537.
 44. Nobre C.A. and Mollon L.C. B. The climatology of droughts and drought prediction. Impact Clim. Var. Agr. - Dordrecut. 1988. Vol. 2. P. 305-323.
 45. Pitcher D.C. Fire history and age structure in red fire forest of Sequoia National Park, California // Can. J. Forest Res. 1987. Vol. 17, No. 7. P. 582-587.
 46. Roux D. and Sol B. La prevision meteo, una allied contre les incendies // Recherch. 1991. Vol. 22, No. 234. P. 898-900.
 47. Sedjo R.A. Climate, forests, and fire: A North American perspective // Environ. Int. 1991. Vol. 17, No. 2-3. P.163-168.
 48. Segal M., Weaver J. and Purdom J. W. Some effects of the Yellowstone fire smoke plume on northeast Colorado at the end of summer 1988 // Mon. Wea. Rev. 1989. Vol. 117, No. 10. P. 2278-2284.
 49. Tamyra H., Inagaki M. and Yamasita K. A method to obtain automatically digital height data at mountain district // Rept. Fire Res. 1990. No. 69. P. 19-25.
 50. Wein Ross W. Frequency and characteristics of Artic Tundra fires. Artic. 1976. Vol. 29, No. 4. P. 213-222.
 51. Xianmin. Economic optimin decision of forest fire rick forecasting and its benefit. Gixang // Meteorol. Mon. 1988. Vol. 14, No. 5. P. 23-26.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 04-05-97004