

Исследование особенностей недельных вариаций лесопожарной активности в Якутии по данным ДЗ

В.С. Соловьев, В.И. Козлов

*Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН
677980, г. Якутск, пр-т Ленина, 31
e-mail: v.kozlov@ikfia.ysn.ru*

Рассмотрены недельные вариации лесопожарной активности региона с континентальным климатом (Якутия). В недельном цикле вариаций общей площади лесных пожаров присутствуют два максимума – в середине и конце недели. Особенно отчетливо они прослеживаются в начале и конце пожароопасного сезона (июнь, сентябрь). Предположительно максимум в середине недели с большей степенью вероятности обусловлен природным фактором – грозами. В пользу этого предположения говорит наличие максимума грозовой активности, приходящегося на эти дни недели, а также тот факт, что в сентябре, когда грозы на территории Якутии практически не наблюдаются, максимум лесопожарной активности в середине недели невыразителен или отсутствует. Максимум в конце недели обусловлен антропогенным фактором.

Ключевые слова: лесные пожары, грозы, недельные вариации, дистанционное зондирование, спутниковые снимки.

Введение

Естественными причинами возникновения пожаров являются грозовая активность и другие природные явления, приводящие к возгоранию очагов пожаров (например, вулканическая деятельность). Однако в условиях экстенсивного развития добывающей промышленности и освоения новых территорий, расширения транспортной и магистральной инфраструктуры, развития сети населенных пунктов и т.д. все большее количество лесных пожаров происходит по вине человека.

В зависимости от степени освоенности территории и плотности населения может превалировать один из факторов – природный или антропогенный. Например, по данным Центральной базы авиационной охраны лесов Российской Федерации в густонаселенной европейской части по вине человека возникает до 98% пожаров, а в удаленных северных районах этот показатель может оказаться заметно ниже 50%.

Данная работа посвящена исследованию короткопериодических (недельных) вариаций лесных пожаров на территории Якутии, обнаруженных по данным спутникового мониторинга.

Исходные данные и методика исследований

В работе использованы данные метеорологических спутников NOAA (США), полученные на приемной станции СКАНОР в Институте космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН [1-6].

Полярные спутники NOAA вращаются на высотах ~820-860 км по круговым солнечно-синхронным орбитам с периодом ~100 мин. Орбитальный сегмент системы NOAA состоит, как правило, из группы в несколько спутников: в настоящее время их четыре (NOAA15, 16, 17, 18). Такое количество одновременно действующих спутников позволяет с высокой

частотой осуществлять мониторинг подстилающей поверхности и своевременно обнаруживать очаги лесных пожаров.

Основным бортовым инструментом является пятиканальный (в усовершенствованной версии шестиканальный) сканирующий радиометр AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), регистрирующий радиацию в видимом (0.58-0.68 мкм), двух инфракрасных (0.725-1.00 мкм, 3.55-3.93 мкм) и двух тепловых диапазонах (10.30-11.30 мкм, 11.50-12.50 мкм). Полученные калиброванные данные позволяют восстанавливать ряд физических параметров подстилающей поверхности – температуру, влажность, альбедо и др. Ширина скана (полосы обзора прибора AVHRR) составляет около 2500 км, пространственное разрешение в точке надира – 1,1 км.

Даже при таком невысоком пространственном разрешении (~1 км) прибор AVHRR позволяет обнаруживать объекты с аномально высокой температурой (очаг огня, пожара и др.) размером до 30х30 м. Например, на зимних космоснимках районов нефтегазовых промыслов нередко можно увидеть «горячие» пиксели от отдельных газовых факелов. Это результат высокой температурной чувствительности датчиков прибора AVHRR.

Обнаружение очагов пожаров на спутниковых мультиспектральных снимках осуществляется с помощью многоступенчатого порогового алгоритма детектирования. Все пороговые алгоритмы построены по принципу выделения зоны потенциальных очагов пожаров по некоторому пороговому значению радиояркостной температуры в третьем канале радиометра AVHRR. На следующих этапах с помощью пороговых значений в других каналах или в комбинациях каналов производится устранение ложных сигналов – объектов сходных по температуре третьего канала с очагами пожаров. Многоступенчатый алгоритм детектирования очагов лесных пожаров, разработанный в ИСЗФ СО РАН (г. Иркутск) позволяет с высокой степенью достоверности обнаруживать очаги пожаров. Тем не менее, надо учитывать, что сильная экранирующая облачность или неблагоприятные условия съемок (время, орбитальное положение спутника и пр.) могут затруднить обнаружение лесного пожара. Статистические данные эффективности обнаружения показывают, что крупные лесные пожары размером более 100 га обнаруживаются практически всегда, даже сильная задымленность или экранирующая облачность не являются помехой для их детектирования; пожары площадью 10-100 га обнаруживаются с вероятностью 70%, площадью 1-10 га – в 40% случаев, площадью менее 1 га – в 20% случаев [6]. На вероятность обнаружения небольших очагов большое влияние оказывает задымленность, экранирующая облачность и неблагоприятные условия спутниковой съемки (время съемок, орбитальное положение спутника и пр.).

Обсуждение результатов

В качестве исходных данных были использованы данные AVHRR/NOAA, полученные за период 1998-2007 гг. В рассмотрение принимались лесные пожары, обнаруженные по космоснимкам только на территории Якутии. Необходимо отметить, что 2002 г. был одним из самых пожароопасных за рассматриваемый период – общая площадь пожаров составила 775 тыс. га.

Результаты спутникового мониторинга пожаров представлены на рис. 1 (а, б, в, г), соответственно, для июня, июля, августа и сентября.

По вертикальной оси отложена площадь пожаров в кв. км, а по горизонтальной оси – дни недели. Рассмотрены два периода усреднения данных – 1998-2007 гг. и 2002 г., результаты которых показаны на каждом из четырех рисунков: по левой вертикальной оси отложены данные, относящиеся к первому периоду, по правой – ко второму. На всех рис. 1 сплошной линией с интервалами доверия (вертикальные отрезки) показаны усредненные недельные вариации за 1998-2007 гг., штриховой – усредненные недельные вариации за 2002 г.

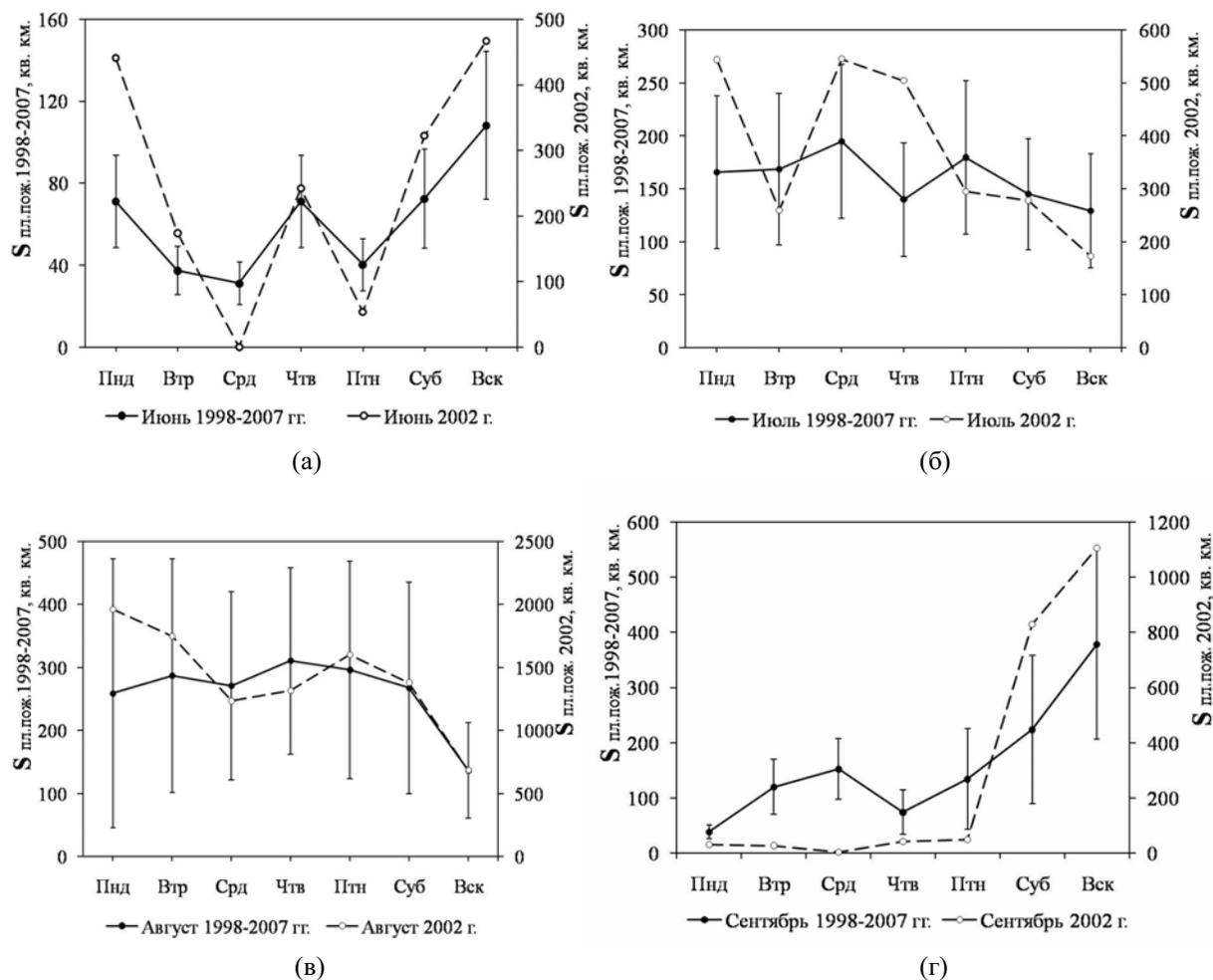


Рис. 1. Недельные вариации общей площади лесных пожаров в Якутии: а) – в июне; б) – в июле; в) – в августе; г) – в сентябре.

Легко заметить, что в июне (рис. 1а) и сентябре (рис. 1г) лесопожарная активность в конце недели резко вырастает, достигая ярко выраженного максимума. Второй, но меньший максимум в недельных вариациях можно выделить в середине недели, хотя в сентябре 2002 г. он не просматривается. Июльские и августовские недельные вариации (рис. 1б, 1в, соответственно) для обоих периодов усреднения имеют более сложный характер, разброс данных достаточно велик.

Многолетние исследования радиочастотных шумов в ОНЧ-диапазоне, генерируемых в подавляющем большинстве случаев грозвыми разрядами, показали наличие недельной зависимости – в середине недели наблюдается максимум грозвых разрядов (рис. 2) [7]. Также согласно этим исследованиям сезон гроз в Якутии начинается со второй декады июня, максимум приходится на третью декаду июля, а конец – на вторую треть августа.

Учитывая такой временной характер грозвой активности и наблюдаемые недельные вариации лесных пожаров можно предположить, что максимум лесных пожаров, приходящийся на середину недели в июне, в большей степени обусловлен грозвой активностью. В то время как повышенная активность пожаров в конце недели предположительно обусловлена человеческим фактором, т.к. в, именно, эти дни резко возрастает антропогенная нагрузка на природную среду, особенно в начале и конце лета: турпоходы, загородные пикники, сбор ягод-грибов, рыбалка, охота, сельскохозяйственная

деятельность и пр. В середине лета в связи с ростом степени пожароопасности лесов административные запреты существенно ограничивают выезды в лес, разведение открытого огня (костров, палов), проведение сельскохозяйственных работ и других мероприятий, способных инициировать пожары.

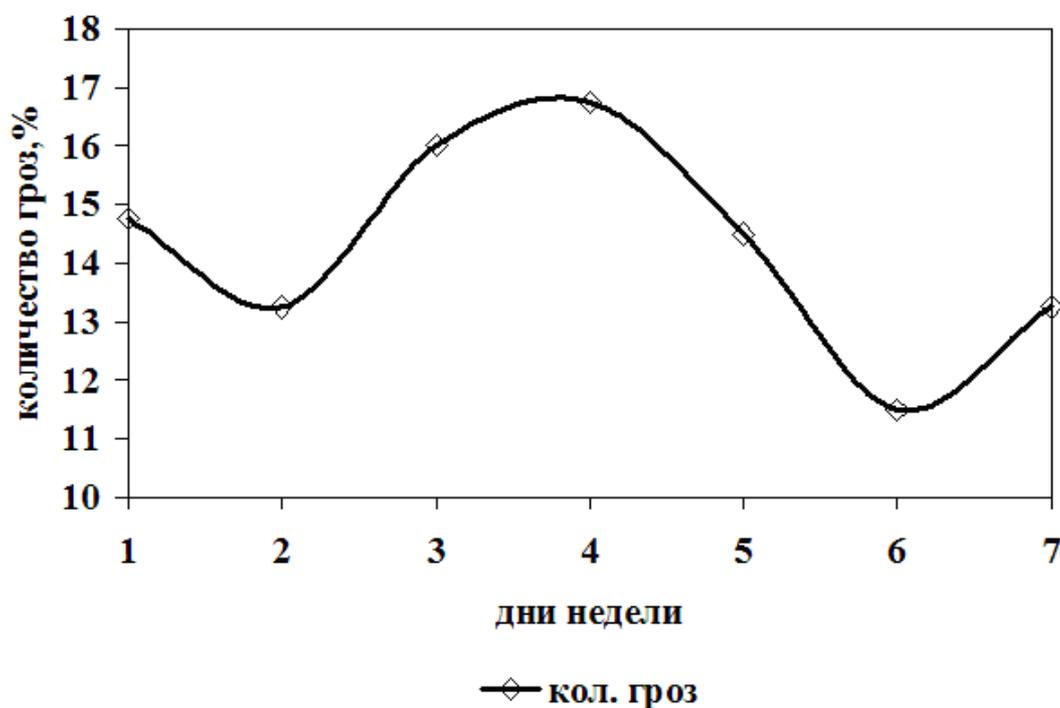


Рис. 2. Недельная вариация количества гроз наблюдавшаяся в июне 2001 г.

Пространственно-временные масштабы лесных пожаров, являющихся результатом совокупности природных, метеорологических и техногенных факторов, сильно варьируют в течение пожароопасного сезона май-сентябрь. Как показывает практика, пожары в начале сезона имеют меньшую продолжительность и размеры, во многом это обусловлено отсутствием необходимых предпосылок для крупномасштабных и продолжительных пожаров – горючий материал еще «не созрел» до нужной кондиции и не самые «благоприятные» метеосостояния (среднесуточные температуры воздуха невысоки).

В конце пожароопасного сезона продолжительность пожаров также невелика – виной тому обычные для конца лета проливные дожди, не дающие разгораться очагам лесных пожаров. Сезонный максимум пожаров выпадает на июль и начало августа [6], когда степень пожароопасности лесов очень высока. Пожары в этот период характеризуются большей устойчивостью, динамичностью и продолжительностью. Очевидно, поэтому на рис. 1б, 1в (июль, август) сложно выделить недельные вариации, обусловленные грозовой и антропогенной активностью, используя данный экспериментальный материал; требуются дальнейшие исследования с привлечением дополнительных данных.

Необходимо также учитывать крайне важную роль Авиалесохраны, призванную бороться с лесными пожарами, что и делается этой организацией достаточно эффективно. Однако активность Авиалесохраны в основном распространяется на охраняемые территории, составляющие около половины площади Якутии. К тому же работа «авиалесопожарников» в основном акцентируется на малые очаги возгорания, борьба с которыми наиболее эффективна, и на те, которые потенциально опасны для населенных пунктов, хозяйственных и

промышленных объектов, поэтому вклад антропогенного фактора в лесопожарную активность ими частично нейтрализуется.

Работы по исследованию вероятности лесной пожарной опасности и прогнозу числа лесных пожаров ведутся также в Томске [8]. На рис. 3 представлены результаты модельных расчетов распределения количества пожаров по дням недели и статистические данные по числу пожаров в Томской области. По вертикальной оси отложено число очагов пожаров, по горизонтали – дни недели; сплошной линией показаны данные лесничества, штриховой – модельный расчет. Видно, что на этих кривых также присутствуют два максимума – в конце и середине недели. Поэтому можно предположить, что короткопериодические (недельные) вариации лесопожарной активности характерны и для больших территорий – пространств Зауралья, Сибири и Дальнего Востока.

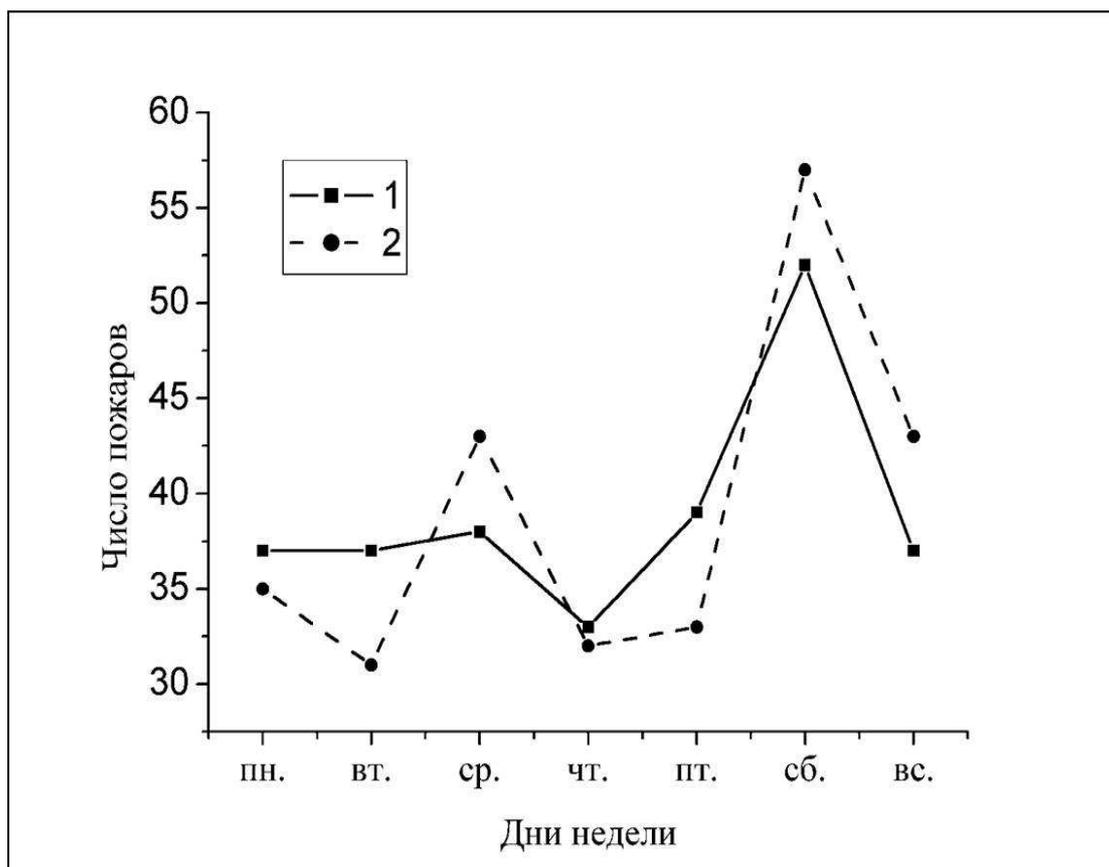


Рис. 3. Недельные вариации числа лесных пожаров в Томской области[8]: 1) – статистические данные Тимирязевского лесничества, 2) – модельный расчет.

Выводы

Данные спутникового мониторинга за 1998-2007 гг. и анализ временной динамики лесных пожаров показывают, что в картине лесопожарной активности наблюдается недельная зависимость. В недельном цикле вариаций общей площади лесных пожаров присутствуют два максимума – в середине и конце недели. Особенно отчетливо они прослеживаются в начале и конце пожароопасного сезона (июнь, сентябрь). Предположительно максимум в середине недели с большей степенью вероятности обусловлен природным фактором – грозами. В пользу этого предположения говорит наличие максимума грозовой активности, приходящегося на эти дни недели, а также тот факт, что в сентябре, когда грозы на

территории Якутии практически не наблюдаются, максимум лесопожарной активности в середине недели невыразителен или отсутствует (2002 г.).

Поскольку пик антропогенной нагрузки на окружающую среду приходится на выходные дни, то, очевидно, предположить, что наблюдаемое повышение лесопожарной активности в конце недели обусловлено человеческим фактором: турпоходы, выезды на природу, сбор ягод-грибов, рыбалка, охота, сельскохозяйственная деятельность и пр.

Аналогичные результаты были получены и другими исследователями [8], поэтому можно предположить, что короткопериодические (недельные) вариации лесопожарной активности характерны и для больших территорий – пространств Зауралья, Сибири и Дальнего Востока. Недельные вариации метеопараметров обнаружены также и в умеренных широтах на Американском континенте [9], в частности в количестве выпадающих осадков. Таким образом, можно ожидать существования недельных вариаций лесопожарной обстановки в целом в умеренных широтах.

Поддержано грантами РФФИ 08-02-00348-а, 09-05-98540-р_восток_a и программами Президиума РАН 16 и Развитие Научного Потенциала Высшей Школы 2555.

Литература

1. Соловьев В.С., Лиходед А.Н. Экологический мониторинг окружающей среды по спутниковым данным // Наука и образование, изд-во АН РС (Я), №1(17), 2000, стр. 100-103.
2. Solovyev V.S., Vasilyev E.K., Solovyeva N.M. Satellite monitoring of forest fire in the territory of Yakutia and the evaluation of their consequences // Proceedings of international conference “The role of permafrost ecosystems in global climate change”, Yakutsk, May 3-5 2000 – Yakutsk Scientific Center Publishing House, 2001, P. 178-180.
3. Соловьев В.С. Космофизические исследования в Якутии. – Якутск: ЯФ Изд-во СО РАН, 2001 г., стр. 302-308.
4. Solovyev V.S., Kozlov V.I. The Disastrous Forest Fires in the Yakutia // Proceedings of the 1st International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW2003), Kyoto, Japan, 13-15 March, 2003, pp. 222-224.
5. Соловьев В.С., Козлов В.И. Исследование пространственно-временной динамики лесных пожаров и облачности в Северо-Азиатском регионе по данным спутников NOAA // Оптика атмосферы и океана, 2005. Т.18, № 01-02. С.146-149.
6. Соловьев В.С., Козлов В.И., Смирнов И.Ф. Пространственно-временная динамика лесных пожаров в Якутии // Наука и образование, изд-во АН РС (Я), №1(37), 2005, стр. 67-73.
7. Mullayarov V. A., Karimov R. R., Kozlov V.I., Poddelsky I. N. Possible Weekly Variations in the Thunderstorm Activity // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. 2005. Vol. 67. N 4. P. 397-403.
8. Барановский Н.В. Вероятность лесной пожарной опасности и прогноз числа лесных пожаров // Известия ВУЗов. Физика. 2006. Т. 49. № 3. С. 212-213.
9. Bell T. L., Rosenfeld D., Kim K.-M., Yoo J.-M., Lee M.-I., Hahnenberger M. Midweek increase in U.S. summer rain and storm heights suggests air pollution invigorates rainstorms // J. Geophys. Res., 2008, Vol. 113, D02209, doi:10.1029/2007JD008623.

Research of features of week variations forest fires activity in Yakutia according to RS

V.S. Solovyev, V.I. Kozlov

*Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS Yakutsk, Russia
677980, 31 Lenin Ave., Yakutsk, Russia
e-mail: v.kozlov@ikfia.ysn.ru*

Week variations forest fires activity of region with a continental climate (Yakutia) are considered. In a week cycle of variations of a total area of forest fires there are two maxima – at the middle and a weekend. Especially distinctly they it is traced in the beginning and the end of a fire-dangerous season (June, September). Presumably the maximum in the middle of week with a greater degree of probability is caused by the natural factor – thunder-storms. In favour of this assumption speaks presence of a maximum of the storm activity falling these days of week, and also that fact, that in September when thunderstorms in territory of Yakutia practically are not observed, the maximum forest fires activity in the middle of week is inexpressive or is absent. The maximum in a weekend is caused by the anthropogenous factor.

Keywords: forest fires, thunderstorm, week variations, remote sounding, satellite pictures.