

## Особенности динамики лесных пожаров на территории национального парка «Бузулукский бор»

*Н.А. Жамурина, к.б.н., ФГБОУ ВПО Оренбургский ГАУ;  
Д.В. Федоренко, магистр, зам. директора, ФГУ «Национальный парк «Бузулукский бор»*

Одним из выдающихся примеров лесов Оренбуржья является Бузулукский бор — уникальный сосновый массив, расположенный на границе Оренбургской и Самарской областей и имеющий в настоящее время статус национального парка.

Первые сведения о боре относятся к XVII в., примерно к этому же времени относятся и первые сведения о пожарах на его территории. На протяжении всей истории бора одним из ведущих факторов его существования были пожары. Согласно карте пожаров Бузулукского бора, составленной Я.Н. Дарк-

шевичем, на территории бора в 1760–2004 гг. пожарами было уничтожено свыше 100 тыс. га леса. Фактически бор горел каждый год, но особенно губительными были пожары в 1790 г. (уничтожено почти 3 тыс. га), 1831 г. (более 24 тыс. га), 1843 г. (1,7 тыс. га), 1860 г. (3,5 тыс. га), 1879 г. (24 тыс. га), 1921 г. (свыше 6 тыс. га) и др. [1, 2].

**Материалы и методы исследования.** По данным за период 1953–2014 гг., на территории бора произошло 1523 пожара, при этом пострадали 2378,39 га. По годам динамика пожаров значительно варьировала, ежегодно возникало от 2 до 106 пожаров на площади от 0,1 до 561,47 га.

Пожароопасный сезон на территории бора длится 227 дн. — с 8 апреля по 21 ноября, при

этом продолжительность периода фактической горимости составляет 218 дн. [3].

На территории бора причинами пожара являются железная дорога (12% случаев и 29% площади), грозовые разряды (18 и 1%) и неосторожное обращение с огнем (70 и 70%). При неосторожном обращении с огнём пожары возникают от неза тушенных костров, спичек и окурков, выжигания сухой травы и т.п.

Повышенная пожарная опасность бора определяется его высокой лесистостью (более 85%), широким распространением (около 50% территории) сосновых древостоев, густой сетью дорог, в том числе железных, примыканием к сельскохозяйственным угодьям, высокой посещаемостью и особенно климатическими условиями [4].

Наиболее простой и надёжный способ изучения связей горимости лесов с климатическими факторами – сопоставление показателей горимости с метеорологическими данными. В работе для анализа данной связи использован гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК) за период май – сентябрь 1990–2007 гг. ГТК используют для оценки условий увлажнения территории, его величина указывает на сбалансированность прихода и расхода влаги:  $ГТК < 0,5$  – очень засушливо;  $0,5 \leq ГТК \leq 1$  – засушливо, недостаточно влажно;  $ГТК > 1$  – избыточно влажно.

**Результаты исследования.** За рассматриваемый период преобладали засушливые годы (более 55%), т.е. ГТК составлял 0,50–0,99. Очень засушливыми были 1996 и 1998 гг. – ГТК соответственно 0,19 и 0,28. В избыточно влажные годы ГТК составлял 1,20–1,38.

Наибольшее количество пожаров и площадь, пройденная пожарами, отмечены в очень засушливом 1996 г. (более 16 и около 36%) и предше-

ствующем ему засушливом 1995 г. (12 и около 24%). Также значительное число пожаров возникло в 1991 и 1998 гг. – засушливом и очень засушливом годах (8,3 и 8,6% всех пожаров). В целом в избыточно влажные годы возникло 20,4% пожаров и пострадало 21,6% территории, т.е. ежегодно возникало 21–22 пожара и страдало 20–21 га, в засушливые годы – 54,3 и 39,3%, т.е. 34–35 пожаров и 22–23 га, в очень засушливые – 25,3% и 39% и 80–81 пожар и 112–113 га.

Зависимость динамики лесных пожаров на территории бора и ГТК в 1990–2007 гг. представлена на рисунке 1.

Известно, что колебания климата являются следствием активности Солнца, которая носит циклический характер: 11-летний (продолжительность 9–14 лет), 22-летний (18–25 лет), вековой (80–90 лет) и многовековой (1800–1900 лет) циклы [5, 6].

В изменениях земного климата наиболее часто проявляется 22-летний цикл солнечной активности, которая воздействует на нижние слои атмосферы не только в региональном, но и планетарном масштабе [5].

Для выявления связи между динамикой лесных пожаров на территории Бузулукского бора и солнечной активностью были использованы данные учёта лесных пожаров на территории бора в 1953–2014 гг. и число Вольфа. Число Вольфа – показатель солнечной активности, учитывающий её проявления (солнечные пятна), – с её увеличением возрастает и число Вольфа.

В.В. Григорьев, изучая лесные пожары в Челябинской области, обнаружил ряд закономерностей [6]. В пределах многолетних климатических циклов были выявлены основные пики лесных пожаров с интервалом в 20 лет – 1955, 1975 и 1995 гг. В пределах данных циклов увеличение количества

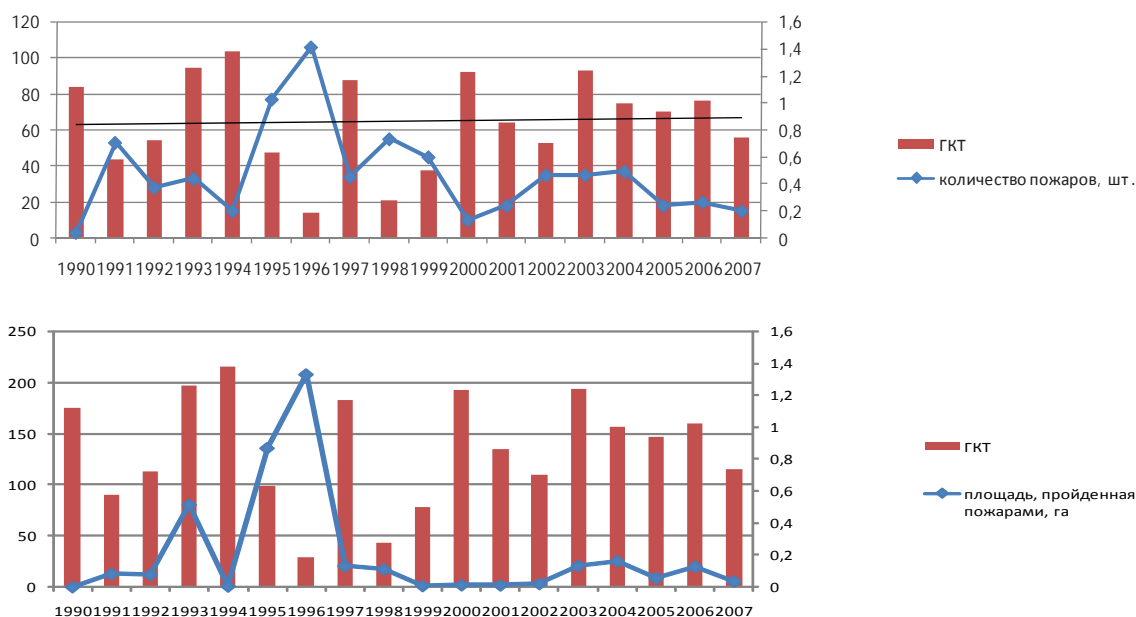


Рис. 1 – Динамика лесных пожаров на территории Бузулукского бора в зависимости от ГТК в 1990–2007 гг.

пожаров и пройденной огнём площади повторяются через 7 лет практически всегда, начиная с основного пика горимости, при этом года кратны 5, 7 и 9. Минимумы пожаров, как правило, находятся рядом с максимумами 11-летних солнечных циклов.

Данные о количестве и площади пожаров, возникших на территории Бузулукского бора, также свидетельствуют об их цикличности. Как и в предыдущих исследованиях [6], в большинстве случаев максимумы пожаров находятся рядом с минимумами солнечной активности – 1954 г., 1975–1976 гг., 1995–1996 гг., 2008–2010 гг. Однако внутри 11-летних солнечных циклов выявлены преимущественно 3–4-летние пожарные циклы.

Зависимость динамики лесных пожаров на территории бора и числа Вольфа в 1953–2014 гг. представлена на рисунке 2.

В программе «STATISTICA 8» была произведена статистическая обработка данных.

Проверку соответствия данных ГТК, числа Вольфа и относительной горимости закону нормального распределения проводили с помощью W-теста Шапиро – Уилкса (при  $p > 0,05$  анализируемое распределение не отличается от нормального).

Для выявления основной тенденции развития солнечной активности, а затем и относительной горимости и частоты пожаров использовали сгла-

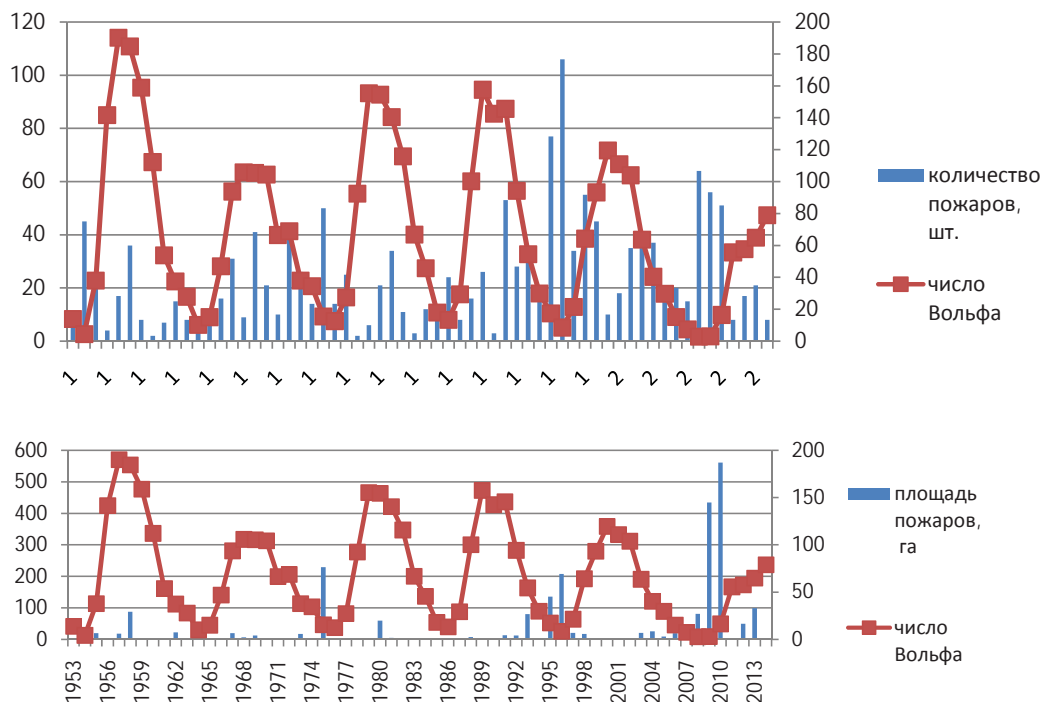


Рис. 2 – Динамика лесных пожаров на территории Бузулукского бора в зависимости от солнечной активности в 1953–2014 гг.

1. Коэффициенты корреляции показателей горимости и ГТК, 1990–2007 гг.

Показатель	Статистический показатель	Показатель горимости	
		логарифм относительной горимости	логарифм частоты пожаров
ГТК (май – сентябрь)	коэффициент корреляции, $r$ объём выборки, $V$ уровень значимости коэффициента корреляции, $p$ -value	-0,35 18 0,1560	-0,65 18 0,0038

2. Коэффициенты корреляции сглаженных показателей горимости и числа Вольфа по семилетиям, 1956–2011 гг.

Показатель	Статистический показатель	Показатель горимости	
		относительная горимость	частота пожаров
Число Вольфа (W)	коэффициент корреляции, $r$ объём выборки, $V$ уровень значимости коэффициента корреляции, $p$ -value	-0,42 56 0,0013	-0,35 56 0,0081

3. Результаты табулирования уравнения (1) после преобразования логарифма частоты пожаров

ГТК	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
Частота пожаров	1051,6	578,2	396,3	298,6	237,3	195,3	164,6

живание временного ряда с помощью скользящих средних, в данной работе – 7-летних. Статистически не отличаются от нормального распределения ГТК, числа Вольфа, логарифмы частоты пожаров и относительной горимости ( $p=0,1054-0,7046$ ).

Для обнаружения связи между исследуемыми переменными и её силы и направленности был применён корреляционный анализ – при  $p\text{-value} < 0,05$  корреляция статистически значима с 95-процентной надёжностью (табл. 1, 2).

Коэффициенты корреляции ГТК и логарифма частоты пожаров указывают на их достоверную связь ( $r = -0,65$ ,  $p\text{-value} = 0,0038$ ).

Для сравнения ГТК-логарифм относительной горимости была выявлена умеренная отрицательная связь ( $r = -0,35$ ), однако она недостоверна ( $p = 0,1560$ ).

При сравнении логарифма сглаженного показателя относительной горимости по семилетиям и сглаженного показателя числа Вольфа по семилетиям получен уровень значимости 0,0013. При этом установлено, что с вероятностью не меньше 95% выявленная корреляционная связь ( $r = -0,42$ ) значима, т.е. переменные достоверно связаны умеренной корреляционной зависимостью. Сравнение логарифма сглаженного показателя частоты пожаров по семилетиям и сглаженного показателя числа Вольфа по семилетиям ( $p = 0,4970$ ) показало значимую ( $p = 0,0081$ ) умеренную отрицательную связь ( $r = -0,35$ ).

Коэффициент корреляции позволяет количественно охарактеризовать степень связи, однако с его помощью невозможно предсказать, чему будет равно значение одного признака при заданном значении другого признака. Решить эту задачу позволяет регрессионный анализ.

Полученный значимый коэффициент корреляции позволяет построить с помощью регрессионного анализа в программе «Statgraphics Centurion XVI» математическую модель связи логарифма частоты пожаров и ГТК, которая лучше всего описывается следующей функцией:

$$LN(ЧП) = \sqrt{(29,9148 - 11,4951 \cdot LN(ГТК))}, \quad (1)$$

при  $R^2 = 48,7\%$ ,

где LN(ЧП) – логарифм частоты пожаров;

ГТК – гидротермический коэффициент.

Результаты табулирования данного уравнения после преобразования логарифма частоты пожаров представлены в таблице 3.

Полученный результат свидетельствует о том, что на долю не учтённых в модели факторов приходится большая часть (51,3%) вариации частоты пожаров, возможно, это связано с небольшим числом наблюдений. Для построения более точных моделей необходимо иметь данные за более продолжительный период.

### Литература

1. Бузулукский бор: эколого-экономическое обоснование организации национального парка. Т. I. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 186 с.
2. Климентьев А.И. Бузулукский бор: почвы, ландшафты и факторы географической среды. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 399 с.
3. Танков Д.А. Лесные пожары и их влияние на древесно-кустарниковую растительность в лесах Оренбуржья: дисс. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2014.
4. Основные положения организации и ведения лесного хозяйства в управлении лесами «Бузулукский бор» Министерства природных ресурсов РФ. Книга 1. ФГУП «ГСЛП Воронежлеспроект», 2-я Воронежская экспедиция. Воронеж, 2002. 400 с.
5. Белецкий Е.Н. Цикличность – фундаментальное свойство развития и функционирования природных систем // Вестник Харьковского национального аграрного университета. Сер. Биология. 2007. Вып. 3. С. 100–116.
6. Григорьев В.В. Цикличность лесных пожаров в Челябинской области // Лесное хозяйство. 2009. № 4. С. 45–46.