

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРЕДСКАЗАНИЮ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ПРИМЕРЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Для Иркутской области прогнозирование лесных пожаров – это одна из важных проблем, так как область является лидером по числу и площади лесных пожаров. В данной статье предлагается использовать вместо индекса Нестерова индекс накопленного дефицита точки росы для предсказания возникновения лесных пожаров, оценки возможного числа и площади пожаров. Использован аппарат корреляционно-регрессионного анализа, автокорреляционная функция, Фурье анализ. Предложено использовать индекс накопленного дефицита точки росы за 30 дней для предсказания возникновения пожаров за 10–12 дней.

Ключевые слова: лесные пожары, индекс Нестерова, дефицит точки росы.

E.V. Boldanova

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE PREDICTION OF THE FOREST FIRE ON THE EXAMPLE OF THE IRKUTSK REGION

Forest fire prediction is one of the important problems for the Irkutsk region, because the region is the leader in number and area of forest fires. In this article, it is proposed to use, instead of the Nesterov index, an index of the accumulated deficit of the dew point for predicting the occurrence of forest fires, estimating the possible number and area of fires. It was used the apparatus of correlation-regression analysis, autocorrelation function, Fourier analysis. It is proposed to use the index of the accumulated deficit of the dew point for 30 days to predict the occurrence of fires in 10–12 days.

Keywords: forest fires, the Nesterov index, dew point deficit.

Проблема лесных пожаров в Сибири и в Иркутской области становится все более острой из года в год. При этом реформируются службы, ведущие мониторинг лесных пожаров и проводящие мероприятия по тушению пожаров. Финансовых средств, выделяемых на эти цели, всегда будет не хватать. Поэтому стоит задача оптимизировать использование имеющихся сил и средств.

Одним из способов решения этой проблемы является создание точной прогностической системы для предсказания возникновения лесных пожаров. В настоящее время для оценки лесной пожароопасности в регионе используется универсальный показатель индекс Нестерова, описанный в ГОСТ Р 22.1.09-99 [2; 4]. Но как показал анализ статистики по Иркутской области [1], из-за своей универсальности, этот индекс недостаточно точно описывает ситуацию в конкретном регионе, индекс корреляции составил от 0,28 до 0,51. Был предложен индекс накопленного дефицита точки росы:

$$d_M = \sum_{i=1}^M (T_i - r_i), \quad (1)$$

где d_M – накопленный дефицит точки росы за M дней, (°C);

T – температура воздуха (°C) на 8 и 20 ч дня по местному времени;

r – точка росы на 8 и 20 ч дня по местному времени (°C).

Данный показатель, рассчитанный за период 10, 15, 30 и 45 дней, имеет более тесную корреляционную связь с числом и площадью лесных пожаров.

Исследуем возможности предсказания числа крупных лесных пожаров и площади, пройденной огнем, используя индекс накопленного дефицита точки росы. Для контроля проверим возможности предсказания и по индексу Нестерова. Для расчета используются данные дистанционного мониторинга ФГУ «Авиалесоохрана» [3]

Для определения величины лага будем использовать взаимную корреляционную функцию. Для этого в качестве исследуемого параметра будет выступать временной ряд данных о количестве пожаров или площади пожаров, а в качестве влияющих факторов – показатели накопленного дефицита точки росы, сдвинутые относительно друг друга на последовательно увеличивающиеся интервалы времени. Исследование по данным метеостанции Иркутска дало следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

Результаты исследования взаимной корреляционной функции по Иркутску

Исследуемый параметр	Влияющий фактор	Величина лага	Парный коэффициент корреляции
1. Количество пожаров, ед.	Накопленный дефицит точки росы за 10 дней	6 дней	0,44
2. Площадь лесного пожара, га	Накопленный дефицит точки росы за 10 дней	6 дней	0,37
3. Количество пожаров, ед.	Накопленный дефицит точки росы за 15 дней	24 дня	0,59
4. Площадь лесного пожара, га	Накопленный дефицит точки росы за 15 дней	24 дня	0,84
5. Количество пожаров, ед.	Накопленный дефицит точки росы за 30 дней	20 дней	0,71
6. Площадь лесного пожара, га	Накопленный дефицит точки росы за 30 дней	18 дней	0,87
7. Количество пожаров, ед.	Накопленный дефицит точки росы за 45 дней	Ничего	0
8. Площадь лесного пожара, га	Накопленный дефицит точки росы за 45 дней	Ничего	0
9. Количество пожаров, ед.	Индекс Нестерова	10 дней	0,42
10. Площадь лесного пожара, га	Индекс Нестерова	10 дней	0,34

Очевидно, индекс Нестерова в какой-то степени можно использовать для предсказания числа крупных пожаров ($r = 0,42$), но в гораздо большей степени

подходит для этой цели накопленный дефицит точки росы за 30 дней с коэффициентом корреляции $r = 0,71$. Для предсказания площади лесного пожара также лучше подходит накопленный дефицит точки росы за 30 дней ($r = 0,87$).

Сопоставление фактических данных о количестве пожаров и накопленного дефицита точки росы за 30 дней, сдвинутого на величину лага в 20 дней, представлено на рис. 1. Совмещение на графике площади лесных пожаров и накопленного дефицита точки росы за 30 дней со сдвигом на 18 дней представлено на рис. 2.

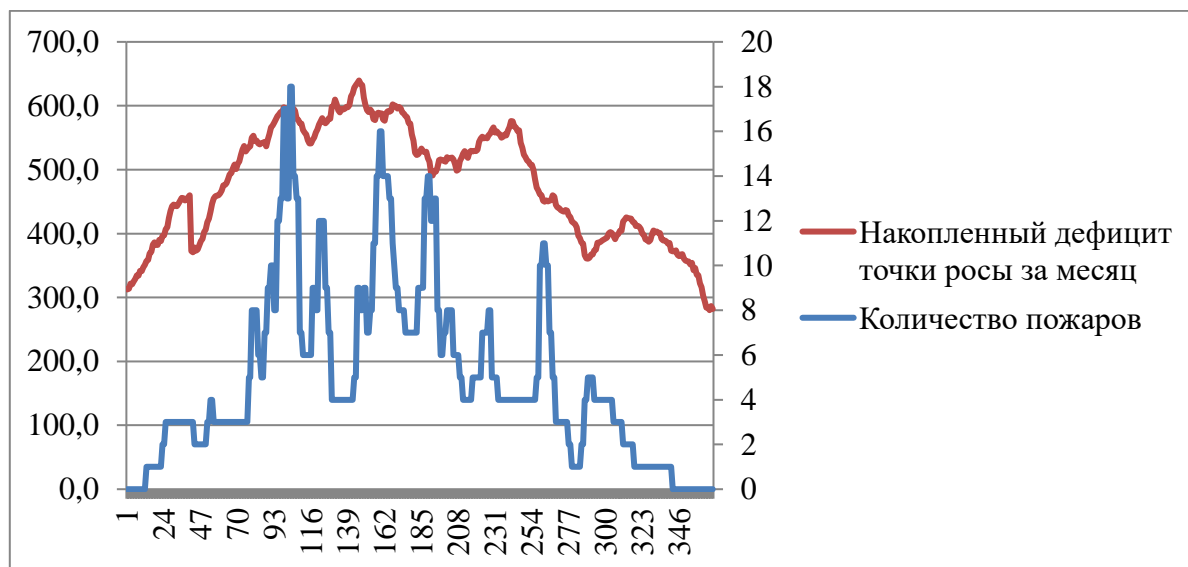


Рис. 1. Сопоставление фактических данных о количестве крупных лесных пожаров и лагового фактора накопленного дефицита точки росы за 30 дней со сдвигом в 20 дней

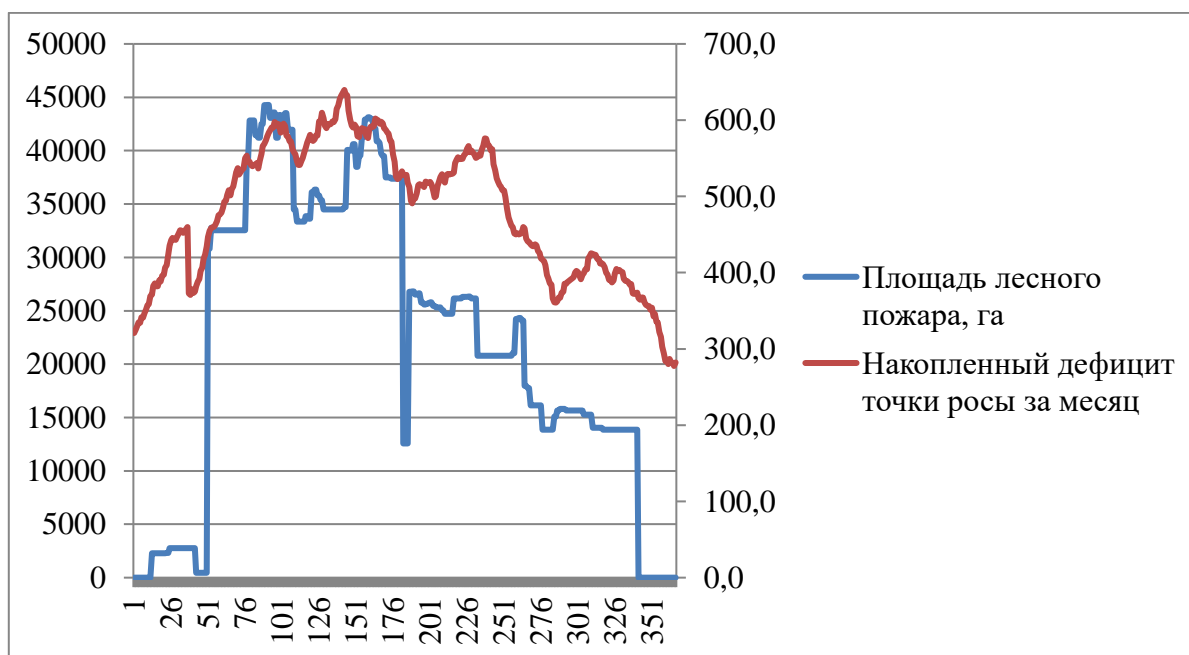


Рис. 2. Сопоставление фактических данных о площади крупных лесных пожаров и лагового фактора накопленного дефицита точки росы за 30 дней со сдвигом в 18 дней

Результаты аналогичного исследования по метеостанции в Баяндае представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты исследования взаимной корреляционной функции по Баяндаю

Исследуемый параметр	Влияющий фактор	Величина лага	Парный коэффициент корреляции
1. Количество пожаров, ед.	Накопленный дефицит точки росы за 10 дней	15 дней	0,51
2. Площадь лесного пожара, га	Накопленный дефицит точки росы за 10 дней	20 дней	0,64
3. Количество пожаров, ед.	Накопленный дефицит точки росы за 15 дней	8 дней	0,55
4. Площадь лесного пожара, га	Накопленный дефицит точки росы за 15 дней	22 дня	0,72
5. Количество пожаров, ед.	Накопленный дефицит точки росы за 30 дней	12 дней	0,67
6. Площадь лесного пожара, га	Накопленный дефицит точки росы за 30 дней	12 дней	0,79
7. Количество пожаров, ед.	Накопленный дефицит точки росы за 45 дней	ничего	0
8. Площадь лесного пожара, га	Накопленный дефицит точки росы за 45 дней	ничего	0

Особенно четко зависимость проявилась при использовании накопленного дефицита точки росы за 30 дней, взаимная корреляционная функция представлена на рис. 3 и 4.

Еще ранее было выявлено, что метеоданные по Баяндаю лучше подходят для описания пожароопасной обстановки в районах, прилегающих к Иркутску.

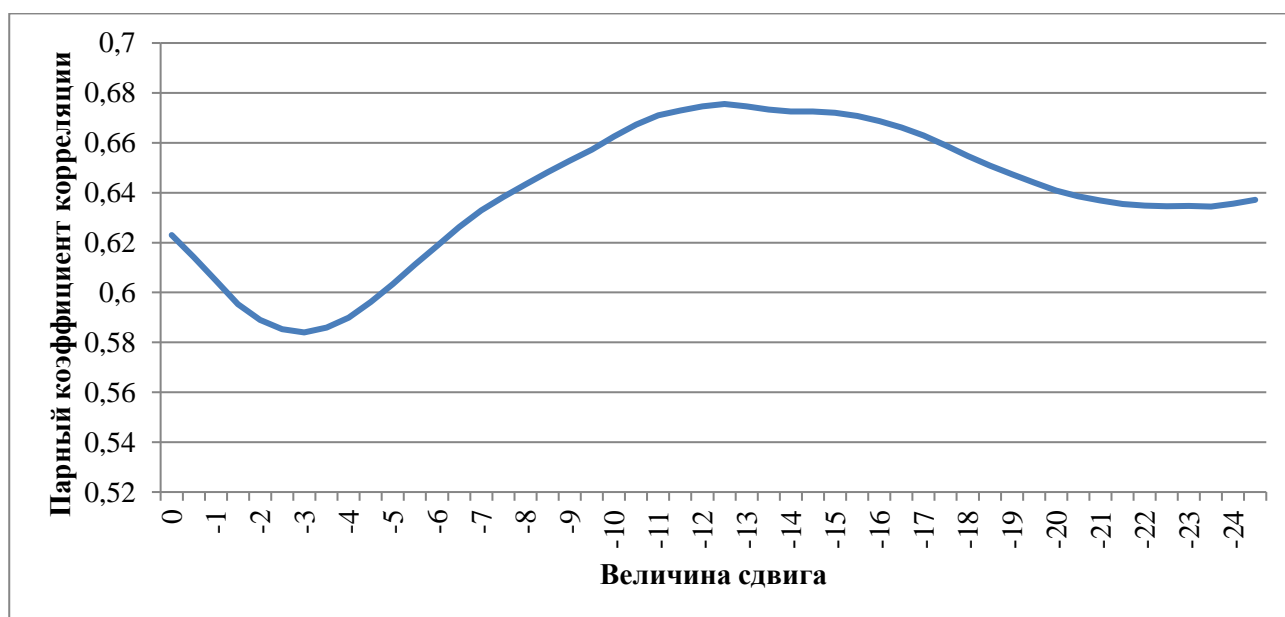


Рис. 3. Взаимная корреляционная функция между количеством лесных пожаров и накопленным дефицитом точки росы за 30 дней

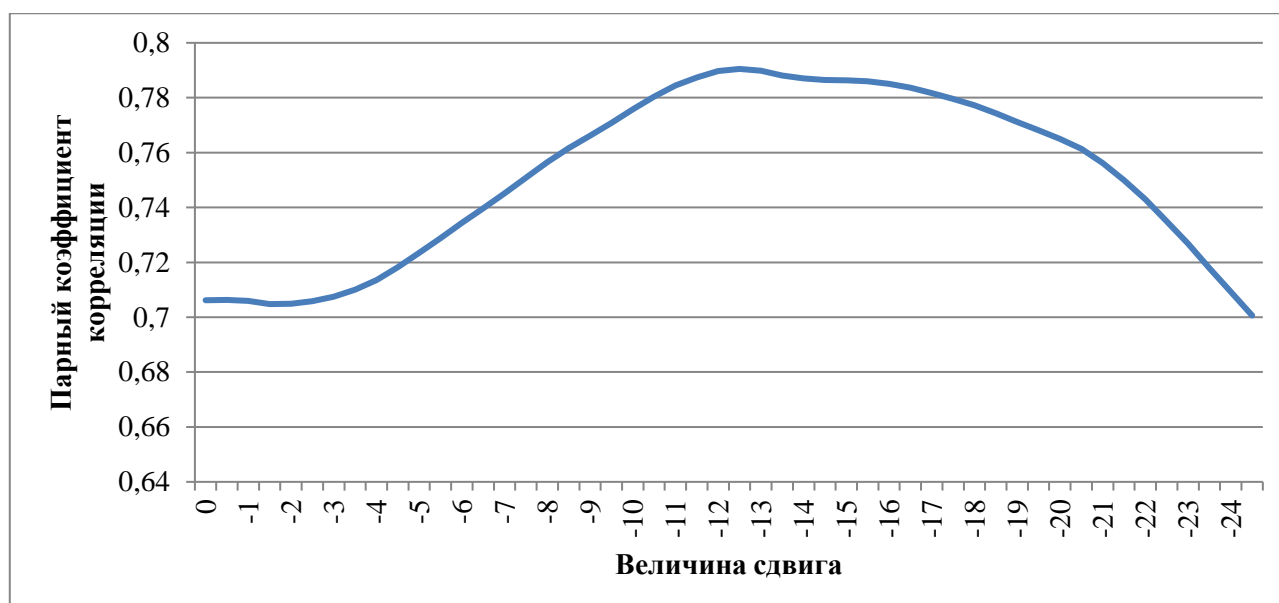


Рис. 4. Взаимная корреляционная функция между площадью лесных пожаров и накопленным дефицитом точки росы за 30 дней

Сопоставление данных о количестве лесных пожаров и накопленного дефицита точки росы за месяц со сдвигом в 12 дней представлено на рис. 5. Сопоставление данных о площади лесных пожаров и накопленного дефицита точки росы за месяц со сдвигом в 12 дней представлено на рис. 6.

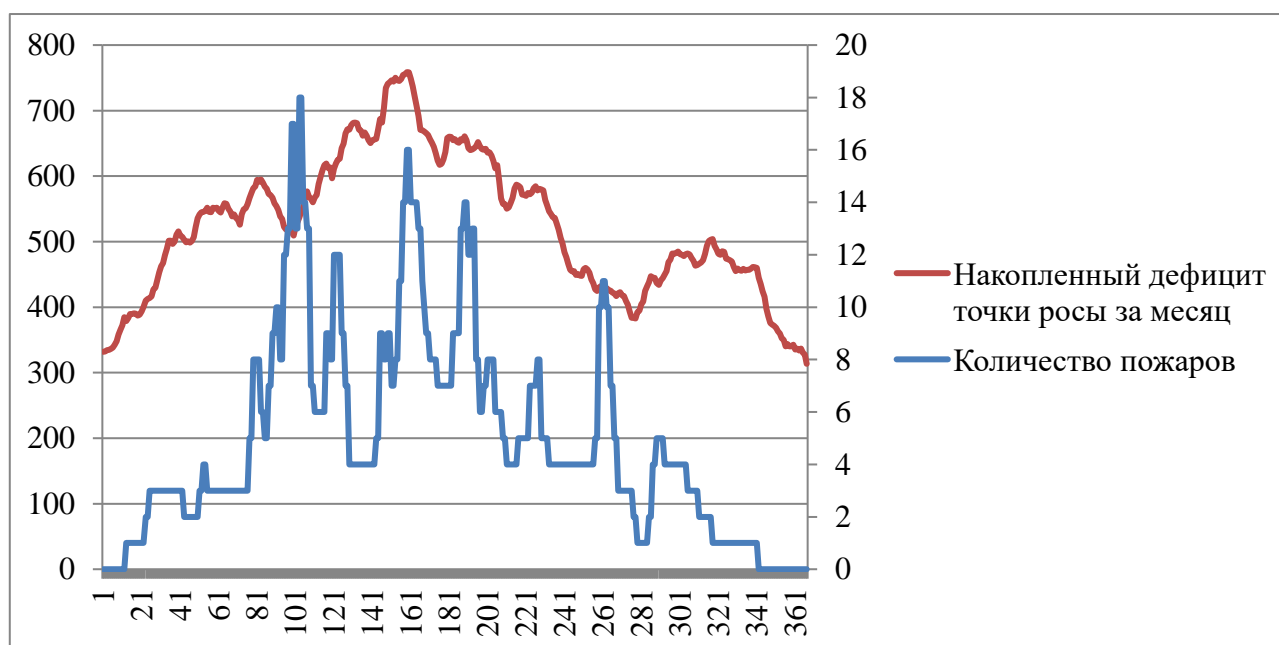


Рис. 5. Сопоставление фактических данных о количестве крупных лесных пожаров и лагового фактора накопленного дефицита точки росы за 30 дней со сдвигом в 12 дней

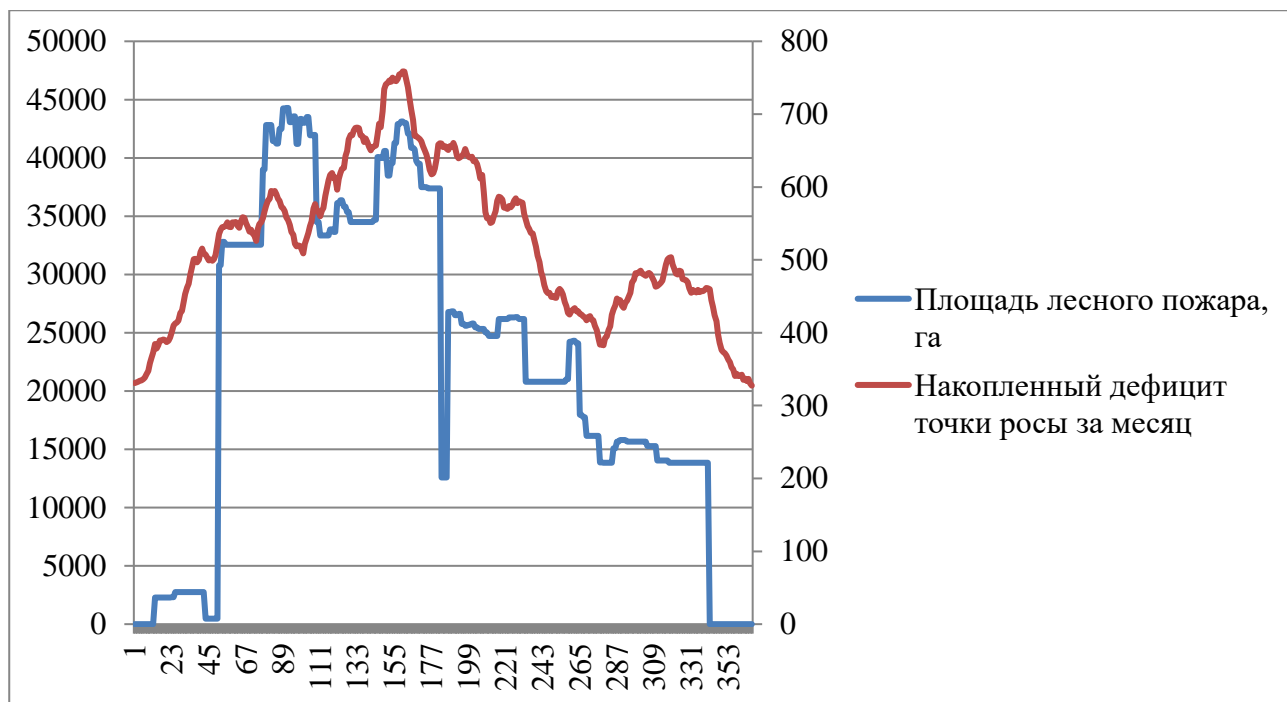


Рис. 6. Сопоставление фактических данных о площади крупных лесных пожаров и лагового фактора накопленного дефицита точки росы за 30 дней со сдвигом в 12 дней

Результаты исследования зависимости количества и площади лесных пожаров от лаговых переменных по метеостанции в Качуге представлены в табл. 3.

Таблица 3
Результаты исследования взаимной корреляционной функции по Качугу

Исследуемый параметр	Влияющий фактор	Величина лага	Парный коэффициент корреляции
1. Количество пожаров, ед.	Накопленный дефицит точки росы за 10 дней	23 дня	0,59
2. Площадь лесного пожара, га	Накопленный дефицит точки росы за 10 дней	23 дня	0,64
3. Количество пожаров, ед.	Накопленный дефицит точки росы за 15 дней	23 дня	0,59
4. Площадь лесного пожара, га	Накопленный дефицит точки росы за 15 дней	23 дня	0,65
5. Количество пожаров, ед.	Накопленный дефицит точки росы за 30 дней	12 дней	0,61
6. Площадь лесного пожара, га	Накопленный дефицит точки росы за 30 дней	12 дней	0,69
7. Количество пожаров, ед.	Накопленный дефицит точки росы за 45 дней	Ничего	0
8. Площадь лесного пожара, га	Накопленный дефицит точки росы за 45 дней	Ничего	0
9. Количество пожаров, ед.	Индекс Нестерова	25 дней	0,38
10. Площадь лесного пожара, га	Индекс Нестерова	25 дней	0,35

Использование индекса Нестерова в качестве прогнозного вызывает сомнения. По остальным для предсказания числа пожаров лучше подходит накопленный дефицит точки росы за 30 дней с коэффициентом корреляции 0,61, позволяющий прогнозировать за 12 дней. Площадь лесных пожаров также можно предсказывать за 12 дней с помощью этого же показателя с коэффициентом корреляции 0,69.

Анализ по Казачинску дал следующие результаты: более или менее достоверный прогноз на 25 дней можно получить, используя накопленный дефицит точки росы за 10 дней, коэффициенты корреляции составили 0,58 и 0,72 для количества пожаров и площадей лесных пожаров соответственно. По остальным показателям значимой зависимости не было выявлено.

Была проверена точность индекса Нестерова для описания количества и площади лесных пожаров в 2015 г. в южных лесничествах с центром в Иркутске. Коэффициент корреляции составил 0,45–0,51, что свидетельствует об отсутствии существенной связи.

Предложено вместо индекса Нестерова рассчитывать накопленный дефицит точки росы за 10, 15, 30 и 45 дней. Проведено сопоставление предложенных индексов с количеством и площадью лесных пожаров за 2015–2016 гг. по лесничествам, прилегающим к Иркутску, Баяндаю, Качугу и Казачинску. Были получены существенные показатели корреляционной связи, в среднем составляющие 0,75.

Построены регрессионные модели, позволяющие прогнозировать количество и площади лесных пожаров в зависимости от накопленного дефицита точки росы за различные периоды. Определены пороговые значения накопленного дефицита точки росы для начала возгораний.

Для контроля был проведен расчет накопленного дефицита точки росы по району Хамар-Дабана, где в 2015 и 2016 гг. не было отмечено крупных пожаров. Доказано, что значение предлагаемого индекса для этого района в 1,5–2,0 раза ниже, чем в районах с лесными пожарами.

Проверены возможности накопленного дефицита точки росы для предсказания возникновения пожаров на несколько дней.

Было предположение о цикличности изменения метеорологических условий, что могло повлиять на результаты исследования. Но проведенный спектральный анализ с преобразованием Фурье не выявил никаких циклов в изменении дефицита точки росы и накопленного дефицита точки росы. Проверка была проведена по различным местностям и по данным за разные годы.

Данный подход может быть использован в лесничествах для оперативной оценки лесной пожарной опасности и принятия своевременных мер по предупреждению возникновения лесных пожаров.

Список использованной литературы

1. Болданова Е.В. Методические подходы к прогнозированию лесных пожаров Иркутской области / Е.В. Болданова // Активизация интеллектуального и ресурсного потенциала регионов: новые вызовы для менеджмента компаний :

материалы 3-й Всерос. конф., 18 мая 2017 г. / под науч. ред. С.В. Чупрова, Н.Н. Даниленко. – Иркутск : Изд-во БГУ, 2017. – 349 с. – С. 8–54.

2. ГОСТ Р 22.1.09-99, 1999. Государственный стандарт Российской Федерации. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования. ОКС 13.020, ОКСТУ 0022, дата введения 01.01.2000. – 13 с.

3. Авиалесоохрана : офиц. сайт. – Режим доступа: https://nffc.aviales.ru/main_pages/index.shtml.

4. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем / ред. С.М. Семенов. – М. : Росгидромет, 2012. – 511 с.

Информация об авторе

Болданова Елена Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, кафедра экономики и управления бизнесом, Байкальский государственный университет, г. Иркутск; e-mail: boldanova@bk.ru.

Author

Boldanova Elena V. – PhD in Economy, associate professor, Chair of Economy and Management of Business, Baikal State University, Irkutsk; e-mail: boldanova@bk.ru.