



УДК 551.583

ОЦЕНКА ПОВТОРЯЕМОСТИ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО СКЛОНА КАВКАЗА)*

Р.Г. Рамазанов

Институт космических исследований природных ресурсов им. Т.К. Исмаилова
Национальное аэрокосмическое агентство
д. 1, ул. С.С. Ахундова, Баку, AZ1115, Азербайджанская Республика
тел.: +(994 12)562-93-87; e-mail: r.r_90@mail.ru

doi: 10.15518/isjaee.2020.07-18.115-124

Заключение совета рецензентов: 21.04.20 Заключение совета экспертов: 15.05.20 Принято к публикации: 28.05.20

В Азербайджане, как и во всем мире, наблюдается влияние глобального потепления на окружающую среду, включая отдельные экосистемы, и различные секторы экономики. Подчеркнуто, что комплексное изучение природы глобальных и региональных изменений климата и их влияния на экосистемы и места обитания, выявление соответствующих диагностических и прогностических взаимосвязей, разработка рекомендаций и предложений и проведение фундаментальных и прикладных исследований в области биоклиматических и экологических процессов являются объектом исследования ученых и специалистов многих стран.

К экологическим системам и их компонентам, наиболее подверженным климатическим аномалиям, относятся, в частности, лесные массивы. Лесные экосистемы, являясь частью биосферы, играют важную роль в ее защите, развитии и саморегуляции, в формировании среды обитания, в производстве различных продуктов, в предотвращении загрязнения окружающей среды.

В статье отмечено, что глобальное потепление также приводит к увеличению вероятности лесных пожаров. Исследовано влияние климатических изменений на лесные экосистемы северо-восточного склона Малого Кавказа и на основе статистических данных проведена оценка повторяемости лесных пожаров по степени опасности.

Впервые в отношении северо-восточного склона Малого Кавказа определены пространственные и временные закономерности, проведено географическое обобщение горизонтального и вертикального распределения климатических параметров, оценены их особенности и количественная изменчивость, региональное изменение климата, риск возникновения пожаров в лесных экосистемах, повторяемость периодов засухи, влияние среды обитания на биоклиматические параметры.

Кроме того, была оценена тенденция изменчивости индекса интенсивности суточных осадков. Установлено, в течение какого периода времени наблюдаются максимальные значения абсолютных максимальных и минимальных температур, которые являются индикаторами экстремальных погодных условий, а также количество дней, когда максимальная температура превышает 30 °С.

Ключевые слова: изменение климата; лесные пожары; опасность лесных пожаров; изменения динамики; северо-восточный склон Малого Кавказа.

*Рамазанов Р.Г. Оценка повторяемости по степени опасности лесных пожаров (на примере северо-восточного склона Кавказа) // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология» (ISJAEЕ), 2020;07-18:115-124.



ASSESSMENT OF THE FREQUENCY OF WILD FIRE HAZARD (ON THE EXAMPLE OF THE NORTH-EASTERN SLOPE OF THE LESSER CAUCASUS)

R.G. Ramazanov

Institute for Space Research on Natural Resources T.K. Ismailova
National Aerocosmic Agency
1 S.S. Akhundov Str., Baku, AZ1115, Azerbaijan Republic
e-mail: r.r_90@mail.ru

doi: 10.15518/isjaee.2020.07-18.115-124

Referred 21 April 2020 Received in revised form 15 May 2020 Accepted 28 May 2020

In Azerbaijan, as in the whole world, the influence of global warming on the environment, including individual ecosystems, and various sectors of the economy is observed. It was emphasized that a comprehensive study of the nature of global and regional climate changes and their impact on ecosystems and habitats, the identification of appropriate diagnostic and prognostic relationships, the development of recommendations and proposals, and the conduct of fundamental and applied research in the field of bioclimatic and environmental processes are the subject of research by scientists and experts of many countries.

Ecological systems and their components that are most susceptible to climatic anomalies include, in particular, forests. Forest ecosystems, being part of the biosphere, play an important role in its protection, development and self-regulation, in the formation of the habitat, in the production of various products, and in the prevention of environmental pollution.

The article notes that global warming also leads to an increase in the probability of forest fires. The influence of climatic changes on forest ecosystems of the northeastern slope of the Lesser Caucasus was studied and, based on statistical data, the frequency of forest fires was assessed according to the degree of danger.

For the first time, spatial and temporal patterns were identified with respect to the northeastern slope of the Lesser Caucasus, a geographical generalization of the horizontal and vertical distribution of climatic parameters was carried out, their features and quantitative variability, geographical vertical distribution of climatic parameters, regional climate change, and the risk of fires in forest ecosystems, the recurrence of periods of drought, the influence of the habitat on bioclimatic parameters.

In addition, the trend of variability in the daily precipitation intensity index was estimated. We have determined the period of time during which the maximum values of the absolute maximum and minimum temperatures are observed, which are indicators of extreme weather conditions, as well as the number of days when the maximum temperature exceeds 30 °C.

Keywords: changing of the climate; forest fires; danger of forest fires; changes in dynamics; northeastern slope of the Lesser Caucasus.



Равшан Гасан оглы
Рамазанов

Сведения об авторе: начальник отдела Института космических исследований природных ресурсов им. Т.К. Исмаилова, Национальное аэрокосмическое агентство, Азербайджан, Баку.

Образование: Национальная академия авиации (2012 г.).

Область научных интересов: метеорология; экология.

Публикации: 20.

Information about the author: Head of Department, Space Research Institute of Natural Resources T.K. Ismailov, National Aerospace Agency, Azerbaijan, Baku.

Education: National Aviation Academy, 2012.

Research interests: meteorology; ecology.

Publications: 20.

1. Введение

Изменения климата проявляются в глобальном и региональном масштабе как неотъемлемая часть природных процессов. Этот процесс, сопровождае-

мый глобальным потеплением, больше не вызывает сомнений в мировом сообществе и научных кругах. В Азербайджане, как и во всем мире, также наблюдается влияние глобального изменения климата.

К экологическим системам и их компонентам, наиболее подверженным климатическим аномалиям, можно отнести: лесные массивы, гидрологический режим, периоды засухи, уменьшение биоразнообразия, увеличение экстремальных условий обитания и т.д.

Лесные экосистемы, являясь частью биосферы, играют важную роль в ее защите, развитии и саморегуляции, в формировании среды обитания, производстве различных продуктов, предотвращении загрязнения окружающей среды. Однако глобальное потепление повышает вероятность лесных пожаров. Регулярные лесные пожары в различных регионах мира наряду с серьезными экономическими потерями рассматриваются как важный фактор в местной, региональной и глобальной динамике окружающей среды. Во всех природных районах Азербайджана в результате антропогенных воздействий, в том числе лесных пожаров, происходит смещение растительных зон, и на больших территориях высокопродуктивный лесной покров сменяется слабо почвенно-защитными и менее продуктивными группами растений. В результате этого в горных районах усилились эрозия почвы и другие неблагоприятные тенденции.

Таким образом, комплексное изучение природы глобальных и региональных изменений климата и их влияния на экосистемы и места обитания, выявление

соответствующих диагностических и прогностических взаимосвязей, разработка рекомендаций и предложений и проведение фундаментальных и прикладных исследований в области биоклиматических и экологических процессов привлекает внимание ученых и исследователей.

В контексте глобального изменения климата в рамках единой методологии впервые были определены пространственные и временные закономерности, проведено географическое обобщение горизонтального и вертикального распределения климатических параметров, оценены их особенности и количественная изменчивость, региональное изменение климата, риск возникновения пожаров в лесных экосистемах, повторяемость периодов засухи, влияние среды обитания на биоклиматические параметры в отношении северо-восточного склона Малого Кавказа.

Была оценена тенденция изменчивости индекса интенсивности суточных осадков. Установлено, в течение какого периода времени наблюдаются максимальные значения абсолютных максимальных и минимальных температур, которые являются индикаторами экстремальных погодных условий, а также количество дней, когда максимальная температура превышает 30 °С.

Список обозначений	
<i>Буквы латинского алфавита</i>	
NR	Минимальное значение относительной влажности, %
Δ_n	Количество дней после выпадения осадков
R_{24}	Количество атмосферных осадков за последние 24 часа, мм
R_a	Среднегодовое количество осадков для рассматриваемой области
SM	Поверхностная влажность покровных материалов в лесу, %
T_d	Показатель почвенной засушливости (индекс Keeth – Вугум)
$(T_d)_N$	Индикатор засушливости за текущий день
$(T_d)_{N-1}$	Индикатор засушливости за предыдущий день
tN	Минимальное значение относительной влажности, %
V	Средняя скорость ветра в сутки, км / ч
$ИОЛП_N$	Расчетное значение индекса за текущий день

2. Теоретический анализ

Несмотря на важность лесов для жизни человека и биосферы в целом, процесс вырубki лесов все еще продолжается.

Результаты наблюдений показали, что местные лесные экосистемы адаптированы к местным климатическим особенностям. Однако значительные климатические изменения нарушают устойчивость лесов, а недостаток или избыток влаги определяют ход большинства процессов, связанных с биохимией лесного покрова. В то же время прогнозируется, что 13 % лесного покрова исчезнет в умеренно-холодных и умеренно-теплых климатических зонах, а площадь сухих субтропических лесов увеличится [1–5].

Следует отметить, что ввиду изменения климата происходит сокращение лесных площадей, сопровождающееся эрозией почвы, увеличением concentra-

ции углекислого газа в атмосфере, уменьшением биоразнообразия и продуктивности, количества и качества семян деревьев, увеличением болезней и вредителей, что повышает риск возгорания [2, 6, 7]. Известно, что вероятность возникновения лесных пожаров определяется рядом факторов, и наиболее важными из них являются метеорологические факторы.

Для оценки пожароопасности в лесах, в разных странах были разработаны различные правила для расчета таких показателей [8–11]. Примером этого является комплексный показатель пожарной безопасности В.Л. Нестерова (Россия), индекс опасности лесных пожаров (Австралия), национальная система оценки пожарных рисков США, Канадская система оценки пожарных рисков [12–14].

Например, в Австралийском метеорологическом бюро был использован индекс опасности лесных



пожаров Макаурта (ИОЛП). Основной причиной выбора этого метода является возможность учитывать многочисленные метеорологические факторы, влияющие на процесс, и простота метода. При расче-

те данного индекса используются средние значения относительной влажности и максимальной температуры, скорости ветра в течение дня и индикатор влажности горючих материалов [8, 15, 16]:

$$ИОЛП_N = 2 \exp \left[-0,45 + 0,987 \ln(SM) - 0,0345NR + 0,0338t_N + 0,0234V \right], \quad (1)$$

где ИОЛП_N – расчетное значение индекса за текущий день; SM – поверхностная влажность покровных материалов в лесу, %; NR – минимальное значение относительной влажности в %; t_N – максимальная температура воздуха, °С; V – средняя скорость ветра в сутки, км / ч.

SM показывает вероятность возгорания поверхностных покровных материалов в лесу и рассчитывается по формуле [17]:

$$SM = \frac{1,9 \left[(T_d + 104)(\Delta_n + 1)^{1,5} \right]}{3,52 (\Delta_n + 1)^{1,5} + (R_{24} - 1)}, \quad (2)$$

где T_d – показатель почвенной засухи (индекс Keeth – Вугум); Δ_n – количество дней после выпадения осадков; R₂₄ – количество атмосферных осадков за последние 24 часа, мм.

Индекс Keeth – Вугум рассчитывается следующим образом:

$$(Td)_N = \frac{0,001 \left\{ \left[800 - (Td)_{N-1} \right] \left[0,968e^{0,046t_N} - 8,30 \right] \Delta_n \right\}}{1 + 10,880e^{-0,441R_a}}. \quad (3)$$

Здесь (T_d)_N – индикатор засухливости за текущий день; (T_d)_{N-1} – индикатор засухливости за предыдущий день; R_a – среднегодовое количество осадков для рассматриваемой области.

3. Экспериментальная часть и результаты

На основе рассчитанных числовых значений ИОЛП_N была произведена классификация уровней пожароопасности по выбранной шкале (табл. 1).

Шкала индекса опасности лесных пожаров в Австралии
Australia forest fire hazard index scale

Таблица 1
Table 1

ИОЛП _N	Степень пожароопасности
От 0,0 до 5,0	Малая опасность
От 5,1 до 12,0	Умеренная опасность
От 12,1 до 24,0	Высокая опасность
От 24,1 до 50,	Чрезвычайная
Больше 50,0	Экстремальная

Национальный банк метеорологических данных [16] и специальное компьютерное программное обеспечение использовались для оценки повторяемости лесных пожаров на северо-восточном склоне Малого Кавказа. Расчеты выполнены в апреле – сентябре с учетом высокой вероятности возникновения пожара в теплое время года. В это время была рассчитана повторяемость шкалы пожароопасности (см. табл. 1) для всех месяцев и рассчитаны последовательности для 1971–2009 гг.

На основании ИОЛП_N шкалы распределения пожаров в Австралии были рассчитаны средние значе-

ния повторяемости лесных пожаров на северо-восточном склоне Малого Кавказа за 1971–2009 гг. (табл. 2), как пример, показано распределение крайне высокой повторяемости пожаров в июле (рис. 1).

Как видно из табл. 2, повторяемость «малоопасных» лесных пожаров составляет 1÷12 % на равнине и 9÷33 % в горных районах. Такая же тенденция характерна для повторения «умеренно опасных» лесных пожаров. Так, на равнинах повторяемость составляет 2÷18 %, а в горных районах – 21÷42 %. В то же время следует отметить, что вероятность повторения «умеренно опасных» лесных пожаров выше, чем «малоопасных».

Таблица 2

Вероятность повторных лесных пожаров различной интенсивности на северо-восточном склоне Малого Кавказа, %

Table 2

The probability of repeated forest fires of varying intensity on the north-eastern slope of the Lesser Caucasus, %

Станция	Номер месяца					
	04	05	06	07	08	09
Малоопасный						
Гянджа	5	3	3	2	5	1
Шамкир	7	5	3	2	7	12
Агстафа	6	6	3	2	5	10
Гедебек	20	25	22	14	12	17
Дашкесан	20	21	20	10	9	15
Гёйгёль	26	33	27	17	19	26
Умеренная опасность						
Гянджа	13	9	5	4	5	8
Шамкир	18	10	6	3	7	10
Агстафа	11	9	6	2	3	6
Гедебек	21	22	24	27	24	23
Дашкесан	22	25	23	23	21	28
Гёйгёль	25	31	36	43	35	42
Высокая опасность						
Гянджа	32	21	9	9	15	26
Шамкир	41	29	17	15	19	32
Агстафа	25	20	10	6	9	21
Гедебек	23	26	29	30	33	31
Дашкесан	26	26	30	36	33	33
Гёйгёль	25	25	29	30	31	24
Чрезвычайная опасность						
Гянджа	37	44	38	42	36	38
Шамкир	30	43	50	56	50	39
Агстафа	40	41	30	26	31	38
Гедебек	26	21	20	24	26	24
Дашкесан	21	20	21	23	29	17
Гёйгёль	19	9	7	9	12	6
Экстремальная опасность						
Гянджа	13	23	44	43	38	16
Шамкир	3	13	23	25	16	6
Агстафа	17	24	50	64	51	24
Гедебек	10	6	3	4	4	4
Дашкесан	11	6	5	7	8	5
Гёйгёль	3	1	1	1	1	1

Вероятность повторения лесных пожаров «высокой опасности» по сравнению с лесными пожарами «умеренной опасности» значительно увеличилась в равнинных районах, составив 6÷41%, а в горах – 25÷36 %. Таким образом, определено, что за некоторым исключением риск повторения лесных пожаров примерно одинаков на равнинах и в горных районах.

Обнаружены существенные различия в пространственно-временном повторении «чрезвычайно высокой» степени опасности лесных пожаров относительно указанных уровней. Таким образом, повторение

этих пожаров составило 26÷56 % во все теплые месяцы года на равнинах и 7÷29 % в горах. Такая же тенденция характерна для «экстремально опасных» лесных пожаров. Например, вероятность этого в равнинных районах в июне – августе составляет 16÷64 %, а в горных районах значительно снижается.

Таким образом, вероятность повторения «малоопасных» и «умеренно опасных» лесных пожаров выше в горах, а вероятность повторения «чрезвычайно» и «экстремально опасных» лесных пожаров – на равнинах.

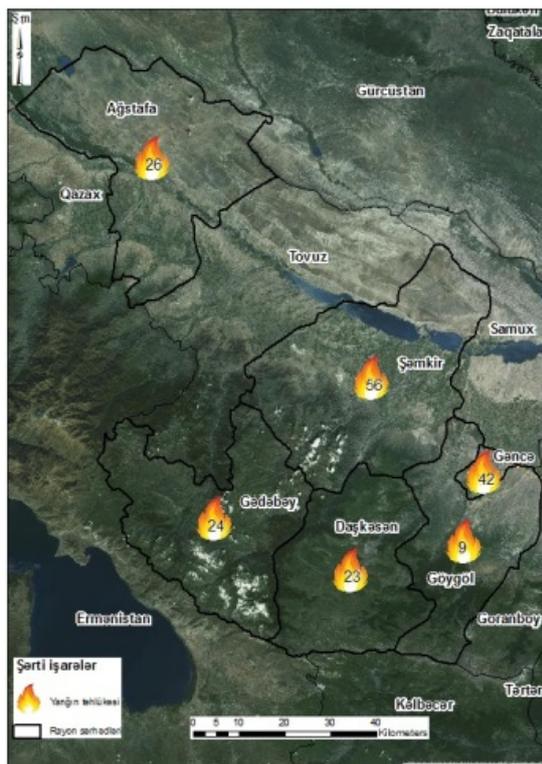


Рис. 1 – Визуальное представление наибольшей вероятности повторения лесных пожаров в июле на карте северо-восточного склона Малого Кавказа, %
Fig. 1 – Visual representation of the highest probability of forest fire recurrence in July on a map of the northeastern slope of the Lesser Caucasus, %

Трендовый анализ повторяемости уровней опасности для каждой станции был проведен для оценки долгосрочной тенденции повторения опасностей лесных пожаров на северо-восточном склоне Малого Кавказа. Коэффициенты корреляции линейного тренда (R) были рассчитаны в табл. 3 для оценки изменчивости (Δ , %) пожароопасности в течение 39 лет и достоверности результатов.

На основании данных табл. 3, можно сделать вывод о том, что повторение «менее опасных» пожаров на станции Гянджа было случайным – увеличивалось в апреле и сентябре, но уменьшалось в другие месяцы. Вероятность повторения «умеренно опасных» пожаров увеличилась только в апреле месяце (10,7 %) с редкими изменениями в другие месяцы. Вероятность повторения пожаров «высокого риска» увеличилась на 14,2 % и 12,9 % в апреле и мае соответственно. Вероятность повторения «крайне опасных» пожаров увеличилась в другие месяцы, особенно в июне и августе (12,2÷12,6 %), кроме апреля. В зависимости от метеорологических условий 1971–2009 гг., вероятность повторения «крайне опасных» пожаров в жаркий период уменьшалась. Результаты расчетов показали, что, за исключением трех случаев (апрель – «умеренно опасный», апрель и май – «высокая опасность»), тенденция к снижению и увеличению была случайной. Другая особенность заключается в

том, что увеличивается вероятность повторения «чрезвычайно опасных» пожаров.

Никаких изменений в вероятности повторения «малоопасных» и «умеренно опасных» пожаров в Шамкирском регионе обнаружено не было, а вероятность повторных «высокоопасных» пожаров увеличилась в теплые месяцы (0,3÷19,4 %). Вероятность повторения «чрезвычайно опасных» пожаров снизилась в апреле, мае и сентябре (–1,0, ..., –10,5 %) и увеличилась в летние месяцы (1,3÷13,9 %). Вероятность повторения «экстремально опасных» пожаров снизилась (–0,2, ..., –20,0 %), кроме сентября, и их повторение не было закономерным в апреле – июле. Как и в Гяндже, вероятность «экстремально опасных» рецидивов здесь уменьшилась.

За исключением нескольких случаев на территории Агстафинского района, не было выявлено никаких закономерностей в повторении «малоопасных» и «умеренно опасных» пожаров. Тогда как изменение повторения «высокоопасных» и «чрезвычайно опасных» пожаров носило закономерный характер. Таким образом, в самый жаркий период года вероятность повторения «высокоопасных» пожаров увеличилась на 6,9÷18,1 % (особенно в апреле, мае и сентябре), а вероятность повторения «экстремально опасных» пожаров снизилась (–12,7, ..., –29,7 %). Вероятность повторения «чрезвычайно опасных» пожаров снизилась в апреле и сентябре и увеличилась в другие месяцы (2,7÷14,3 %). Вероятность увеличения пожаров в июле и августе была максимальной.

Увеличение вероятности повторения «малоопасных» пожаров в районе Гадабая рассматривается как случайная тенденция (кроме апреля). Вероятность повторения «умеренно опасных» пожаров увеличилась на 11,2÷28,3 %, являясь стратегически значимой. Вероятность повторения пожаров «высокой опасности» снизилась в течение теплого сезона (–4,0, ..., –25,0 %), и это снижение было последовательным в июне и сентябре. Вероятность повторения «чрезвычайно опасных» и «экстремально опасных» пожаров была снижена, и это снижение было закономерным в апреле и мае. Анализ показал, что примерно в половине случаев изменение пожароопасности в Гадабайском регионе несет закономерный характер.

В отличие от Гадабая, вероятность повторения «малоопасных» и «умеренно опасных» пожаров в Дашкесанском регионе снизилась. В тенденции повторяемости пожаров «высокого риска» не была выявлена закономерность. Вероятность повторения «чрезвычайно опасных» пожаров снизилась (–12,7, ..., –29,7 %). Вероятность повторения «чрезвычайно опасных» и «экстремально опасных» пожаров увеличилась.



Таблица 3

Результаты линейного анализа трендов лесной пожароопасности на северо-восточном склоне Малого Кавказа («←» указывает на снижение)

Table 3

The results of a linear analysis of forest fire hazard trends on the north-eastern slope of the Lesser Caucasus (“←” indicates a decrease)

Станция	Степень пожароопасности	Статистические показатели	Номер месяца					
			04	05	06	07	08	09
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Гянджа	Малая опасность	Δ, %	2,1	-0,3	-3,8	-3,3	-8,0	3,5
		R	0,12	-0,02	-0,26	-0,23	-0,29	0,07
	Умеренная опасность	Δ, %	10,7	0,3	0,3	-2,4	2,1	-6,3
		R	0,35	0,02	0,02	-0,18	0,11	-0,26
	Высокая опасность	Δ, %	14,2	12,9	-5,0	-4,2	-3,4	3,6
		R	0,33	0,36	-0,13	-0,16	-0,08	0,08
	Чрезвычайная опасность	Δ, %	-7,8	3,0	12,6	12,2	12,2	3,2
		R	-0,16	0,07	0,22	0,19	0,25	0,08
	Экстремальная опасность	Δ, %	-18,6	-15,5	-4,2	-3,0	-3,0	-3,7
		R	-0,45	-0,28	-0,05	-0,04	-0,03	-0,08
Шамкир	Малая опасность	Δ, %	-0,4	-0,2	-4,2	-2,0	-2,0	2,8
		R	0,28	-0,09	-0,34	-0,17	-0,04	0,06
	Умеренная опасность	Δ, %	6,1	0,3	-1,0	-1,5	1,0	-5,6
		R	0,15	0,16	-0,06	-0,13	0,04	-0,19
	Высокая опасность	Δ, %	16,0	19,4	3,4	13,1	0,3	1,1
		R	0,34	0,32	0,06	0,33	0,00	0,05
	Чрезвычайная опасность	Δ, %	-10,5	-1,0	13,9	3,8	1,3	-3,8
		R	-0,33	-0,05	0,34	0,06	0,02	-0,06
	Экстремальная опасность	Δ, %	-5,9	-20,0	-12,6	-13,8	-0,2	6,3
		R	-0,33	-0,34	-0,32	-0,33	-0,01	0,21
Агстафа	Малая опасность	Δ, %	3,7	7,5	4,2	0,5	0,9	15,7
		R	0,21	0,01	0,03	0,00	0,13	0,32
	Умеренная опасность	Δ, %	3,7	7,5	4,2	0,5	0,9	0,6
		R	0,15	0,32	0,24	0,05	0,06	0,04
	Высокая опасность	Δ, %	12,2	12,2	6,9	7,2	11,0	18,1
		R	0,43	0,35	0,32	0,39	0,44	0,44
	Чрезвычайная опасность	Δ, %	-7,0	2,7	11,3	14,3	13,2	-5,2
		R	-0,20	0,07	0,25	0,33	0,32	-0,14
	Экстремальная опасность	Δ, %	-12,7	-23,3	-22,3	-21,9	-29,7	-29,0
		R	-0,32	-0,39	-0,36	-0,41	-0,44	-0,44
Гелебек	Малая опасность	Δ, %	25,5	5,3	9,3	8,6	7,1	12,7
		R	0,51	0,11	0,22	0,30	0,18	0,29
	Умеренная опасность	Δ, %	19,1	12,2	11,2	28,3	17,3	11,6
		R	0,46	0,35	0,32	0,41	0,33	0,32
	Высокая опасность	Δ, %	-4,0	-4,1	-19,5	-25,0	-15,7	-11,3
		R	-0,13	-0,14	-0,57	-0,48	-0,35	-0,25
	Чрезвычайная опасность	Δ, %	-26,6	-6,5	-0,9	-7,2	-6,9	-7,4
		R	-0,50	-0,16	-0,02	-0,12	-0,11	-0,12
	Экстремальная опасность	Δ, %	-14,1	-6,2	-0,2	-5,5	-1,7	-6,5
		R	-0,41	-0,28	-0,01	-0,23	-0,07	-0,33
Дашкесан	Малая опасность	Δ, %	-10,7	-12,7	-4,6	-4,6	-8,0	3,3
		R	-0,25	-0,35	-0,17	-0,19	-0,28	0,08
	Умеренная опасность	Δ, %	-4,1	-3,2	0,4	1,5	-4,8	-7,0
		R	-0,13	-0,09	0,00	0,04	-0,12	-0,18
	Высокая опасность	Δ, %	-9,6	0,6	-1,9	2,4	-8,5	2,5
		R	-0,23	0,01	-0,06	0,05	-0,22	0,07
	Чрезвычайная опасность	Δ, %	8,7	8,0	6,6	2,8	14,4	-1,8
		R	-0,27	0,20	0,17	0,06	0,32	-0,05
	Экстремальная опасность	Δ, %	15,3	7,6	0,6	-0,6	8,2	1,5
		R	0,44	0,32	0,02	-0,02	0,28	0,09



Продолжение табл. 3

Гейгэль	Малая опасность	Δ, %	9,8	0,7	-4,7	-3,0	-4,4	19,8
		R	0,22	0,01	-0,11	-0,10	-0,09	0,38
	Умеренная опасность	Δ, %	8,7	8,6	11,0	15,5	-1,6	10,4
		R	0,28	0,38	0,36	0,35	-0,04	0,21
	Высокая опасность	Δ, %	-9,0	-3,9	-1,2	-6,5	11,4	-17,7
		R	-0,29	-0,11	-0,04	-0,15	0,32	-0,39
	Чрезвычайная опасность	Δ, %	-6,8	-3,3	-6,6	-7,2	-3,3	-9,6
		R	-0,18	-0,12	-0,27	-0,23	-0,11	-0,42
	Экстремальная опасность	Δ, %	-2,6	-1,4	-0,6	0,2	-3,9	-2,9
		R	-0,16	-0,16	-0,08	0,03	-0,43	-0,28

Вероятность повторения «малоопасных» пожаров в Гейгэльском районе в летние месяцы снизилась на -3,0, ..., -4,7 %, а в остальные месяцы увеличилась на 0,7, ..., 19,8 %. Вероятность повторения «умеренно опасных» пожаров (кроме сентября) увеличилась (8,6 ÷ 15,5 %), из которых вероятность повторения в мае – июле была статистически значимой. Вероятность повторения пожаров «высокой опасности» уменьшается в жаркие месяцы (-1,2, ..., -17,7 %), а тенденция к уменьшению наблюдалась для пожаров «чрезвычайной опасности» и «экстремальной опасности». Результаты оценки долгосрочной тенденции изменения лесных пожаров на северо-восточном склоне Малого Кавказа показали, что этот процесс несет сложный пространственно-временной характер.

На рис. 2 показаны комбинированные графики многолетней динамики вероятности повторения лесных пожаров «высокого риска» для станций Гянджа и Гадабек в августе.

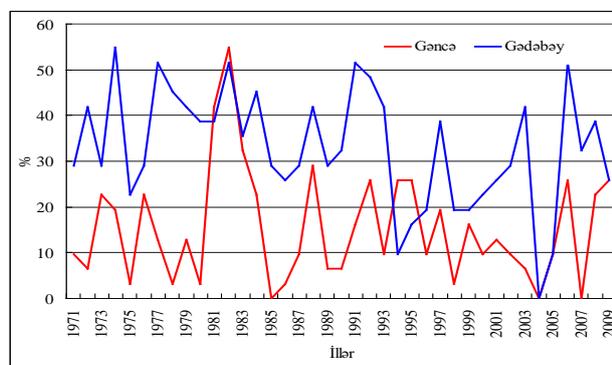


Рис. 2 – Многолетняя динамика повторения лесных пожаров «высокого риска» на станциях Гянджа и Гадабай в августе
 Fig. 2 – The long-term dynamics of the recurrence of forest fires of high risk at the stations of Ganja and Gadabay in August

Как видно на рис. 2, интервальные колебания повторения «высокого риска» лесных пожаров на обеих станциях изменились в широких пределах, в основном повторений в Гадабее больше, чем в Гяндже. Самый высокий показатель был зафиксирован в Гяндже в 1982 г. (54 %), а в Гадабее – в 1974 г. (56 %) и самые низкие показатели – в 1985 г. и 2007 г. соответственно.

Таким образом, была проведена оценка пожароопасности с помощью индекса опасности лесных по-

жаров Макартура. Выявлена тенденция изменения многолетней динамики «чрезвычайно опасных» лесных пожаров на северо-восточном склоне Малого Кавказа.

4. Заключение

Оценка пожароопасности была проведена для теплого периода года с помощью индекса опасности лесных пожаров Макартура, используемого Австралийским метеорологическим бюро для оценки повторяемости лесных пожаров. Оценена динамика многолетней повторяемости опасности лесных пожаров по соответствующей градации на северо-восточном склоне Малого Кавказа, определен сложный пространственно-временной характер процесса.

Список литературы

- [1] Villers-Ruiz, L. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA VEGETACIÓN EN MÉXICO [Электронный ресурс] / L. Villers-Ruiz, I. Trejo-Vázquez. – Режим доступа: <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Villers-y-Trejo-.pdf> – (Дата обращения: 20.05.20.).
- [2] Сафаров, С.Х. Особенности процессов, наблюдаемых в лесных экосистемах на фоне глобального изменения климата / С.Х. Сафаров, Р.Х. Рамазанов // Материалы 8-й ежегодной международной научной конференции по экологии и безопасности жизнедеятельности, Сумгайыт, 2014. – Р. 488–492.
- [3] Марченко, Н.А. Ландшафтная основа региональной системы мониторинга лесных пожаров / Н.А. Марченко // Управление лесными пожарами на экорегиональном уровне. М.: Алекс, 2004. – 208 с.
- [4] Марченко Н.А. Оценка пожарной опасности лесов по вероятности распространения пожаров с определенной скоростью распространения на основе анализа состояний ландшафтов / Н.А. Марченко // География и природные ресурсы. – 1993. – № 4. – С. 131–136.
- [5] Мохов, И.И. Региональные модельные оценки пожароопасности при глобальных изменениях климата / И.И. Мохов, А.В. Чернокульский, И.М. Школьник // Докл. РАН. – 2006. – Т. 411. – № 6. – С. 808–811.
- [6] Влияние изменения климата на наземные экосистемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://forest-culture.narod.ru/Issled_gr/new1/4.html – (Дата обращения: 20.05.20.).



[7] Kasischke, E.S. Emissions of carbon dioxide, carbon monoxide, and methane from boreal forest fires in 1998 / E.S. Kasischke, L.P. Bruhwiler. // *J. of Geophysical research*. – 2003. – Vol. 108. – No. D1. – P. 8146.

[8] Губенко, И.М. Сравнительный анализ методов расчета индексов пожарной опасности [Электронный ресурс] / И.М., Губенко К.Г. Рубинштейн. – Режим доступа: <http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr347/gubenko.pdf> – (Дата обращения: 20.05.20.).

[9] Мохов, И.И. Региональные модельные оценки риска лесных пожаров в Азиатской части России при изменениях климата / И.И. Мохов, А.В. Чернокульский // *Научный журнал «География и природные ресурсы»*. – 2010. – № 2. – С. 120–126.

[10] Пономарев, Е.И. Комплексная оценка пожарной опасности и прогнозирование энергетических параметров лесных пожаров с использованием геоинформационных баз данных [Электронный ресурс] / Е.И. Пономарев, А.И. Сухинин. – Режим доступа: http://www-sbras.nsc.ru/win/gis_new/lib/publ/b11/su99.htm – (Дата обращения: 20.05.20.).

[11] Stocks, B.J. Climate change and forest fire potential in Russian and Canadian boreal forests / B.J. Stocks [et al.] // *Climatic Change*. – 1998. – Vol. 38. – P. 1–13.

[12] De Groot, W.J. Fire Management Adaptation to Future Climate Change in Canada / W.J. De Groot [et al.]. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www2.fire.uni-freiburg.de/summit-2003/3-IWFC/Papers/3-IWFC-107-deGroot.pdf> – (Дата обращения: 20.05.20.).

[13] Cohen, J.D. The National Fire Danger Rating System: Basic equations / J.D. Cohen, J.E. Deeming // *General Technical Report PSW-82. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Berkeley, California*, 1985. – P. 23.

[14] Wotton, M.B. Interpreting and using outputs from the Canadian Forest Fire Danger Rating System in research applications / M.B. Wotton. – Springer Science + Business Media, LLC, 2008. – P. 25

[15] Сафаров, С.Г. Прикладное динамическое моделирование водно-теплового режима системы почва-растение-атмосфера / С.Г. Сафаров. – Баку: Элм, 1999. – 230 с.

[16] Dowdy, A.J. Australian fire weather as represented by the McArthur Forest Fire Danger Index and the Canadian Forest Fire Weather Index / A.J. Dowdy [et al.] // *CAWCR Technical Report*. – 2009. – No. 10. – P. 91.

[17] Сафаров С.Г. Современная тенденция изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в Азербайджане / С.Г. Сафаров. – Баку: Элм, 2000. – 300 с.

References

[1] Villers-Ruiz L., Trejo-Vázquez I. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA VEGETACIÓN EN MÉXICO [E-resource]. Available on:

<https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Villers-y-Trejo-.pdf> (05.20.2020).

[2] Safarov S.Kh., Ramazanov R.Kh. Features of the processes observed in forest ecosystems against the backdrop of global climate change (Osobennosti protsessov, nablyudaemykh v lesnykh ekosistemakh na fone global'nogo izmeneniya klimata)ю Materialy 8-i ezhegodnoi mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii po ekologii i bezopasnosti zhiznedeyatel'nostiб Sumgaiyt, 2014; p. 488–492 (in Russ.).

[3] Marchenko N.A. The landscape basis of the regional forest fire monitoring system (Landshaftnaya osnovna regional'noi sistemy monitoringa lesnykh pozharov). *Upravlenie lesnymi pozharami na ekoregional'nom urovne*. Moscow: Aleks Publ., 2004; 208 p. (in Russ.).

[4] Marchenko N.A. The landscape basis of the regional forest fire monitoring system (Otsenka pozharnoi opasnosti lesov po veroyatnosti rasprostraneniya pozharov s opredelennoi skorost'yu rasprostraneniya na osnove analiza sostoyanii landshaftov). *Geografiya i prirodnye resursy*, 1993;(4):131–136 (in Russ.).

[5] Mokhov I. I., Chernokul'skii A. V., Shkol'nik I. M. Regional Model Fire Assessment for Global Climate Change (Regional'nye model'nye otsenki pozharoopasnosti pri global'nykh izmeneniyakh klimata). *Dokl. RAN*, 2006;411(6):808–811 (in Russ.).

[6] Climate change impacts on terrestrial ecosystems (Vliyanie izmeneniya klimata na nazemnye ekosistemy) [E-resource]. Available on: http://forest-culture.narod.ru/Issled_gr/new1/4.html. (05.20.2020) (in Russ.).

[7] Kasischke E.S., Bruhwiler L.P. Emissions of carbon dioxide, carbon monoxide, and methane from boreal forest fires in 1998. *J. of Geophysical research*, 2003;108(D1):8146.

[8] Gubenko I.M., Rubinshtein K.G. Comparative analysis of fire hazard index calculation methods (Sravnitel'nyi analiz metodov rascheta indeksov pozharnoi opasnosti) [E-resource]. Available on: <http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr347/gubenko.pdf>. (05.20.2020) (in Russ.).

[9] Mokhov I. I., Chernokul'skii A. V. Regional model forest fire risk assessments in the Asian part of Russia under climate change (Regional'nye model'nye otsenki riska lesnykh pozharov v Aziatskoi chasti Rossii pri izmeneniyakh klimata). *Geografiya i prirodnye resursy*, 2010;(2):120–126 (in Russ.).

[10] Ponomarev E.I., Sukhinin A.I. Comprehensive fire hazard assessment and forecasting energy parameters of forest fires using geoinformation databases (Kompleksnaya otsenka pozharnoi opasnosti i prognozirovanie energeticheskikh parametrov lesnykh pozharov s ispol'zovaniem geoinformatsionnykh baz dannykh). Comprehensive fire hazard assessment and forecasting energy parameters of forest fires using geoinformation databases (in Russ.).

[11] Stocks B.J., Fosberg M.A., Lynham T.J., Mearns L., Wotton B.M., Yang Q., Jin J-Z., Lawrence K., Hartley G.R., Mason J.A., McKenney D.W., Climate



change and forest fire potential in Russian and Canadian boreal forests. *Climatic Change*, 1998;38:1–13.

[12] De Groot W.J., Flannigan M.D., Amiro B.D., Stocks B.J. Fire Management Adaptation to Future Climate Change in Canada [E-resource]. Available on: <https://www2.fire.uni-freiburg.de/summit-2003/3-IWFC/Papers/3-IWFC-107-deGroot.pdf>. (05.20.2020).

[13] Cohen J.D., Deeming J.E. The National Fire Danger Rating System: Basic equations. General Technical Report PSW-82. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Berkeley, California, 1985; p. 23.

[14] Wotton M.B. Interpreting and using outputs from the Canadian Forest Fire Danger Rating System in research applications, Springer Science + Business Media, LLC, 2008; p. 25.

[15] Safarov S.G. Applied dynamic modeling of the water-thermal regime of the soil-plant-atmosphere system (Prikladnoe dinamicheskoe modelirovanie vodno – teplovogo rezhima sistemy pochva-rastenie-atmosfera). Baku: Elm Publ., 1999; 230 p. (in Russ.).

[16] Dowdy A.J., Mills G.A., Finkele K., Groot W. de Australian fire weather as represented by the McArthur Forest Fire Danger Index and the Canadian Forest Fire Weather Index. *CAWCR Technical Report*, 2009;(10):91.

[17] Safarov S.G. Current trend in air temperature and precipitation in Azerbaijan (Sovremennaya tendentsiya izmeneniya temperatury vozdukha i at-mosfernnykh osadkov v Azerbaidzhane). Baku: Elm Publ., 2000; 300 p. (in Russ.).

Транслитерация по BSI



VII Международная конференция «Борьба с природными пожарами в меняющемся мире: защита населения и территорий от природных пожаров с помощью интегрированного подхода к управлению огнем»

С 28 октября по 2 ноября 2019 г. в городе Кампу-Гранди (Бразилия) прошла VII Международная конференция «Борьба с природными пожарами в меняющемся мире: защита населения и территорий от природных пожаров с помощью интегрированного подхода к управлению огнем».

Основная цель этого мероприятия – обмен опытом между странами в области охраны лесов от пожаров. Первая подобная международная конференция по лесным пожарам была проведена в 1989 году в г. Бостон (США) и далее проходила в разные годы в г. Ванкувер (Канада), г. Сидней (Австралия), г. Севилья (Испания), г. Сан-Сити (ЮАР) и г. Пхенчхан (Южная Корея). В VII-й Международной конференции приняли участие более тысячи государственных служащих, ученых, практиков, представителей частного бизнеса и гражданского общества из 37 стран, а также представители ООН и других международных и региональных организаций, заинтересованных в изучении и совершенствовании охраны лесов от пожаров.

Участники представили более 100 устных докладов, посвященных различным аспектам, связанным с лесными пожарами. Весь объем докладов можно разделить на следующие тематические направления:

- роль/вклад гражданского общества в комплексное управление огнем – 24 %
- концепции комплексного управления огнем, направленные на формирование устойчивых ландшафтов – 16 %
- вклад комплексного управления огнем в смягчение вторичных последствий – 12 %
- технические достижения в области предупреждения и тушения лесных пожаров – 30 %
- комплексное управление пожаротушением как ключевой элемент политики управления огнем – 18 %

Определенным новшеством конференции можно назвать наличие нескольких дистанционных сообщений (в видеорезюме) на одной из сессий, кроме того в зале конференц-центра были представлены почти двести стендовых докладов презентаций.

В одном из приветственных докладов было отмечено, что за последние 30 лет (с момента первой конференции) наблюдается обострение ситуации с природными пожарами во всем мире. Это связывают, в первую очередь, с увеличением средней температуры воздуха на 2 градуса, что привело к увеличению продолжительности пожароопасных сезонов.

Участникам конференции был показан долгосрочный прогноз горимости природных территорий до 2099 г., согласно которому в Российской Федерации, с точки зрения погодных условий повышенная напряженность не ожидается.

...

По мнению участников конференции, процесс принятия решений по совершенствованию охраны лесов от пожаров должен основываться на фактически имеющихся данных и подкрепляться системами мониторинга и оценки. Осуществление решений должно быть последовательным, согласованным и скоординированным на всех уровнях с вовлечением заинтересованных организаций, общества и науки.

Комплексный межведомственный подход будет способствовать достижению целей в области устойчивого развития в целях исполнения решений Парижского соглашения и Сендайской рамочной программы по уменьшению опасности стихийных бедствий на 2015-2030 гг.

Ожидается, что в предстоящие годы, в процессе совместной работы ученых и практиков, использования достижений науки и техники, мы получим ощутимые положительные результаты в области охраны лесов от пожаров, которые можно будет представить, в том числе, на следующей VIII Международной конференции по лесным пожарам, которая состоится в 2023 г. в Португалии.

Более подробная информация на сайте: <http://firescience.ru/event/112019/brasil.html>

