

РАЗДЕЛ II

ЭКОЛОГИЯ. БИОРАЗНООБРАЗИЕ

[ECOLOGY. BIODIVERSITY]

УДК: 630*431

DOI: 10.24412/2658-4441-2021-2-18-22

Х.Б. КУУЛАР¹, А.Ф. ЧУЛЬДУМ¹, С.Б. ХЕРТЕК², Ш.А. НАМЗЫН³

¹ Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)

² Частное предприятие (Кызыл, Россия)

³ Министерство природных ресурсов и экологии Республики Тыва (Кызыл, Россия)

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСЕННЕЙ ГОРИМОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА РЕСПУБЛИКИ ТЫВА В 2000–2020 гг.

В работе представлены результаты анализа распространения пожаров Республики Тыва за двадцать один год. Исследованы климатические изменения на территории республики и на основе доступных статистических данных, проведена оценка весенних пожаров. Рассматриваются весенние пожары растительности связанные с потеплением климата в период 2000–2020 гг. По данным пяти метеостанций за 2000–2019 гг. относительная влажность воздуха составила $52,3 \pm 2,7\%$, а аномалия весенней температуры воздуха — $2,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$ по сравнению с базовым периодом (1961–1990 гг.). Обработка данных проведена с помощью программ NextGIS QGIS и Excel. Приведена карта распространения весенних пожаров (за апрель, май). За исследуемый период (двадцать один год) с апреля по октябрь общее количество пожаров составило 3945 при общей площади 976,2 тыс. га, общая площадь гарей составила 976,2 тыс. га, из них лесная площадь — 730,4 тыс. га.

Ключевые слова: весенние пожары растительности, пространственное распределение, рост температуры воздуха.

Рис. 4. Библ. 6 назв. С. 18–22.

Работа выполнена в рамках базового проекта ТувИКОПР СО РАН № 121030200250-4 «Оценка территориальной организации и рисков развития приграничного региона на основе геоинформационного и математического моделирования опасных природных процессов, экстремальных явлений и социально-экономических изменений»

Kh.B. KUULAR¹, A.F. CHULDUM¹, S.B. KHERTEK², Sh.A. NAMZYN³

¹ Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)

² Private enterprise (Kyzyl, Russia)

³ Ministry of Natural Resources and Ecology of the Republic of Tyva (Kyzyl, Russia)

SPATIAL-TEMPORAL DISTRIBUTION OF SPRING WILDFIRE DANGER IN THE TYVA REPUBLIC WITHIN 2000–2020 YEARS

The paper presents the analysis of the distribution of wildfires in the Republic of Tyva over the past 21 years. The influence of climatic changes in the territory of republic has been investigated and the assessment of spring wildfires has been carried out on the basis of available statistical data. Spring wildfires connected with climate warm-

ing in the period 2000–2020 yrs are considered. According to data from five weather stations for 2000–2019 yrs the relative air humidity was $52,3 \pm 2,7\%$ and the anomaly of the average spring air temperature was $2,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$. Data processing was carried out in NextGIS QGIS and Excel programs. A map of the location of spring wildfires (April and May) is presented. During the study period, the total number of April–October fires amounted about to 3945 cases with a total area of 976,2 thousands ha, the forest area is 730,4 thousands ha.

Keywords: spring vegetation wildfires, spatial distribution, increase in air temperature.

Figures 4. References 6. P. 18–22.

ВВЕДЕНИЕ. Леса в Республике Тыва распределены неравномерно, сконцентрированы в основном в восточной части региона и в горных районах западной и центральной части. Уникальные южные леса имеют особо важное водоохранное, почвозащитное и социально-экологическое значение (Макунина, 2016). Одним из основных пагубных факторов, ведущих к их уничтожению, являются пожары, большинство из которых возникает во время весенней засухи. Пирогенный фактор оказывает большое воздействие на леса гор Южной Сибири, обуславливая изменения их структуры (Волокитина, Софронов, 2002). Поэтому в условиях потепления климата для сохранения уникальных южных хвойных лесов необходим мониторинг пожаров растительности (Куулар, 2012, 2015, 2016).

Основными факторами засухи являются высокая температура, повышенный приток солнечной радиации, дефицит осадков и низкая относительная влажность воздуха, уменьшение поверхностного стока и пополнения грунтовых вод, в совокупности приводящие к увеличенному испарению и транспирации влаги растительного покрова. Главной причиной развития весенних засух является воздействие азиатской депрессии (Куулар, 2015).

Цель данной работы — оценка пространственно-временного распределения гарей и анализ влияния метеорологических данных на рост пожаров в период 2000–2020 гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Для анализа горимости растительности привлекались данные Тувинского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, сведения, имеющиеся в открытом доступе в сети интернет, данные Министерства природных ресурсов и экологии Республики Тыва и космического мониторинга, любезно предоставленные Институтом леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН. Сравнение баз данных наземного и космического мониторинга позволяет констатировать не более 30% совпадений обнаруженных пожаров. Спутниками NOAA/AVHRR и TERRA/MODIS малоразмерные пожары не могут фиксироваться в силу своей низкой разрешающей способности (1 км и 500 м), ими регистрируются только крупные степные и лесные пожары. Наземным мониторингом не фиксируются пожары вне территории лесного хозяйства (Куулар, Пономарев, 2011). Из-за смешанного способа учёта возникают неточности оценки площади и количества пожаров, а их совместное использование позволяет уточнить наземные данные о горимости территории Республики Тыва.

Были проанализированы данные о весенних пожарах и проведён сравнительный анализ полученной информации с наземными метеорологическими данными за период 2000–2020 гг. Отклонения температуры воздуха исследуемого периода рассчитывались относительно среднего значения периода 1961–1990 гг. Обработку и анализ полученных результатов проводили методами статистического анализа с использованием программы Excel. Визуализация результатов и пространственный анализ проведены с помощью программы NextGIS QGIS.

ОСНОВНАЯ часть. В период 2000–2020 гг. по данным пяти метеостанций аномалия весенней температуры воздуха весны составила $2,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$. Это намного выше, чем на граничащих с исследуемой территорией хребтах Западного Саяна. По данным

трёх метеостанций (Абакан, Минусинск, Оленья Речка) аномалия весенней температуры воздуха составила $1,2 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$.

За исследуемый период 2000–2020 гг. средняя высокая температура воздуха весны (апрель и май) ($9,2 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$) отмечалась в центральной части республики (по данным метеостанции Кызыл), по данным распределения осадков, выпадающих за тёплый период года, на этот период приходится их минимум (в среднем $16 \pm 4,7$ мм).

Для территории республики, которая большей частью расположена в субаридной зоне, характерна низкая относительная влажность воздуха. На *рисунке 1* приведена динамика относительной влажности воздуха и суммы осадков весны за 2000–2019 гг. по данным пяти метеостанций (Кызыл, Сосновка, Тоора-Хем, Мугур-Аксы, Эрзин). Очевидно, что в последние годы наблюдалось снижение относительной влажности воздуха, это привело к водному стрессу у растений и увеличению риска возникновения пожаров.

2002 и 2019 гг. были самыми засушливыми годами (*см. рис. 1*) с минимальными значениями количества осадков и относительной влажности воздуха. Результаты анализа всех пожаров свидетельствуют о преобладающих величинах площадей пожаров в весенний период по сравнению с другими сезонами. Максимальные значения площади, пройденной огнём, отмечены в 2002 г. Значительное снижение площади пожаров наблюдалось в апреле в 2010–2011 и 2016–2017 гг. Как известно, естественные пожары растительности как явление существуют в силу отклонений погодных условий от климатических норм, особенно при отклонениях от средних значений температуры в сторону увеличения, приводящих к развитию засух. На *рисунках 2 и 3* представлена динамика количества и площади пожаров за пожароопасный период 2000–2020 гг. и за апрель–май 2010–2020 гг. (по данным Министерства природных ресурсов и экологии Республики Тыва). В экстремально жаркие годы 2002, 2007, 2014, 2015 с апреля по октябрь было зарегистрировано большое количество пожаров — 560, 318, 322, 336 соответственно, с площадью 100–340 тыс. га (*см. рис. 2*).

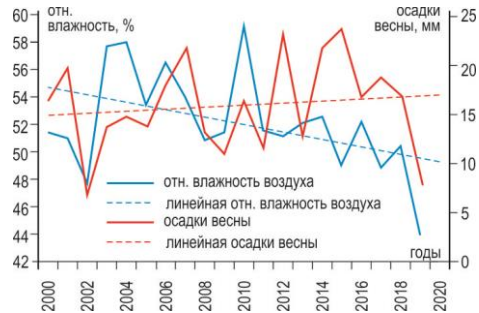


Рисунок 1. Динамика относительной влажности воздуха и осадков весны за 2000–2019 гг.

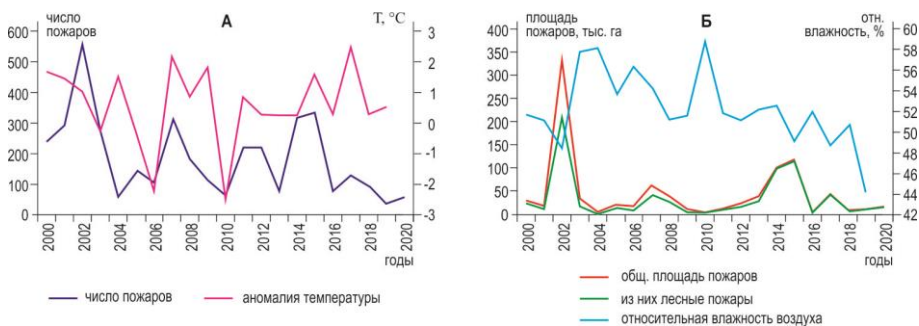


Рисунок 2

А — динамика количества пожаров и аномалии температуры за апрель–октябрь;
Б — динамика площади пожаров и относительной влажности весны (в период 2000–2020 гг. по данным Министерства природных ресурсов и экологии Республики Тыва).

Пики количества пожаров совпадают с большей частью пиков аномалии температуры, а площадь пожаров зависит от относительной влажности. Наибольшие пло-

щадя весенних пожаров зарегистрированы в 2011, 2012, 2014, 2015 и 2020 годах (10,6–30,8 тыс. га). Наибольшее количество весенних пожаров (144) зарегистрировано в 2011 г. (см. рис. 3).

Анализ данных пожаров растительности позволил выявить на территории региона динамику весенних пожаров на фоне изменения климата. В период 2010–2020 гг. в среднем за год их зафиксировано 56, при этом пройденная пожарами площадь в среднем в год составляет примерно 11,5 тыс. га, из них 9,3 тыс. га (81 %) — лесные пожары. Динамика пожаров растительности на территории республики такова, что за 2010–2020 гг. количество весенних пожаров возросло с 26 до 144 случаев.

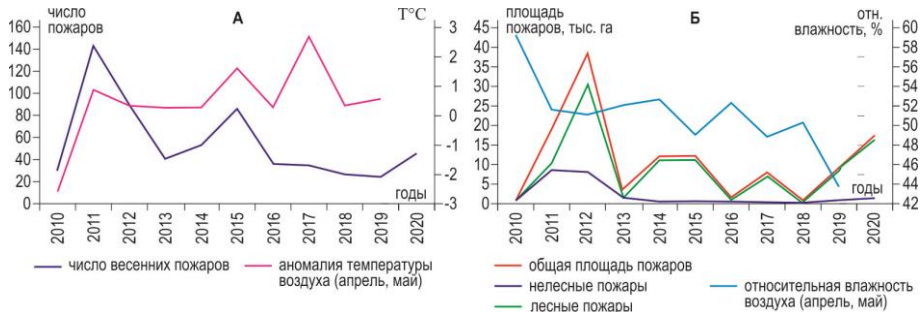


Рисунок 3

А — динамика количества пожаров и аномалии температуры;
Б — динамика площади пожаров и относительной влажности воздуха
 (за апрель–май в период 2010–2020 гг. по данным: Министерства природных ресурсов и экологии Республики Тыва).

На основе результатов обработки данных построена карта пространственного распределения площадей, пройденных огнём территорий в весенний период (за апрель, май) на территории республики за 2000–2020 гг. (рис. 4). По карте видно, что весной в основном пожары сосредоточены возле населённых пунктов и на доступной транспорту части республики, что говорит об антропогенном происхождении большей их части.

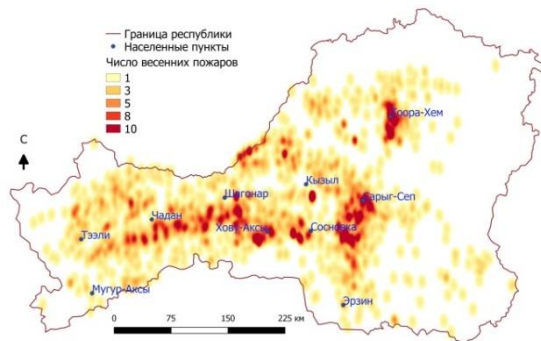


Рисунок 4. Пространственное распределение весенних пожаров в период 2000–2020 гг.

Выводы. Таким образом, проведённый анализ свидетельствует о потеплении весны в регионе в период 2000–2019 гг. на 2°С и уменьшении относительной влажности воздуха в среднем на 6 %. Установлено, что метеорологические условия создают высокую пожарную опасность, в т. ч. большой риск возникновения крупных пожаров. За те же годы с апреля по октябрь общее количество пожаров составило 3945 общей площадью 976 тыс. га. С 2000 по 2020 гг. во много раз увеличилось число и площадь пожаров, увеличилась доля весенних пожаров, большая часть которых возникла по вине человека. За прошедшие 20 лет лесам республики, растущим в субаридном кли-

мате, на фоне заметного повышения температуры и снижении влажности воздуха в результате пожаров экологии и экономике республики нанесён ощутимый ущерб. Площадь лесных гарей в Республике Тыва составила 81 % от общей площади пожаров растительности.

Работа выполнена в рамках базового проекта ТувИКОПР СО РАН № 121030200250-4 «Оценка территориальной организации и рисков развития приграничного региона на основе геоинформационного и математического моделирования опасных природных процессов, экстремальных явлений и социально-экономических изменений».

ЛИТЕРАТУРА

- Волокитина А.В., Софронов М.А.* Классификация и картографирование растительных горючих материалов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 324 с.
- Куулар Х.Б., Пономарев Е.И.* Пожары растительности в Республике Тыва // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2011. – Т. 8. – № 1. – С. 111–117.
- Куулар Х.Б.* Оценка пожароопасного сезона Республики Тыва за 2011 г. // Инновационные технологии сбора и обработки геопространственных данных для управления природными ресурсами: Материалы Междунар. конф. (18–19.09.2012, Алматы, Казахстан). – Алматы: КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2012. – С. 259–262.
- Куулар Х.Б.* Система мониторинга состояния лесов Республики Тыва на основе наземных и спутниковых данных // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: Сб. науч. тр. Вып. 19. В 2 т. / Отв. ред. В.В. Аношин. – Абакан: ХГУ им Н.Ф. Катанова, 2015. – Т. 1. – С. 3–4.
- Куулар Х.Б.* Рост пожаров растительности как следствие изменения климата в Республике Тыва // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: Докл. VI Всерос. конф. (20–22.04.2016, Москва). – М.: ЦЭПЛ РАН, 2016. – С. 193–196.
- Макунина Н.И.* Растительность лесостепи Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной области. – Новосибирск: Акад. изд-во Гео, 2016. – 183 с.

REFERENCES

- Volokitina A.V., Sofronov M.A.* Klassifikatsiya i kartografirovaniye rastitel'nykh goryuchikh materialov [Vegetation fuel classification and mapping]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2002, 324 p. (In Russ.)
- Kuular Kh.B., Ponomarev E.I.* Pozhary rastitel'nosti v Respublike Tyva [Wildfires of the Tyva Republic]. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa = Current problems in remote sensing of the Earth from space.* 2011, vol. 8, no. pp. 111–117. (In Russ.)
- Kuular Kh.B.* Ocenka pozharoopasnogo sezona Respubliki Tyva za 2011 god [Fire hazard assessment in the Tyva Republic for 2011]. *Innovatsionnyye tekhnologii sbora i obrabotki geoprostranstvennykh dannyh dlya upravleniya prirodnyimi resursami = Innovative Technologies for an Efficient Geospatial Management of Earth Resources: Proceedings of the International Workshop (18–19.09.2012, Almaty).* Almaty, KazNTU name of K.I. Satpaeva Publ., pp. 259–262. (In Russ.)
- Kuular Kh.B.* Sistema monitoringa sostoyaniya lesov Respubliki Tyva na osnove nazemnykh i sputnikovykh dannykh [Forest monitoring systems in the Tyva Republic combination of remote sensing and ground-based data]. *Ekologiya Yuzhnoj Sibiri i sopredel'nykh territorij = Ecology of Southern Siberia and adjacent territories*, is. 19, vol. 1, / ed. by. V.V. Anyushin. Abakan, KhGU name of N.F. Katanova Publ., 2015, pp. 3–4. (In Russ.)
- Kuular Kh.B.* Rost pozharov rastitel'nosti kak sledstvie izmeneniya klimata v Respublike Tyva [The growth of vegetation fires as a result of climate change in the Tyva Republic]. *Aerospace methods and GIS-technologies in forestry, forest management and ecology = Aerokosmicheskiye metody i geoinformatsionnyye tekhnologii v lesovedenii i lesnom kho-zyaystve: Proceeding of the VI All-Russian Conf. (20–22.04.2016, Moscow, Russia).* Moscow, CEPF RAS Publ., 2016, pp. 193–196. (In Russ.)
- Makunina N.I.* Rastitel'nost' lesostepi Zapadno-Sibirskoy ravniny i Altae-Sayanskoy gornoj oblasti [The forest-steppe vegetation of the west Siberian plain and the Altai-Sayan mountain region]. Novosibirsk, Geo Publ., 2016, 183 p. (In Russ.)