

УДК 502.45

ВЫЯВЛЕНИЕ УЧАСТКОВ АЗИАТСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ, ГДЕ СЦЕНАРИИ ИЗМЕНЕНИЙ В 1961–2024 ГГ. ИХ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ДЛЯ МЕСЯЦЕВ ПОЖАРООПАСНОГО СЕЗОНА БЛИЗКИ К КОНСЕРВАТИВНЫМ

Холопцев Александр Вадимович, Шубкин Роман Геннадьевич, Коваль Юлия Николаевна
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Железногорск, Российская Федерация

Аннотация. Совершенствование методик оценки оправдываемости долгосрочных прогнозов изменений характеристик пожароопасности по условиям погоды на различных участках азиатской территории России является актуальной проблемой безопасности при чрезвычайных ситуациях. Существующий подход к ее решению состоит в определении таких оценок по предысториям изучаемых характеристик, что вполне справедливо, если сценарии их изменений на рассматриваемых участках близки к консервативному сценарию («что было, то и будет»). Целью работы является определение участков азиатской территории России, где сценарии изменений такой характеристики пожароопасности, как среднемесячные температуры приземного слоя атмосферы, для месяцев пожароопасного сезона наиболее близки к консервативному сценарию. Принято допущение о том, что на любых участках азиатской территории России сценарии изменений этой характеристики в будущем останутся таким же, каким он был в прошлом. Основываясь на нем, для каждого месяца пожароопасного сезона среди различных ее участков были определены те, на которых в период 1961–2024 гг. сценарии изменения изучаемой характеристики был близок к консервативному сценарию. При этом для каждого ее участка как мера близости изучаемых сценариев оценена устойчивость коэффициента взаимной корреляции межгодовых изменений упомянутых температур для месяцев, отличающихся на 1–3 месяца, к сдвигу начала отрезков времени, для которого оценены его значения. Для каждого месяца пожароопасного сезона были установлены участки азиатской территории России, для которых сценарии изменений рассматриваемых температур в указанный период действительно был наиболее близок к консервативному сценарию. Выявлены также многочисленные ее участки, где рассматриваемое предположение допустимым не является, вследствие чего основанные на нем оценки оправдываемости прогнозов пожароопасности ошибочны.

Ключевые слова: азиатская территория России, пожароопасность по условиям погоды, среднемесячные температуры воздуха, фактический сценарий, консервативный сценарий, мера близости

Для цитирования: Холопцев А. В., Шубкин Р. Г., Коваль Ю. Н. Выявление участков азиатской территории России, где сценарии изменений в 1961–2024 гг. их термического режима для месяцев пожароопасного сезона близки к консервативным // Техносферная безопасность. 2025. № 2 (47). С. 81–97.

IDENTIFICATION OF AREAS OF THE ASIAN TERRITORY OF RUSSIA WHERE SCENARIOS FOR CHANGES IN THEIR THERMAL REGIME IN 1961–2024 FOR THE MONTHS OF THE FIRE-HAZARDOUS SEASON ARE CLOSE TO CONSERVATIVE

Alexander V. Kholoptsev, Roman G. Shubkin, Yulia N. Koval
Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russian Federation

Abstract. Improving the methods for assessing the validity of long-term forecasts of changes in fire hazard characteristics based on weather conditions in various areas of the Asian part of Russia is a pressing issue of safety in emergency situations. The existing approach to its solution consists of determining such estimates based on the prehistories of the characteristics being studied, which is quite fair if the scenarios for their changes in the areas under consideration are close to the conservative scenario ("what was, will be"). The purpose of the work is to determine areas of the Asian territory of Russia where scenarios of changes in such a fire hazard characteristic as average monthly temperatures of the atmospheric surface layer for months of the fire-hazardous season are closest to the conservative scenario. It is assumed that in any areas of the Asian territory of Russia the scenario of changes in this characteristic in the future will remain the same as it was in the past. Based on it, for each month of the fire-hazardous season, among its various areas, those are determined for which in the period 1961-2024 the scenario of changes in the studied characteristic was close to the conservative scenario. At the same time, for each of its areas, as a measure of the closeness of the studied scenarios, the stability of the mutual correlation coefficient of interannual changes in the mentioned temperatures for months differing by 1–3 months to the shift in the beginning of the time intervals for which its values is estimated. For each month of the fire-hazardous season, areas of the Asian territory of Russia are identified for which the scenario of changes in the considered temperatures in the specified period really was closest to the conservative scenario. Numerous areas are also identified where the assumption under consideration is not permissible, as a result of which the estimates of the correctness of fire hazard forecasts based on it are erroneous.

Keywords: Asian territory of Russia, fire hazard by weather conditions, average monthly air temperatures, actual scenario, conservative scenario, proximity measure

For Citation: Kholoptsev A. V. V., Shubkin R. G., Koval Yu. N. Identification of areas of the Asian territory of Russia where scenarios for changes in their thermal regime in 1961–2024 for the months of the fire-hazardous season are close to conservative // *Technospheric Safety*. 2025. № 2 (47). pp. 81–97.

Введение

Оправдываемость долгосрочных прогнозов пожароопасности по условиям погоды (далее — ОПП) является одной из ин-

формативных характеристик их качества. Точность ее оценки во многом определяет реалистичность планов деятельности подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России, которые раз-

рабатываются ими с учетом таких прогнозов. В связи с чем совершенствование методик нахождения ОПП для различных регионов нашей страны является актуальной проблемой безопасности при ЧС.

Крайне важно решить рассматриваемую проблему для регионов, на территориях которых ландшафтные пожары происходят наиболее часто, нанося значительный ущерб их населению и экономике. В России к ним

относятся республики Саха (Якутия) и Бурятия, Красноярский край, а также Иркутская область, расположенные на азиатской части ее территории (далее — АТР) [1, 2, 3, 4].

Зависимости количества ландшафтных пожаров (далее — КЛП) от времени для территорий упомянутых субъектов РФ, согласно сведениям, полученным от Информационной системы дистанционного мониторинга (далее — ИСДМ), показаны на рис. 1.

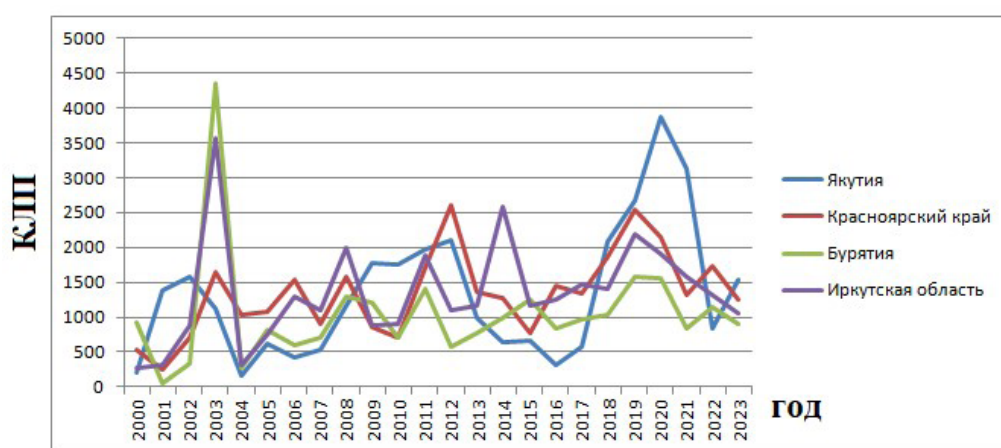


Рис. 1. Зависимости КЛП от времени на территориях упомянутых регионов России по сведениям ИСДМ

Fig. 1. Time dependences of the KLP in the territories of the mentioned regions of Russia, according to ISDM

Как видно из рис. 1, зависимости КЛП от времени, соответствующие перечисленным регионам России, представляют собой сложные колебания [5]. Значения КЛП на них в некоторые годы различаются более чем на порядок, что существенно усложняет планирование деятельности противопожарных подразделений. Учет при таком планировании прогнозов КЛП на предстоящий год позволил бы существенно повысить эффективность профилактики и ликвидации пожаров при условии, что оправдываемость подобных прогнозов оказалась бы удовлетворительной.

Существующий подход к оценке ОПП природных процессов основан на использо-

вании для этого полученных ранее результатов их мониторинга либо ретроспективного анализа [6, 7, 8, 9].

Такой подход вполне адекватен, если сценарий, по которому изменяются состояния изучаемых процессов, является инерционным («что было, то и будет») [10, 11, 12, 13, 14]. Частным случаем инерционного сценария является консервативный сценарий, при котором в будущем по отношению к прошлому неизменными остаются значения коэффициента взаимной корреляции изучаемого процесса и его факторов [13].

Несмотря на то что при заблаговременности прогнозов от 30 суток и более сценарии изменения характеристик многих

гидрометеорологических процессов в той или иной мере отличаются от консервативного сценария, во многих случаях эти отличия не слишком велики, а подобные оценки оправдываемости прогнозов близки к ее реальным значениям [14].

Вполне достоверные оценки ОПП по предысториям (80–85 %) получены для такого процесса, как изменение характеристик ледяного покрова Арктики [9]. Такой же подход применяется и при оценке качества ОПП некоторых метеорологических элементов, разрабатываемых ГГО им А. И. Воейкова [15] и Гидрометцентром РФ [6, 16].

Именно он применяется и при оценке характеристик пожароопасности на АТР [14], где сценарии изменений этих характеристик близки к консервативному сценарию. В результате последнего получаемые по предыстории изучаемого процесса оценки ОПП его долгосрочных прогнозов совпадают с ее фактическими значениями не повсеместно, а планы некоторых противопожарных подразделений, основанные на таких прогнозах, не всегда оказываются реалистичными.

Одной из основных характеристик пожароопасности по условиям погоды на многих участках АТР является среднемесячная температура воздуха приземного слоя атмосферы (далее — СТВ), которая во многом определяет интенсивность испарения влаги из образующегося на них горючего материала [17]. Ее значения могут быть определены по результатам как мониторинга, так и атмосферных реанализов [18].

Тем не менее ранее не были определены участки АТР, где в какие-либо месяцы пожароопасного сезона сценарий изменений СТВ в период потепления климата был в какой-то мере близок к консервативному сценарию, хотя их выявление представляло бы

не только теоретический, но и практический интерес.

С учетом вышеперечисленного целью настоящей работы является выявление на АТР подобных участков для каждого месяца пожароопасного сезона.

Фактический материал и методика исследования

Для достижения указанной цели в качестве источника информации об изменчивости СТВ на АТР избран реанализ ERA-5 [22, 23], содержащий сведения о среднечасовых значениях температуры воздуха в приземном слое атмосферы над всеми ее пунктами, соответствующими узлам координатной сетки с шагом $0,25^\circ$ для каждого часа в период с 00 часов 01.01.1961 по 23 часа 31.12.2024 гг.

Будущее не предопределено и неизвестно, тем не менее допустимо предположить, что на любых участках АТР сценарий изменений СТВ в будущем останется таким же, каким он был в прошлом. Если он в прошлом был консервативным, то и в будущем останется таким же, но если в прошлом консервативным не был, то и в будущем консервативным не станет.

При разработке методики исследования учитывалось, что при консервативном сценарии изменений СТВ значения коэффициента корреляции между различными отрезками временного ряда этого показателя могут зависеть от разности дат начала этих отрезков, но инвариантны ко времени начала каждого из них (процесс стационарен). Чем ближе сценарий рассматриваемого процесса к консервативному, тем меньше разность максимального и минимального значений коэффициента корреляции отрезков временного ряда изучаемого процесса,

начинающихся в различные даты. Чем больше их среднее значение, тем связи между этими отрезками сильнее. Поэтому как информативный показатель близости факти-

ческого сценария развития изучаемого процесса к консервативному сценарию может рассматриваться значение χ , вычисляемое по формуле:

$$X = ABS ((\max (K_{1,2}) + \min (K_{1,2})) / (\max (K_{1,2}) - \min (K_{1,2}))), \quad (1)$$

где $K_{1,2}$ — коэффициент парной корреляции отрезков временных рядов СТБ, соответствующих двум различным месяцам длиной 30 членов (соответствующих периодам времени длиной 30 лет), начала которых лежат в интервале от 1961 до 1995 г. (всего таких отрезков 35);

$\max()$ и $\min()$ — операторы нахождения максимального и минимального $K_{1,2}$ среди значений этого коэффициента, соответствующих всем упомянутым отрезкам;

$ABS()$ — оператор нахождения абсолютной величины своего аргумента.

Очевидно, что чем ближе фактический сценарий изменений СТБ на некотором участке АТР к консервативному сценарию, тем значение χ больше.

При разработке методики исследования учитывалось, что к пожароопасному сезону на АТР относятся месяцы с апреля по октябрь. В связи с чем для каждого из указанных месяцев значения χ вычислены по отношению к месяцам того же сезона, опережающим его по времени на 1–12 месяцев.

Чтобы достичь цели исследования, для каждого месяца пожароопасного сезона были определены все участки АТР, соответствующие тем или иным квадратам координатной сетки реанализа ERA-5, где значения χ превосходят тот или иной пороговый уровень. Последний выбирался в диапазоне от 2 до 10.

С учетом расположения каждого из выявленных участков определялась также

часть общей площади АТР, где значения χ превосходят тот или иной рассматриваемый пороговый уровень.

Нетрудно заметить, что справедливость принятого допущения можно проверить лишь после того, как рассматриваемое будущее станет прошлым. Как показывает такая проверка по предыстории, для абсолютного большинства участков АТР при разности времен, соответствующих началам рассматриваемых отрезков, составляющей 1–5 месяцев, оно справедливо. Вместе с тем даже в этих случаях находятся единичные участки, где принятое допущение ошибочно. При увеличении значений этой разности свыше 3 месяцев количество участков, где упомянутое допущение ошибочно, существенно возрастает.

Поэтому результаты, полученные с применением изложенной методики, следует рассматривать как носящие качественный характер.

Результаты исследования и их анализ

С применением изложенной методики выявлены все участки АТР, где значения χ , соответствующие тем или иным месяцам пожароопасного сезона и сдвигу между ними на 1–12 месяцев, превосходят тот или иной пороговый уровень.

В качестве примера на рис. 2 приведены зависимости части площади АТР, со-

ответствующей месяцам июль – октябрь, где значения χ превышают тот или иной уровень.

Как видно из рис. 2, площадь части АТР, на которой χ превышают тот или иной уровень, для любых месяцев являются монотонно убывающими функциями значений этого уровня и сдвига по времени между сопоставляемыми месяцами.

Наибольшие значения этого показателя для любого месяца соответствуют значению упомянутого сдвига на 1 месяц.

По мере увеличения сдвига по времени между сопоставляемыми месяцами площадь части АТР, на которой χ превышают тот или иной уровень, монотонно уменьшается.

При сдвигах на 12 месяцев участков рассматриваемой части АТР для какого-либо месяца не выявлено.

При сдвиге на 1 месяц наибольшее значение части площади АТР, при χ , лежащих в диапазоне от 2 до 10, максимально для пары месяцев июль – август и минимально для месяцев июнь – июль.

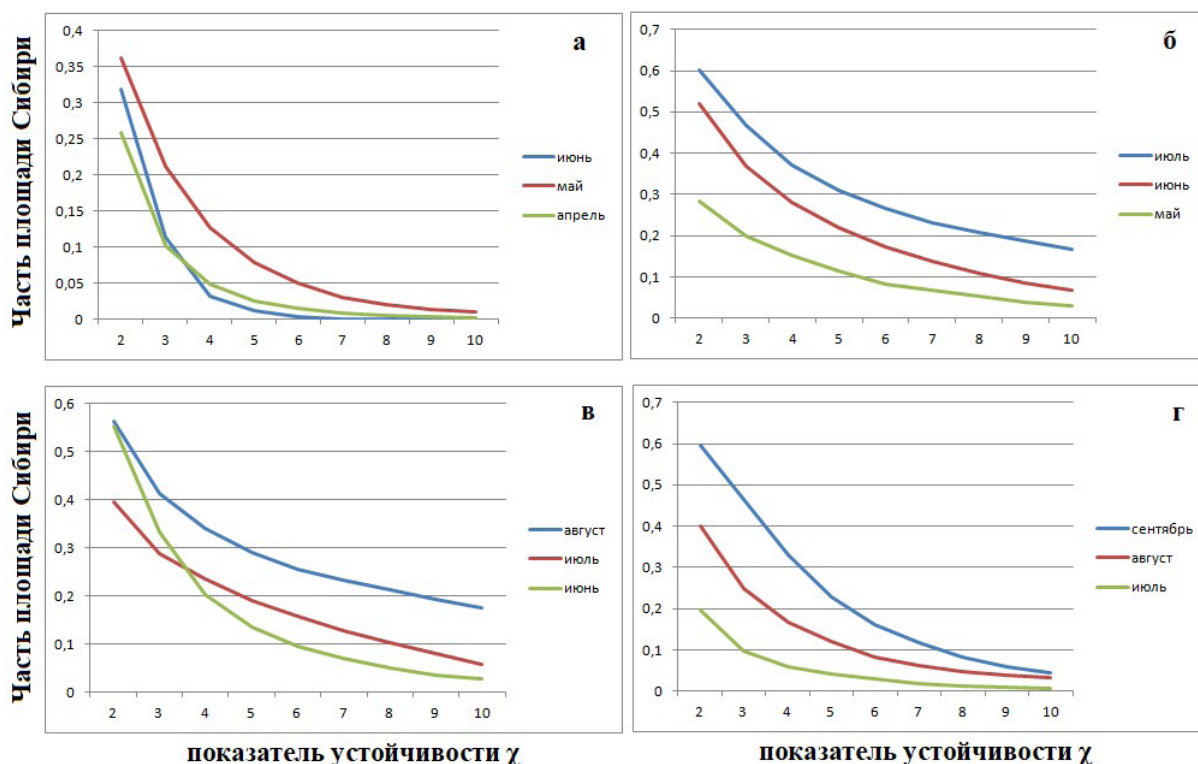


Рис. 2. Зависимость части площади территории АТР, где значения χ превышают тот или иной пороговый уровень, для указанных месяцев, а также для месяцев: а — июль; б — август; в — сентябрь; г — октябрь

Fig. 2. Dependence of the part of the area of the Asia-Pacific region, where the χ values exceed a certain threshold level, for the specified months, as well as for the months: а — july; б — august; в — september; г — october

Из этого следует, что оценка ОПП прогноза СТВ по предыстории этого процесса с заблаговременностью единицы месяцев для многих участков АТР может быть близка

к фактическому значению этой характеристики, однако для прогнозов с заблаговременностью 12 месяцев и более ее смещение может являться существенным.

На рис. 3 показаны участки АТР и прилегающих к ней акваторий Мирового океана, где значения показателя χ , оцененные за период 1993–2023 гг., превышают тот или иной уровень и соответствуют июлю, а также месяцам с апреля по июнь. На нем (и далее) обозначены территории: 1 — Ненецкого ав-

тономного округа; 2 — республики Коми; 3 — Ямало-Ненецкого автономного округа; 4 — Ханты-Мансийского автономного округа; 5 — Свердловской области; 6 — Челябинской области; 7 — Курганской области; 8 — Тюменской области; 9 — Омской области; 10 — Новосибирской области; 11 — Томской

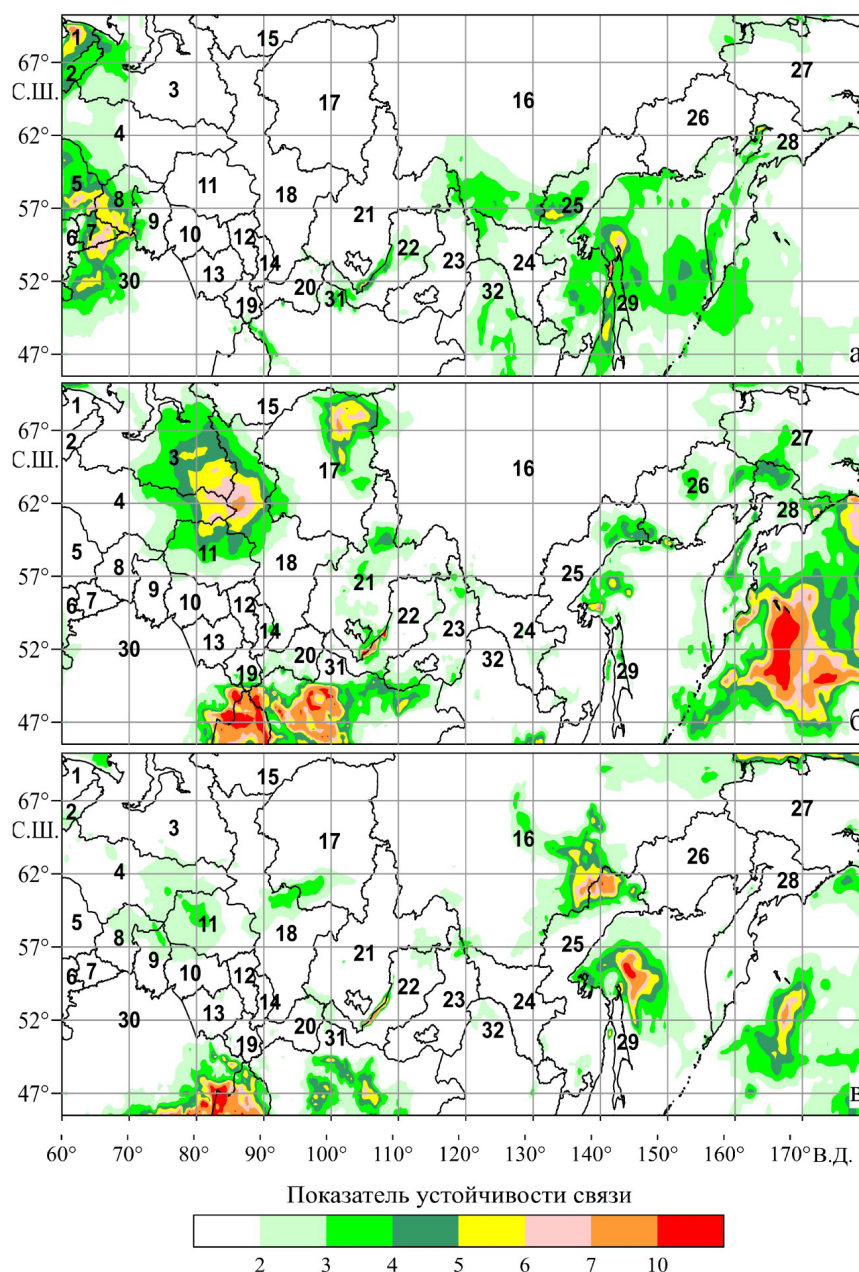


Рис. 3. Участки АТР и прилегающих к ней акваторий Мирового океана, где значения показателя χ , оцененные за период 1993–2023 гг., превышают тот или иной уровень для месяцев: а — июль – июнь; б — июль – май; в — июль – апрель

Fig. 3. Areas of the Asia-Pacific region and adjacent waters of the World Ocean where the values of the χ index, estimated for the period 1993–2023, exceed one or another level for the months: а — july – june; б — july – may; в — july – april

области; 12 — Кемеровской области; 13 — Алтайского края; 14 — республики Хакасия; 15 — Таймырского (Долгано-Ненецкого) района Красноярского края; 16 — республики Саха (Якутия); 17 — Эвенкийского района Красноярского края; 18 — прочих районов того же края; 19 — республики Алтай; 20 — республики Тыва; 21 — Иркутской области; 22 — республики Бурятия; 23 — Забайкальского края; 24 — Амурской области; 25 — Хабаровского края; 26 — Магаданской области; 27 — Чукотского автономного округа; 28 — Камчатского края; 29 — Сахалинской области; 30 — Казахстана; 31 — Монголии; 32 — Китайской Народной Республики.

Как следует из рис. 3а, значения χ для пары месяцев июль — июнь превышают уровень 7 лишь на территории Ненецкого автономного округа. Уровень 4 превышает также на участках территории республики Коми, Ямало-Ненецкого автономного округа, Свердловской, Курганской, Тюменской областей, Хабаровского и Камчатского края.

Рис. 3б показывает, что для месяцев июль — май значения χ превосходят уровень 7 лишь на ряде участков территории Туруханского района Красноярского края. Значения того же показателя превосходят уровень 4 также на территориях Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов, Эвенкийского района Красноярского края, Томской и Иркутской областей, Хабаровского и Камчатского края. При этом на акватории Тихого океана и Берингова моря, а также на территориях Казахстана, Китая и Монголии существуют участки, для которых $\chi > 10$.

На рис. 3в видно, что для месяцев июль — апрель значения χ выше тех же уровней лишь для некоторых районов Хабаровского края и республики Саха (Якутия). На аквато-

рии Охотского моря, а также на территориях Казахстана и Китая существуют участки, для которых $\chi > 10$.

На рис. 4 отображены участки АТР и прилегающие к ней акватории Мирового океана, где значения показателя χ , оцененные за период 1993–2023 гг., превышают тот или иной уровень для пар месяцев август — июль, август — июнь и август — май.

Как видно из рис. 4а, участки АТР, где значения χ для пары месяцев август — июль превышают уровень 10, выявлены на территориях Чукотского автономного округа, республик Алтай, Бурятия и Тыва, Забайкальского края, а также Сахалинской области. Аналогичные участки обнаружены на территориях Казахстана, Китая и Монголии, а также на акваториях Тихого океана и его морей у берегов России.

Значениями того же показателя уровень 4 превышает на некоторых территориях Ханты-Мансийского автономного района, Свердловской, Челябинской, Курганской, Магаданской областей, а также республики Саха (Якутия), Красноярского и Камчатского края.

Рис. 4б свидетельствует о том, что для месяцев август — июнь значения χ превосходят уровень 10 на некоторых участках АТР, относящихся к Чукотскому автономному округу, Камчатскому и Забайкальскому краю. Такие же участки обнаружены на территориях Монголии и на акваториях Тихого океана и его морей у берегов России.

Участки АТР, где χ превосходит уровень 4, для тех же месяцев располагаются на территории республики Саха (Якутия), Красноярского, Алтайского, Хабаровского, Камчатского края и Кемеровской области. Такие же значения χ соответствуют территориям многих районов севера Китая.

Рис. 4в позволяет установить, что для месяцев август – май значения χ превосходят уровень 10 лишь на территориях Чукотского автономного округа и Камчатского края. Аналогичные превышения зафиксированы также на акваториях Пенжинской губы

Охотского моря, а также Тихого океана и Берингова моря вблизи Командорских островов.

Уровень 4 превышает также на территориях республики Саха (Якутия), Сахалинской и Иркутской областей. Такие же значения χ

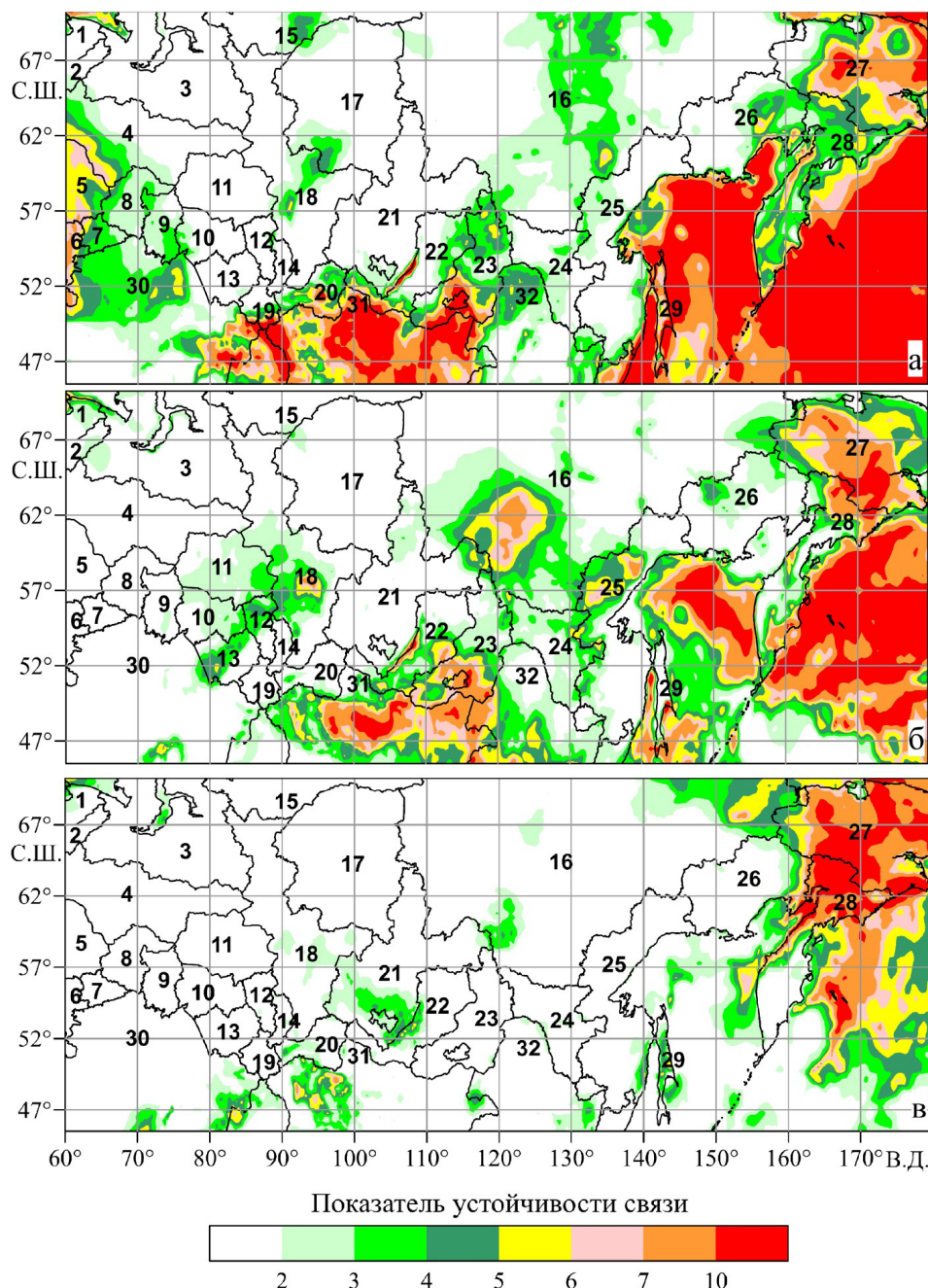


Рис. 4. Участки АТР и прилегающие к ней акватории Мирового океана, где значения показателя χ , оцененные за период 1993–2023 гг., превышают тот или иной уровень для месяцев:
а — август – июль; б — август – июнь; в — август – май

Fig. 4. Areas of the Asia-Pacific region and adjacent waters of the World Ocean where the values of the χ index, estimated for the period 1993–2023, exceed one or another level for the months:
a — august – july; b — august – june; c — august – may

выявлены на некоторых участках территорий Казахстана, Монголии и Китая.

На рис. 5 отображены участки АТР и прилегающие к ней акватории Мирового океана, где значения показателя χ , оцененные за период 1993–2023 гг., превышают тот или иной уровень для пар месяцев сентябрь – август, сентябрь – июль и сентябрь – июнь.

Из рис. 5а следует, что для месяцев сентябрь – август значения χ превосходят уровень 10 лишь на территориях АТР, принадлежащих Чукотскому автономному округу, Камчатскому краю и Сахалинской области. Такие же оценки значений χ получены для многих участков акватории Тихого океана, Берингова, Охотского и Японского морей.

Участки АТР, где значения χ превышают уровень 4, находятся в пределах Ненецкого, Ямало-Ненецкого, Ханты-Мансийского автономных округов, республики Коми, Свердловской, Магаданской областей, республик Саха (Якутия), Тыва, Бурятия и Забайкальского края. Участки с такими же значениями χ выявлены также на территориях Монголии, Казахстана и Китая.

Рис. 5б позволяет заключить, что участки АТР, где для месяцев сентябрь – июль значения χ превосходят уровень 10, находятся лишь в пределах Сахалинской области. Такие же оценки значений χ получены для многих участков акватории Тихого океана, Берингова, Охотского и Японского морей, а также на территории Монголии.

Участки АТР, где значения χ превышают уровень 4, находятся в пределах Красноярского, Забайкальского и Камчатского края, республик Саха (Якутия), Тыва, Бурятия, Кемеровской и Амурской области. Аналогичные участки обнаружены на территориях Казахстана и Китая.

Из рис. 5в видно, что для месяцев сентябрь – июль участки АТР, где значения χ превосходят уровень 10, находятся лишь в пределах территорий Иркутской области и республики Бурятия. Аналогичные оценки значений χ определены для многих участков акватории Тихого океана, Японского и Берингова морей, а также территорий Китая и Монголии.

Значения χ для многих участков территории Красноярского, Забайкальского и Алтайского края, Ямало-Ненецкого и Чукотского автономных округов, республик Алтай и Тыва, а также Новосибирской и Сахалинской областей превышают уровень 4.

Этот же уровень превосходят значения χ для многих участков территории Казахстана.

Участки АТР и прилегающие к ней акватории Мирового океана, где значения показателя χ , оцененные за период 1993–2023 гг., превышают тот или иной уровень для пар месяцев октябрь – сентябрь, октябрь – август и октябрь – июль, показаны на рис. 6.

Из рис. 6а следует, что для месяцев октябрь – сентябрь значения χ превосходят уровень 10 лишь на территориях АТР, принадлежащих Чукотскому автономному округу, Камчатскому и Красноярскому краю (Туруханский, Таймырский (Долгано-Ненецкий) и Эвенкийский районы). Аналогичные оценки значений χ соответствуют некоторым участкам акватории Тихого океана, Берингова и Охотского морей, а также территории Казахстана.

Значения χ , превосходящие уровень 4, выявлены на участках территорий Ямало-Ненецкого автономного округа, Магаданской области и республики Саха (Якутия).

Рис. 6в свидетельствует о том, что для месяцев октябрь – июль не выявлены участки АТР, где χ превышает 10. Такие участки обнаружены лишь на акватории Тихого океана и Берингова моря. Максимальное значение $\chi > 6$ выявлено на территории Магаданской области. Значения $\chi > 4$ соответствуют некоторым участкам территории Эвенкийского района Красноярского края.

Как следует из рис. 3–6, участки АТР, где $\chi > 10$, наиболее часто встречаются и имеют максимальную общую площадь в Чукотском автономном округе. Участки, которым соответствуют $\chi > 4$, чаще обнаруживаются на территориях Якутии, Красноярского и Камчатского края, а также Казахстана, Китая и Монголии. На всех указанных участках корреляционные свойства межгодовых изменений СТВ позволяют рассматривать их сценарий как близкий к консервативному, а также оценивать оправдываемость их долгосрочных прогнозов с заблаговременностью 1–3 месяца по соответствующим предысториям.

Вместе с тем очевидно, что часть общей площади АТР, приходящейся на такие участки, невелика. Меньше всего их на территориях Амурской, Омской, Новосибирской, Тюменской, Томской и Челябинской областей, республик Хакасия, Алтай, Тыва. Относительно небольшую часть всех площадей региона в любые месяцы пожароопасного сезона выявленные участки занимают и на территории Иркутской области. Вследствие этого разработка подходов к оценке качества долгосрочных прогнозов СТВ, а значит, и пожароопасности по условиям погоды, позволяющих оценивать их оправдываемость для таких участков, где $\chi < 4$, представляется актуальной.

Результаты и их обсуждение

Как следует из полученных результатов, они подтверждают справедливость подхода к оценке качества долгосрочных прогнозов СТВ для многих пунктов АТР и для различных месяцев пожароопасного сезона, основанного на определении их оправдываемости по соответствующим предысториям. Вместе с тем некоторые установленные факты обладают существенной научной новизной и включают в себя следующее.

1. Межгодовые изменения СТВ на многих участках АТР для некоторых месяцев пожароопасного сезона фактически происходят по сценарию, при котором будущее не является подобным прошлому, вследствие чего оценки оправдываемости их прогнозов могут значительно отличаться от фактических значений этих показателей.
2. Значения показателя χ , характеризующего устойчивость статистических связей межгодовых изменений СТВ к году начала отрезка времени, для которого оценивается их характеристика, для любого пункта АТР определяются не только его расположением, но и выбором месяцев для рассмотрения этих процессов. Чем больше интервал времени между ними, тем, как правило, значения χ выше.

Полученные результаты позволяют предположить, что условия, при которых ОПП некоторого показателя пожароопасности по условиям погоды для определенной местности может быть корректно оценена по предыстории его изменений, зависят от методики разработки этих прогнозов и перечня учитываемых при этом факторов. Поэтому целесообразно не только оцени-

вать их оправдываемость, но и определять участки земной поверхности, для которых эти оценки являются корректными. Для про-

чих участков земной поверхности оценки ОПП по предысториям изучаемых процессов следует рассматривать как смещенные.

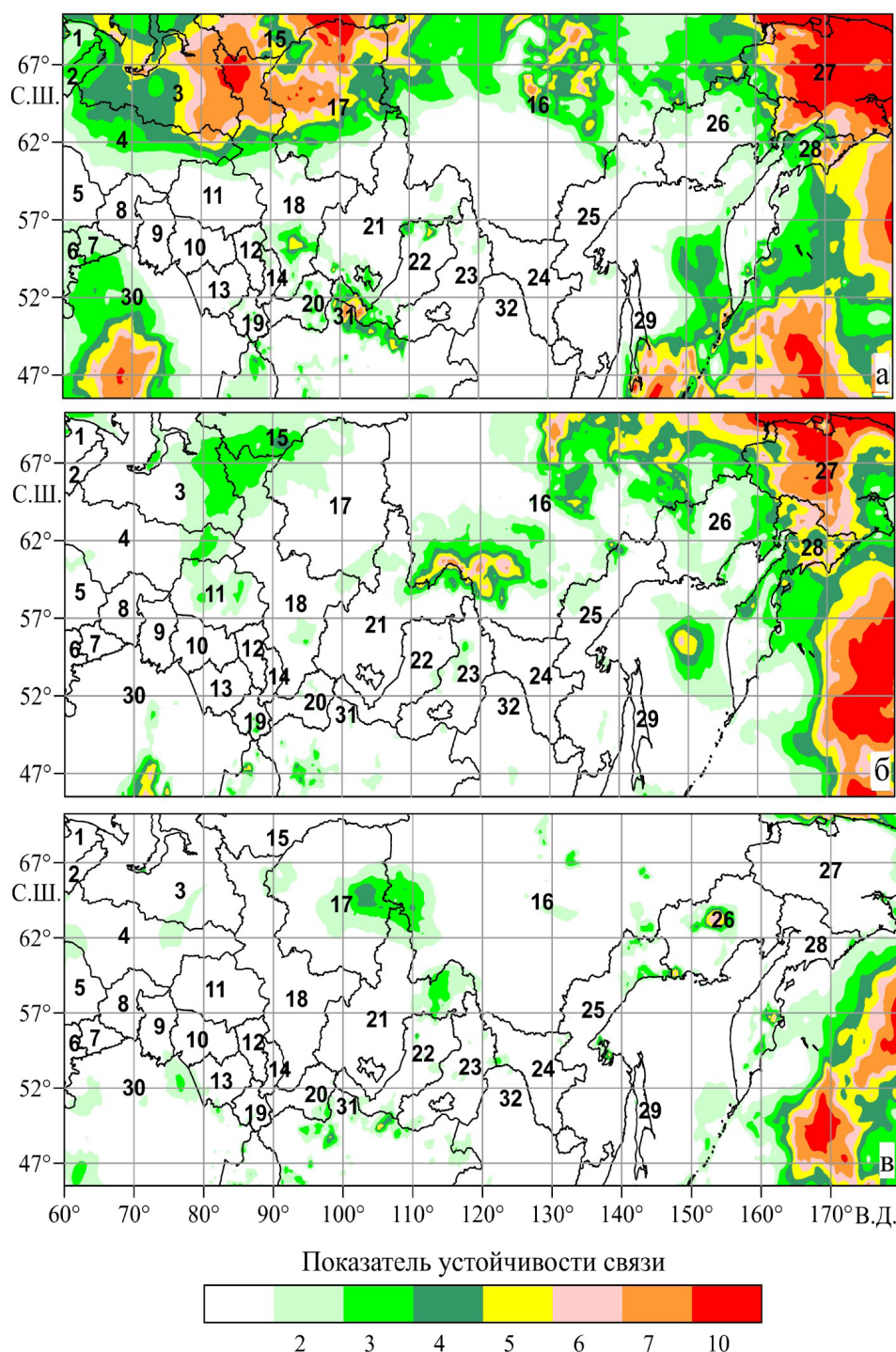


Рис. 6. Участки АТР и прилегающие к ней акватории Мирового океана, где значения показателя χ , оцененные за период 1993–2023 гг., превышают тот или иной уровень для месяцев:

a — октябрь – сентябрь; *b* — октябрь – август; *c* — октябрь – июль

Fig. 6. Areas of the Asian territory of Russia and adjacent waters of the World Ocean, where the values of the χ indicator, estimated for the period 1993–2023, exceed one or another level for the months:

a — october – september; *b* — october – august; *c* — october – july

Выводы

Таким образом, установлено следующее.

1. На Азиатской территории России существуют многочисленные участки, для которых оправдываемость долгосрочных прогнозов межгодовых изменений среднемесячных температур приземного слоя атмосферы, соответствующих какому-либо месяцу пожароопасного

сезона, может быть оценена по предыстории этого процесса.

2. Существуют также ее участки, для которых статические свойства изучаемых процессов в прошлом существенно изменялись, что не дает оснований предполагать, что оценка оправдываемости их прогнозов по предыстории совпадет с ее фактическим значением (полученным после того, как соответствующее будущее стало прошлым).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ландшафтные пожары тайги Центральной Сибири / Э. Н. Валендик [и др.] // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2014. № 3. С. 73–86.
2. Воробьев Ю. Л. Акимов В. А., Соколов Ю. И. Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы / под общ. ред. Ю. Л. Воробьева. М. : ДЭКС-ПРЕСС, 2004. 312 с.
3. Мозырев Н. К., Корнишин В. А., Кошкарров В. С. Пожарная безопасность лесов // Вестник современных исследований. 2019. № 2–1 (29). С. 60–63.
4. Лесные пожары и причины их возникновения на территории средней Сибири / Г. А. Иванова [и др.] // Сибирский лесной журнал. 2023. № 6. С. 6–16.
5. Информационная система дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства // Федеральное агентство лесного хозяйства : сайт. URL: https://pushkino.aviales.ru/main_pages/index.shtml (дата обращения: 06.02.2025).
6. Технологии динамико-статистических долгосрочных метеорологических прогнозов: современное состояние и перспективы // Северо-Евразийский Климатический Центр : сайт. URL: <http://seakc-old.meteoinfo.ru/training/206-2011-02-20-07-18-08> (дата обращения: 06.02.2025).
7. Vitart F., 2008: Coupling issues in monthly forecasting, — ECMWF Workshop on Ocean-Atmosphere Interactions, 10–12 November 2008 сайт. URL: http://www.ecmwf.int/publications/library/ecpublications/_pdf/workshop/2008/Atmos_Ocean_Interaction/Vitart.pdf (дата обращения: 16.06.2025).
8. Оценки успешности прогнозов сезонных аномалий метеорологических полей для модели SL-AV в эксперименте SMIP-2 / Д. Б. Киктев [и др.] // Метеорология и гидрология. 2006. № 6. С. 16–26.
9. Современное состояние и перспективы исследований ледяного покрова морей Российской Арктики / Е. У. Миронов [и др.] // Российская Арктика. 2020. № 3 (10). С. 13–30.
10. Особенности ледовых процессов в осенний период 2021 г. в морях Российской Арктики и оценка оправдываемости ледовых прогнозов / Е. У. Миронов [и др.] // Российская Арктика. 2021. № 15. С. 40–53. DOI: <https://doi.org/10.24412/2658-4255-2021-4-40-53>.

11. Катцов В. М., Порфирьев Б. Н. Климатические изменения в Арктике: последствия для окружающей среды и экономики. Арктика: экология и экономика. 2012. № 2 (6). С. 66–79.
12. Мохов И. И. Особенности современных изменений климата в Арктике и их последствий // Проблемы Арктики и Антарктики. 2020. Т. 66, № 4. С. 446–462. DOI: <https://doi.org/10.30758/0555-2648-2020-66-4-446-462>.
13. Холопцев А. В., Никифорова М. П. Солнечная активность и повторяемость атмосферной циркуляции меридионального южного типа // ScienceRise. 2015. Т. 4, № 1 (9). С. 35–40.
14. Тенденции изменений рисков опасных природных явлений российской Арктики, на примере лесной зоны Восточной Сибири / А. В. Холопцев [и др.] // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2022. № 4 (27). С. 43–55.
15. Гидродинамико-статистический долгосрочный прогноз метеорологических полей по модели ГГО. 2. Результаты оперативных испытаний и перспективы улучшения прогностической схемы / В. П. Мелешко [и др.] // Метеорология и гидрология. 2002. № 10. С. 5–17.
16. Долгосрочные метеорологические прогнозы в Гидрометцентре России / Р. М. Вильфанд [и др.] // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2019. № 4 (374). С. 12–36
17. Дорпер Г. А. Динамика лесных пожаров. Новосибирск : изд-во СО РАН, 2008. 404 с.
18. From ERA-Interim to ERA5: the considerable impact of ECMWF's next-generation reanalysis on Lagrangian transport simulations / L. Hoffmann et al. // Atm. Chem. Phys. 2019. Vol. 19. pp. 3097–3124.
19. База данных Результаты реанализа ERA5 hourly data on pressure levels from 1979 to present // climate.copernicus : сайт. URL: <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-pressure-levels?tab=download> (дата обращения: 16.06.2025).

REFERENCES

1. Landscape fires of the taiga of Central Siberia / E. N. Valendik et al. // Proceedings of the Russian Academy of Sciences. The series is geographical. 2014. № 3. pp. 73–86.
2. Vorobyov Yu. L., Akimov V. A., Sokolov Yu. I. Forest fires in Russia: State and problems / under the general editorship of Yu. L. Vorobyov. M. : DEX-PRESS, 2004. 312 p.
3. Mozyrev N. K., Kornishin V. A., Koshkarov V. S. Fire safety of forests // Bulletin of modern research. 2019. № 2–1 (29). pp. 60–63.
4. Forest fires and the causes of their occurrence in Central Siberia / G. A. Ivanova et al. // Siberian Forest Journal. 2023. № 6. pp. 6–16.
5. Remote Monitoring Information System of the Federal Forestry Agency // Federal Forestry Agency : website. URL: https://pushkino.aviales.ru/main_pages/index.shtml (date of application: 06.02.2025).
6. Technologies of dynamic and statistical long-term meteorological forecasts: current state and prospects // North Eurasian Climate Center : website. URL: <http://seakc-old.meteoinfo.ru/training/206-2011-02-20-07-18-08> (date of application: 06.02.2025).
7. Vitart F., 2008: Problems of interconnection in monthly forecasting, — ECMWF Workshop on Ocean-Atmosphere Interaction, November 10–12, 2008. Website. URL: <http://www.ecmwf.int/>

publications/library/ecpublications/_pdf/workshop/2008/Atmos_Ocean_Interaction/Vitart.pdf (date of application: 06.02.2025).

8. The experience of using the seasonal autonomous method for modeling SL-AV in the SMIP-2 experiment / D. B. Kiklov et al. // Mathematics and Computer Science. philosophy. 2006. № 6. pp. 16–26.

9. The current state and prospects of research on the ice cover of the seas of the Russian Arctic / E. U. Mironov et al. // The Russian Arctic. 2020. № 3 (10). pp. 13–30

10. Features of ice processes in the autumn period of 2021 in the seas of the Russian Arctic and assessment of the feasibility of ice forecasts / E. U. Mironov et al. // The Russian Arctic. 2021. № 15. pp. 40–53. DOI: <https://doi.org/10.24412/2658-4255-2021-4-40-53>.

11. Kattsov V. M., Porfiriev B. N. Climatic changes in the Arctic: consequences for the environment and the economy. The Arctic: ecology and economics. 2012. № 2 (6). pp. 66–79.

12. Mokhov I. I. Features of modern climate changes in the Arctic and their consequences // Problems of the Arctic and Antarctic. 2020. Vol. 66, № 4. pp. 446–462. DOI: <https://doi.org/10.30758/0555-2648-2020-66-4-446-462>.

13. Kholoptsev A. V., Nikiforova M. P. Solar activity and the repeatability of atmospheric circulation of the southern meridional type // ScienceRise. 2015. Vol. 4, № 1 (9). pp. 35–40.

14. Trends in changes in the risks of dangerous natural phenomena in the Russian Arctic, using the example of the forest zone of Eastern Siberia / A. V. Kholoptsev et al. // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2022. № 4 (27). pp. 43–55.

15. Hydrodynamic and statistical complex for metrological purposes. 2. Research on operational research and experiments in the application of predictive chemistry / V. P. Melenko et al. // Mathematics and Hydrology. 2002. № 10. pp. 5–17.

16. Long-term meteorological forecasts at the Hydrometeorological Center of Russia / R. M. Vilfand et al. // Hydrometeorological research and forecasts. 2019. № 4 (374). pp. 12–36.

17. Dorrer G. A. Dynamics of forest fires. Novosibirsk : Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2008. 404 p.

18. From ERA-Interim to ERA5: significant impact of next-generation ECMWF reanalysis on Lagrangian transport modeling / L. Hoffmann et al. // Atm. Chem. Physics. 2019. Vol. 19. pp. 3097–3124.

19. The database analyzes ERA5 hourly data on atmospheric pressure levels from 1979 to the present // climate.copernicus : website. URL: <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-pressure-levels?tab=download> (date of application: 06.02.2025).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Холопцев Александр Вадимович, д-р геогр. наук, доц., профессор Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (662972, Российская Федерация, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1); РИНЦ ID: 467295; ORCID: 0000-0002-8293-0062; e-mail: kholoptsev@mail.ru

Шубкин Роман Геннадьевич, доцент кафедры инженерно-технических экспертиз и криминалистики Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (662972, Российская

Федерация, г. Железнодорожск, ул. Северная, д. 1); РИНЦ ID: 159572; Scopus Author ID: 57704690300; ORCID: 0000-0002-7163-8146; e-mail: shubkinrg@sibpsa.24.mchs.gov.ru

Коваль Юлия Николаевна, канд. биол. наук, доц., заведующий кафедрой химии и процессов горения Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (662972, Российская Федерация, г. Железнодорожск, ул. Северная, д. 1); РИНЦ ID: 686373; ORCID: 0000-0001-5482-6439; e-mail: a_yulya@inbox.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander V. Kholoptsev, Dr. Sci. (Geographic), Associate Professor, Professor of Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of EMERCOM of Russia (1 Severnaya St., Zheleznogorsk, 662972, Russian Federation); RINC ID: 467295; ORCID: 0000-0002-8293-0062; e-mail: kholoptsev@mail.ru

Roman G. Shubkin, Associate Professor Department of Engineering and Technical Expertise and Forensic Science of Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of EMERCOM of Russia (1 Severnaya St., Zheleznogorsk, 662972, Russian Federation); RINC ID: 159572; Scopus Author ID: 57704690300; ORCID: 0000-0002-7163-8146; e-mail: shubkinrg@sibpsa.24.mchs.gov.ru

Yulia N. Koval, Cand. Sci. (Biology), Associate Professor, Head of the Department of Chemistry and Combustion Processes Siberian Fire and Rescue Academy of State Fire and Rescue Service of EMERCOM of Russia (1 Severnaya St., Zheleznogorsk, 662972, Russian Federation); RINC ID: 686373; ORCID: 0000-0001-5482-6439; e-mail: a_yulya@inbox.ru

Поступила в редакцию 06.02.2025
Одобрено после рецензирования 20.02.2025
Принята к публикации 15.06.2025