

## Оценка риска для природных систем России, связанного с опасными метеорологическими явлениями

*О.Н. Липка*

Институт глобального климата и экологии им. академика Ю.А. Израэля,  
Россия, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б

Адрес для переписки: *olipka@mail.ru*

**Реферат.** Опасные метеорологические явления оказывают существенное воздействие на природные системы на всей территории страны, приводя к деградации экосистем и массовой гибели животных и растений в зоне поражения. В работе проводится сравнение природных систем высокого ранга (биомам) на территории России по числу опасных для природных систем метеорологических явлений. На основе перечней и критериев опасных явлений, принятых для территории ответственности региональных подразделений Росгидромета, составлена база данных и построена карта пространственного распределения опасных метеорологических явлений по биоммам. На 60% территории России в биоммах проявляются почти все или все опасные метеорологические явления, а на 91% территории – не менее 15 из 18. Выполнена первичная оценка уязвимости для природных систем в пределах биоммам в зависимости от типа и интенсивности опасных явлений, а также с учетом чувствительности природных систем к конкретным явлениям.

**Ключевые слова.** Природные системы, климатический риск, опасные природные явления, опасные метеорологические явления, биоммы России.

## Assessment of risk for natural systems in Russia associated with dangerous meteorological events

*O.N. Lipka*

Yu.A. Israel Institute of Global Climate and Ecology,  
20B, Glebovskaya str., 107258, Moscow, Russian Federation

Correspondence address: *olipka@mail.ru*

**Abstract.** Dangerous meteorological phenomena have a significant impact on natural systems throughout the country, leading to degradation of ecosystems and mass death of animals and plants in the affected area. The paper compares high-ranking natural systems (biomes) on the territory of Russia by the number of meteorological phenomena dangerous to natural systems. The lists and criteria of hazardous phenomena for the territory of responsibility of regional divisions of Roshydromet was adopted to biomes. A database of dangerous meteorological phenomena per biomes was compiled and a map of their spatial distribution was constructed. Almost all or all dangerous meteorological phenomena in biomes are

manifested on 60% of the territory of Russia, and on 91% of the territory – at least 15 from 18. A primary vulnerability assessment for natural systems within biomes has been performed, depending on the type and intensity of dangerous phenomena, as well as taking into account the sensitivity of natural systems to specific phenomena.

**Keywords.** Natural systems, climate risk, dangerous natural phenomena, dangerous meteorological phenomena, biomes of Russia.

## Введение

Сведения, представленные во многочисленных российских и зарубежных публикациях, свидетельствуют о том, что к 20-м годам XXI века на территории России не осталось региона, в котором изменения климата не проявились бы в заметной степени (Доклад об особенностях климата..., 2022; Второй оценочный доклад..., 2014; IPCC, 2019, 2021, 2022).

Плавные изменения средних климатических значений гидрометеорологических величин изменяют принципиальную пригодность территорий для существования видов. Опасные гидрометеорологические явления, частота которых растет во всем мире, могут приводить, в том числе, к массовой гибели живых организмов, а также кардинальным изменениям ландшафтов, включая необратимые (Второй оценочный доклад..., 2014; Доклад о климатических рисках..., 2017; IPCC, 2022). На территории России ежегодное количество опасных явлений, нанесших ущерб, увеличилась в 2-2.5 по сравнению с концом прошлого века (Доклад об особенностях климата..., 2022).

Если к регулярным неблагоприятным гидрометеорологическим явлениям природные системы приспособлены, то опасные явления, по крайней мере для некоторых элементов, превосходят пределы их адаптивной способности. Для восстановления численности видов, структуры и продуктивности экосистем требуются годы, а иногда – десятки и сотни лет. При достаточно частом повторении опасных явлений, при одновременном или последовательном проявлении нескольких явлений (каскадный эффект) полное восстановление природных систем становится невозможным. Отдельные компоненты исчезают, структура природных систем изменяется.

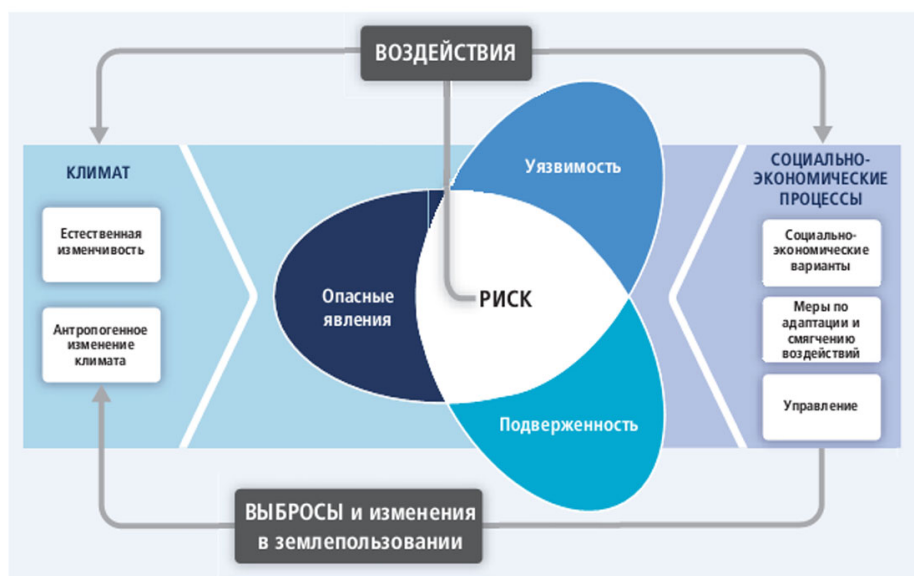
Все биомы России подвержены климатическому риску вследствие тех или иных опасных гидрометеорологических явлений. При этом тип, количество и выраженность опасных явлений варьируют в связи со значительной протяженностью и разнообразием природных условий на территории России. Наличие большего количества опасных явлений на одной территории вынуждает природные системы затрачивать больше ресурсов на восстановление (если оно возможно). Для некоторых объектов территория становится непригодной для обитания, хотя по средним климатическим показателям она может быть вполне благоприятной.

Для предварительной оценки климатического риска возможно использовать информацию не обо всех опасных гидрометеорологических явлениях, а исключительно о метеорологических, так как именно они являются первичным источником климатического риска.

Цель данной статьи: сравнение природных систем высокого ранга (био-мов) на территории России по числу наблюдаемых в них опасных для природных систем метеорологических явлений.

### Методы и данные

Концепция климатического риска была описана в Пятом оценочном докладе МГЭИК (МГЭИК, 2014), а затем вошла в Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации (2017). Риск, связанный с обусловленными климатом воздействиями, возникает в результате взаимодействия угроз от изменения климата (включая опасные явления и тенденции) с подверженностью и уязвимостью антропогенных и природных систем (рис. 1, (МГЭИК, 2014)). То есть если в границах некоего биома проявляется комплекс опасных гидрометеорологических явлений, природные системы на территории биома могут быть подвержены ему в разной степени, а некоторые из природных систем более уязвимы в случае события контакта с явлением, чем другие.



**Рисунок 1.** Концепция климатического риска  
(МГЭИК, 2014; Доклад о климатических рисках..., 2017)

**Figure 1.** Climate Risk Concept (IPCC, 2014; Climate Risk Report..., 2017)

При изменении климата дополнительные риски (как усиление существующих рисков) могут возникать как из-за увеличения интенсивности климатообусловленных событий, так и вследствие увеличения подверженности или/и уязвимости (Инсаров и др., 2020). Например, подъем уровня мирового океана увеличивает подверженность прибрежных территорий нагонным явлениям, а увеличение частоты и продолжительности засух приводит к угнетению лесной растительности. Новые дополнительные риски могут возникать на дан-

ной территории в случае появления новых (дополнительных) опасных климатообусловленных явлений, например, вследствие повышения максимальных суточных температур в Арктике.

В соответствии с Федеральным законом «О гидрометеорологической службе» (113-ФЗ, 1998): «опасное природное явление (ОЯ) – гидрометеорологическое или гелиогеофизическое явление, которое по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения может представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также может наносить значительный материальный ущерб».

В РД 52.27.724-2019 (2019) и РД 52.88.699-2008 (2008) представлены типовые перечни метеорологических, агрометеорологических, гидрологических и морских гидрометеорологических опасных явлений (ОЯ) и закреплены их критерии. Для ряда опасных явлений критерии устанавливаются территориальными органами, ГУ УГМС (Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды) и ФГУ «Калининградское ЦГМС» для обслуживаемой ими территории с учетом 10% повторяемости величин метеорологических характеристик (РД 52.88.699-2008, 2008). Данные о наличии и пороговых значениях опасных явлений для территории публикуются в открытом доступе на официальных сайтах соответствующих УГМС: Башкирского, Верхне-Волжского, Дальневосточного, Забайкальского, Западно-Сибирского, Иркутского Камчатского, Колымского, Крымского, Мурманского, Обь-Иртышского, Приволжского, Приморского, Сахалинского, Северного, Северо-Западного (и его филиалов), Северо-Кавказского, Среднесибирского, Республики Татарстан, Уральского, Центрального, Центрально-Черноземного, Чукотского, Якутского (см. список литературы).

Исходя из определения, опасность явления и пороговые значения их интенсивности (выраженности и продолжительности) определялись на основе негативного воздействия на здоровье человека или вероятности нанесения экономического ущерба (113-ФЗ, 1998), то есть относятся к антропогенным системам. Для природных систем (живые организмы, популяции, экосистемы) к опасным могут быть отнесены явления, наносящие существенный ущерб в виде массовой гибели, повреждения живых объектов или деградации экосистем.

В большинстве случаев указанные в типовом перечне метеорологических опасных явлений пороги соответствуют уровню, с которого возникает существенный ущерб природным системам. Например, деревья начинают ломаться при скорости ветра 25 м/с; сильные ливни (30 мм и более за 1 час и менее) и дожди (50 мм и более за 12 ч и менее) приводят к смыву верхнего слоя почвы и растительности, усилению эрозии, в качестве последствий возможны оползни, сели и наводнения; аномально жаркая погода (с мая по август в течение 5 дней и более среднесуточная температура выше климатической нормы на 7°C и более) может приводить к угнетению и гибели растительности, возможно ослабление и гибель животных и т.д.

Всего для оценки риска для природных систем нами было проанализировано распределение 18 опасных метеорологических явлений по биомам

суши: очень сильный ветер, ураган, шквал, смерч, сильный ливень, очень сильный дождь, очень сильный снег, продолжительный сильный дождь, крупный град, сильная метель, сильная пыльная (песчаная) буря, сильное гололедно-изморозевое отложение, сильный мороз, аномально холодная погода, сильная жара, аномально жаркая погода, чрезвычайная пожароопасность, сход снежных лавин.

Из типового перечня в РД 52.88.699-2008 (2008) был исключен сильный туман (сильная мгла) в течении 12 часов и более, как оказывающий малозначимое воздействие на природные системы. Для двух опасных явлений (сильный мороз и сильная жара) типовых критериев пороговых значений в руководящих документах не установлено – они определяются исключительно региональными УГМС на основе результатов наблюдений. В качестве эталонов для сопоставления были выбраны средние по природным условиям хвойно-широколиственные биомы Европейской территории России (Смоленско-Приволжский и Вятко-Камский). В них пороговые значения жары и мороза являются средними в спектре биомов от арктических пустынь и экстремально холодных условий Верхояно-Колымского таежного биома до Предкавказских степей и Прикаспийских пустынь.

Если по данным УГМС о критериях опасных явлений на территории ответственности УГМС (или ее части) в пределах данного биома скорость ветра или выраженность другого метеорологического явления из выбранных, достигает опасного значения, то принималось, что территория этого биома ему подвержена. Аналогично для локальных опасных явлений, которые могут проявляться только в определенных частях на территории биома. Если природные системы в границах биома подвергаются опасному явлению (например, лавинам), тогда принималось, что территория биома ему подвержена. При этом пространственный одномоментный охват территории биома может быть различен. Например, засуха или пыльная буря может охватить территорию биома полностью, тогда как смерч приводит к тяжелым, но локальным последствиям.

Если же фактор, например, смерчи, не свойственен для территории биома, соответственно, подверженность данному явлению отсутствует.

Данные о наличии опасных метеорологических явлений в границах биома и их пороговых значениях для территории проверялись по сведениям региональных УГМС и уточнялась по базе данных ВНИИГМИ-МЦД (Шамин и др., 2022), Справочнику по опасным природным явлениям (1997), Национальному атласу России (2008), Второму оценочному докладу Росгидромета (2014) и Докладу об особенностях климата на территории Российской Федерации (2022). Например, в перечне опасных явлений Камчатского УГМС (Официальный сайт Камчатского УГМС, см. список литературы) указан «сильный ветер, в том числе шквал, м/с», и не указан ураган (т.е. скорость ветра 33 м/с и более). При этом для ряда районов указывается скорость ветра (включая порывы) 35, 40, 45 м/с и более. В подобных случаях информация об опасном явлении добавлялась в базу данных.

Если порог опасного явления, устанавливаемый региональным УГМС, оказывается ниже типового уровня в РД 52.88.699-2008 (2008), выполнялась проверка: действительно ли с этого значения природным системам данного биома может наноситься значимый ущерб? Например, в селеопасных районах для очень сильного дождя порог снижается с 50 до 30 мм за 12 часов и менее, что соответствует повышенной уязвимости горных экосистем, сложенных рыхлыми породами. Или, например, 5 класс пожарной опасности присваивался не с 10 000°C по формуле Нестерова, а с 5000°C в Причерноморско-Предкавказском степном биоме, что с точки зрения природных систем оправдано: травянистая растительность и почвы под ней пересыхают гораздо быстрее, чем в лесах.

В данной работе использовалась концепция биомов и их границы в соответствии с (Биомы России, 2018; Биоразнообразие биомов России ..., 2020). Границы территорий ответственности региональных УГМС не совпадают с границами биомов, так как соответствуют административным единицам, а не природным. Как правило, территория ответственности УГМС шире: 24 подразделения Росгидромета соответствуют 66 биомам. То есть одни и те же критерии пороговых значений опасных явлений в таблицах УГМС могут относиться к нескольким биомам. Для обширных и разнообразных в природном отношении территорий УГМС во многих случаях дают уточнения с географической привязкой. Возможна и обратная ситуация, когда биом находится на границе территорий двух УГМС, у которых пороговые значения для опасных явлений не совпадают. В таком случае учитывался весь диапазон значений, а более экстремальные показатели свойственны не всей территории, а лишь ее части. По аналогии с рассмотренными выше локальными опасными явлениями принималось, что на территории биома природные системы подвержены, в том числе, и наиболее экстремальным воздействиям данного показателя. Например, для отдельных частей Корякского биома пороговыми показателями очень сильного ветра будут: средняя скорость ветра не менее 20 (25) м/с. При этом во внутренних районах скорость ветра (включая порывы) в качестве порогового значения опасного явления составляет 30 м/с и более, а на побережье – 45 м/с и более (Официальные сайты Камчатского, Колымского и Чукотского УГМС, см. список литературы).

Информация в базе данных ВНИИГМИ-МЦД (Шамин и др., 2022) об опасных явлениях опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлениях проанализирована на уровне субъектов Федерации, границы которых также не совпадают с границами биомов.

В программе QGIS 3.16 проводилось сопоставление границ биомов с границами территорий ответственности региональных УГМС и субъектов Федерации, а также и построение карты.

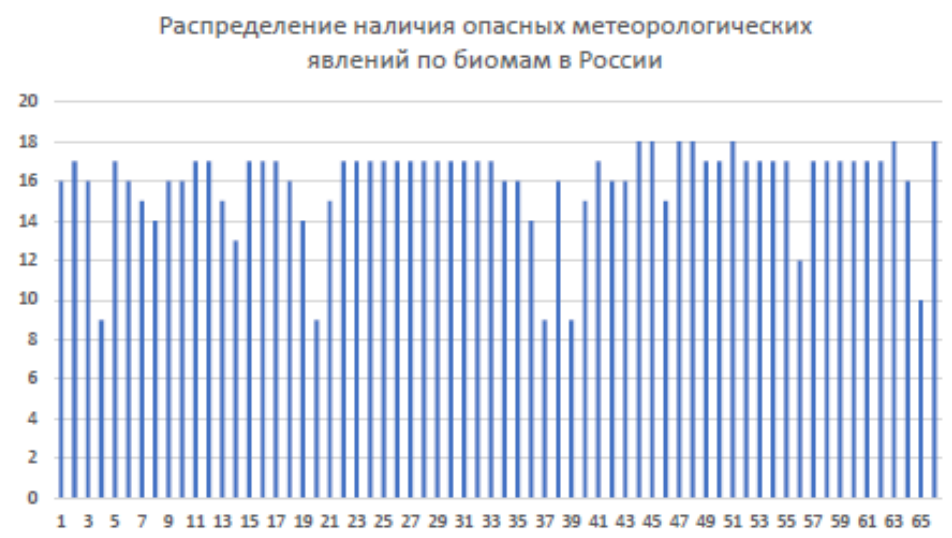
## Результаты

Для территории России публикуется все больше работ, посвященных как наличию опасных явлений, так и оценке климатических рисков. В том числе

представлена картографическая информация. Однако, результаты зависят в значительной степени от перечня опасных явлений, свойств выбранных объектов, территориальных единиц сравнения. Большинство из них проводит анализ для субъектов Федерации или для всей территории страны по отдельным отраслям экономики (Кренке, Чернавская, 2003; Васильев и др., 2017; Романовская, 2022). Даже если проводится анализ погодно-климатических рисков для экосистем, расчеты ведутся по административным единицам, а не по природным (Васильев, 2022).

Для оценки риска для природных систем России, связанного с опасными метеорологическими явлениями, в данной работе была создана база данных, в которой территории биомов были соотнесены с территориями региональных УГМС. Для каждого из опасных метеорологических явлений были определены соответствующие значения в пределах биома, а также их диапазоны, если таковые указывались (Липка, 2022).

Сравнение биомов на территории России по числу опасных для природных систем метеорологических явлений показало их высокую подверженность: на территории каждого биома проявляется не менее 9 из 18 опасных метеорологических явлений, а в пределах 7 биомов возможны проявления всех (рис. 2).



**Рисунок 2.** Распределение числа опасных метеорологических явлений по биомам в России  
На оси абсцисс – номер биома (табл. 1); по оси ординат – число явлений

**Figure 2.** Distribution of the dangerous meteorological phenomena number by biomes in Russia  
On the abscissa axis, biome number (Table 1); along the y-axis - the number of events

**Таблица 1.** Перечень биомов в соответствии с картой «Биомы России» (2018)  
(Биоразнообразие биомов России ..., 2020)

**Table 1.** List of biomes according to the map "Biomes of Russia" (2018)  
(Biodiversity of biomes of Russia, 2020)

| №                                                    | БИОМЫ РАВНИН                                               | №                                              | БИОМЫ ГОР (ОРОБИОМЫ)                    |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>ТУНДРОВЫЕ</b>                                     |                                                            |                                                |                                         |
| <b>Высокоарктические</b>                             |                                                            |                                                |                                         |
| 1                                                    | Высокоарктический островной (арктических пустынь)          | 36                                             | Горных тундр высокоарктических островов |
| <b>Арктические тундровые</b>                         |                                                            | <b>Арктические и гипоарктические тундровые</b> |                                         |
| 2                                                    | Новоземельско-Ямало-Гыданский арктическо-тундровый         | 37                                             | Острова Врангеля                        |
| 3                                                    | Таймыро-Восточносибирский арктическо-тундровый             | 38                                             | Центральносибирский                     |
| 4                                                    | Чукотский арктическо-тундровый                             | 39                                             | Чукотский                               |
|                                                      | <b>Гипоарктические тундровые</b>                           | 40                                             | Корякский                               |
| 5                                                    | Кольско-Большеземельско-Тазовский гипоарктическо-тундровый |                                                |                                         |
| 6                                                    | Таймыро-Среднесибирский гипоарктическо-тундровый           |                                                |                                         |
| 7                                                    | Лено-Колымский гипоарктическо-тундровый                    |                                                |                                         |
| 8                                                    | Анадыро-Пенжинский гипоарктическо-тундровый                |                                                |                                         |
| <b>БОРЕАЛЬНЫЕ (ТАЕЖНЫЕ)</b>                          |                                                            |                                                |                                         |
| <b>Гипоарктические лесотундровые и северотаежные</b> |                                                            | <b>Гипоарктические таежные</b>                 |                                         |
| 9                                                    | Кольско-Карельский гипоарктическо-таежный                  | 41                                             | Хибино-Североуральский                  |
| 10                                                   | Мезено-Печорский лесотундрово-северотаежный                | 42                                             | Путоранско-Анабарский                   |
| 11                                                   | Западносибирский северный лесотундрово-северотаежный       | 43                                             | Верхояно-Колымский                      |
| 12                                                   | Котуйско-Ленский лесотундрово-северотаежный                | 44                                             | Североохотский                          |
| 13                                                   | Нижнеколымский лесотундрово-северотаежный                  |                                                |                                         |
| 14                                                   | Западнокамчатский субокеанический северотаежный            |                                                |                                         |
|                                                      | <b>Бореальные средне- и южнотаежные</b>                    |                                                | <b>Таежные</b>                          |
| 15                                                   | Ладожско-Вычегодский среднетаежно-южнотаежный              | 45                                             | Среднеуральский                         |

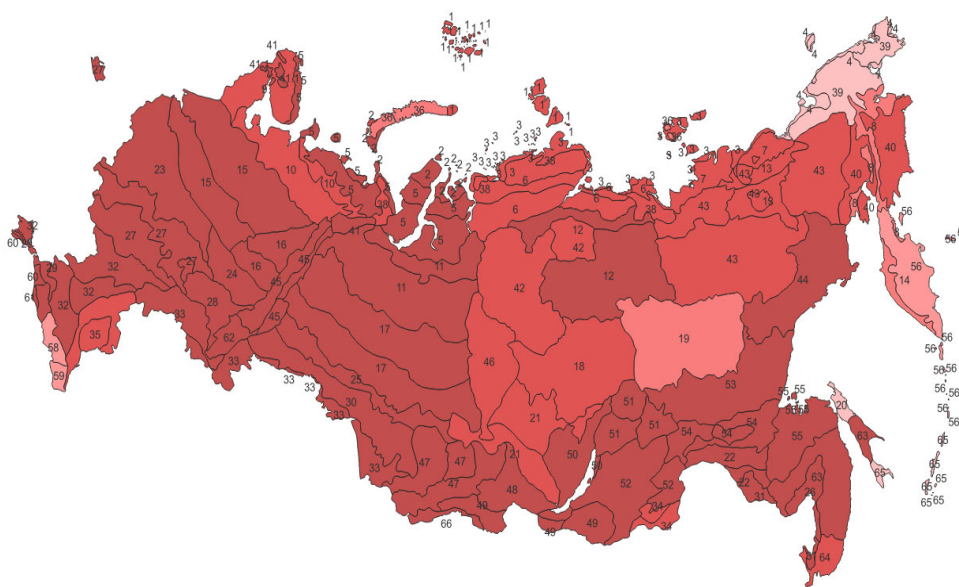


|    |                                                                                         |    |                                                                             |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------|
| 16 | Приуральский: среднетаежно-<br>южнотаежный                                              | 46 | Енисейского края                                                            |
| 17 | Обь-Иртышский среднетаежно-<br>южнотаежный                                              | 47 | Алтае-Саянский                                                              |
| 18 | Верхневилуйский среднетаежный                                                           | 48 | Восточносаяно-Прибайкальский                                                |
| 19 | Центральнаякутский<br>среднетаежный                                                     | 49 | Саяно-Южнозabayкальский                                                     |
| 20 | Северосахалинский<br>среднетаежный                                                      | 50 | Прибайкальско-Момский                                                       |
| 21 | Ангарский южнотаежно-<br>подтаежный                                                     | 51 | Северовосточно-Забайкальский                                                |
| 22 | Амуро-Зейский<br>южнотаежноподтаежный                                                   | 52 | Южнозabayкальский                                                           |
|    |                                                                                         | 53 | Алдано-Майский                                                              |
|    |                                                                                         | 54 | Янкано-Джагдинский                                                          |
|    |                                                                                         | 55 | Южноохотский                                                                |
|    |                                                                                         | 56 | Камчатско-Курильский                                                        |
|    | <b>ГЕМИБОРЕАЛЬНЫЕ ШИРОКОЛИСТВЕННО-ХВОЙНЫЕ И<br/>МЕЛКОЛИСТВЕННЫЕ ЛЕСНЫЕ (ПОДТАЕЖНЫЕ)</b> |    |                                                                             |
| 23 | Смоленско-Приволжский<br>широколиственно-хвойнолесной                                   |    |                                                                             |
| 24 | Вятко-Камский<br>широколиственно-хвойнолесной                                           |    |                                                                             |
| 25 | Западносибирский<br>мелколиственнолесной                                                |    |                                                                             |
| 26 | Амуро-Уссурийский подтаежный                                                            |    |                                                                             |
|    | <b>НЕМОРАЛЬНЫЕ<br/>ШИРОКОЛИСТВЕННОЛЕСНЫЕ И<br/>ЛЕСОСТЕПНЫЕ</b>                          |    | <b>НЕМОРАЛЬНЫЕ ХВОЙНО-<br/>ШИРОКОЛИСТВЕННЫЕ И<br/>ШИРОКОЛИСТВЕННОЛЕСНЫЕ</b> |
| 27 | Днепровско-Приволжский<br>широколиственных лесов и<br>лесостепи                         | 57 | Северо-Западнокавказский                                                    |
| 28 | Заволжский широколиственных<br>лесов и лесостепи                                        | 58 | Эльбрусский                                                                 |
| 29 | Крымско-Кавказский лесостепной                                                          | 59 | Дагестанский                                                                |
| 30 | Тоболо-Приобский лесостепной                                                            | 60 | Крымско-Новороссийский                                                      |
| 31 | Зее-Буреинский лесостепной                                                              | 61 | Сочинский (субтропический)                                                  |
|    |                                                                                         | 62 | Южноуральский                                                               |
|    |                                                                                         | 63 | Сахалино-Сихотэ-Алиньский                                                   |
|    |                                                                                         | 64 | Сихотэ-Алиньский южный                                                      |
|    |                                                                                         | 65 | Южный Дальневосточный<br>островной                                          |

| СТЕПНЫЕ   |                                       |    |                                |
|-----------|---------------------------------------|----|--------------------------------|
| 32        | Причерноморско-Предкавказский степной | 66 | Юго-Восточноалтайско-Тувинский |
| 33        | Заволжско-Кулундинский степной        |    |                                |
| 34        | Даурский степной                      |    |                                |
| ПУСТЫННЫЕ |                                       |    |                                |
| 35        | Прикаспийский пустынно-степной        |    |                                |

Наименьшее разнообразие опасных явлений свойственно биомам Чукотки и Сахалина. Для них не характерны смерчи и пыльные бури, аномально жаркая погода. Кроме того, для биомов Чукотки в соответствии с критериями опасных явлений не указаны шквалы, сильные ливни и аномально холодная погода, а для Сахалина – продолжительный сильный дождь, сильный мороз и сильная жара. Наличие полного спектра опасных метеорологических явлений характерно для биомов гор Кавказа, Алтая, Среднего Урала и Дальнего Востока.

Ранжирование биомов по количеству опасных явлений с применением пятибалльной шкалы представлено на рис. 3.



**Рисунок 3.** Балльная оценка числа опасных метеорологических явлений, наблюдаемых в пределах биомов

Номера в контурах соответствуют номеру биомов на карте Биомы России (2018). Цветная заливка: 1 – (9-10) опасных явлений, 2 – (11-12); 3 – (13-14); 4 – (15-16); 5 – (17-18)

**Figure 3.** A point estimate of the number of dangerous meteorological phenomena observed within biomes

The numbers in the contours correspond to the biome number on the Biomes of Russia map (2018). Color fill: 1 – (9-10) dangerous phenomena, 2 – (11-12); 3 – (13-14); 4 – (15-16); 5 – (17-18)

Из 18 опасных метеорологических явлений 4 (очень сильный ветер, очень сильный снег, сильная метель и сильное гололедно-изморозевое отложение) возможны во всех биомах, но с различными пороговыми значениями интенсивности – выраженности и продолжительности. Лавины представлены в 19 биомах из 66, т.е. отсутствуют как явление не только в равнинных, но и в некоторых горных биомах (например, в Крымско-Новороссийском). Сильные песчаные (пыльные) бури возможны в 42 биомах (отсутствуют в большинстве северных регионов). Информация об аномально жаркой погоде указана для 52 биомов, тогда как о сильной жаре – для 61. Смерчи также имеют специфическую зону распространения (Чернокульский и др., 2021) и охватывают 54 биома, а информация об ураганах представлена для 57.

На 60% территории России в биомах проявляются почти все или все опасные метеорологические явления, а на 91% территории – не менее 15 из 18.

### Обсуждение

В Региональном отчете Межправительственной группы экспертов по биоразнообразию и экосистемным услугам для Европы и Центральной Азии (IPBES, 2018) изменение климата рассматривается как один из ведущих драйверов изменения состояния экосистем. Территория России отнесена к региону «Восточная Европа» вместе со странами СНГ (кроме Балтии и Центральной Азии). Выделенные «единицы анализа» для природных систем суши близки к границам природно-климатических зон и высотных горных поясов. Изменения климата в данном контексте включают как плавные направленные тренды, так и опасные гидрометеорологические явления. Воздействие считалось негативным, если приводило к сокращению площади «единицы анализа» или состояния биоразнообразия, понимаемого как биологическое разнообразие территории и способность экосистем эффективно функционировать (IPBES, 2018). В тексте приводятся отдельные примеры негативных воздействий опасных гидрометеорологических явлений, географическое распределение которых близко к охарактеризованному в данной работе. Комплексная оценка воздействия изменений климата выделяет арктические и аридные экосистемы как подверженные наиболее сильному воздействию, причем эффект в последние десятилетия усиливается (IPBES, 2018).

В Шестом национальном докладе Российской Федерации Конвенции о биологическом разнообразии (Шестой национальный..., 2020) был составлен перечень экосистем, требующих снижения антропогенной нагрузки при особо неблагоприятных погодно-климатических ситуациях. Снижение антропогенной нагрузки рассматривается как мера адаптации для зональных экосистем, подверженных опасным гидрометеорологическим явлениям и их последствиям. В качестве критериев негативного воздействия на природные системы использовались сокращение биологического разнообразия и продуктивности экосистем в результате нарушений, вызванных опасными явлениями. Из экосистем суши были выделены следующие:

– арктические и субарктические (волны жары/тепла, усиливающие таяние многолетней мерзлоты и связанную с ней динамику ландшафтов; аномально холодная полгода; размывание берегов рек, засухи, наводнения, ураганы/шторма, пожары в тундре). Нарушение растительного покрова приводит к многократному усилению процессов деградации мерзлоты;

– лесные (волны жары и холода, наводнения, засухи, пожары, вспышки численности насекомых, ураганы). Наиболее уязвимы сухие леса средиземноморского типа, леса на границе лесостепи, леса Сибири из-за более засушливого континентального климата, Алтае-Саянского экорегиона (частые сухие грозы), Дальнего Востока (засухи и пожары чередуются с наводнениями и ураганами);

– степные (волны жары, засухи и пожары);

– пустынные (волны жары и засухи) – антропогенная нагрузка приводит к увеличению их площади и сокращению продуктивности;

– горные (нарушение экосистем приводит к усугублению последствий опасных явлений – возникновению лавин, селей, оползней);

– болотные (волны жары и засухи). Искусственно осушенные или пересохшие болота не только чрезвычайно пожароопасны, но ликвидировать такие пожары крайне трудно, они могут продолжаться годами» (Шестой национальный..., 2020).

Приведенный в Шестом национальном докладе (2020) список опасных явлений упрощен по сравнению с проанализированным в данном исследовании, но основные факторы негативного воздействия в пределах природно-климатических зон и для оробиомов совпадают.

Использование данных региональных УГМС (см. список литературы) для первичной оценки климатического риска отличается от перечисленных выше подходов. Оно требует учета не только констатации факта, но и методики представления информации об опасных явлениях и их пороговых значениях. Можно выделить три варианта:

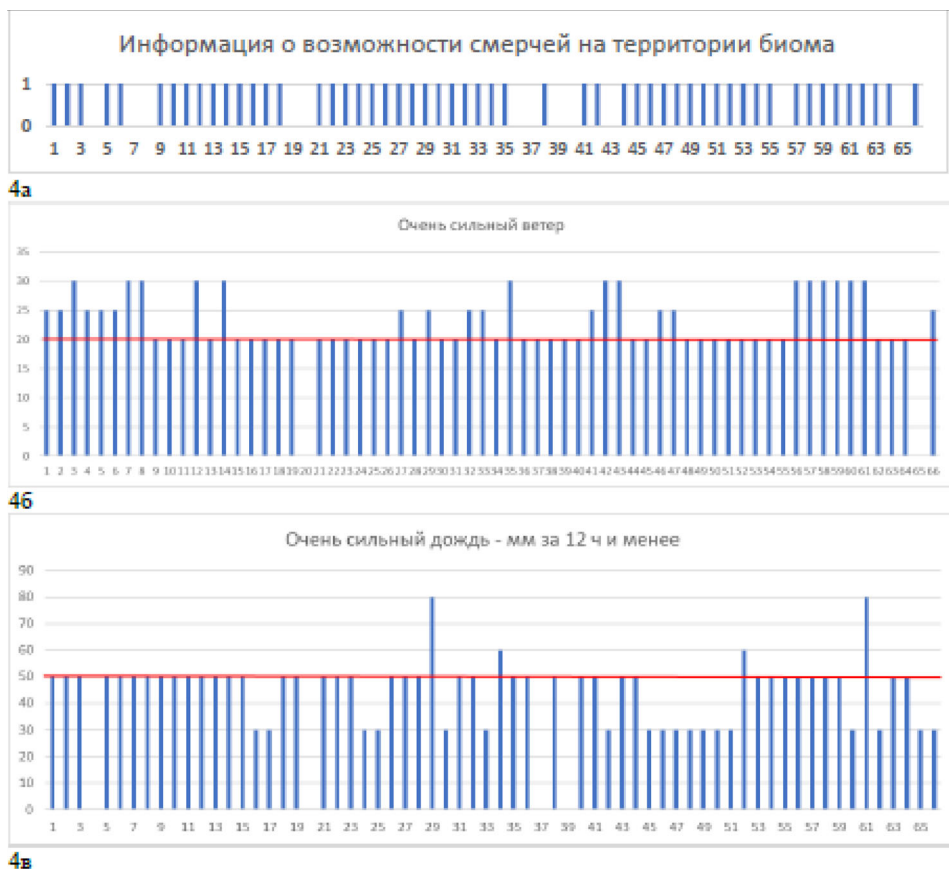
1) УГМС фиксируется сама возможность опасного явления на территории (смерч (рис. 4а), лавины). К данному варианту также возможно отнести случай, когда пороговое значение одинаково для всех биомов, в которых явление проявляется (20 мм для крупного града) – либо явление фиксируется с данным порогом, либо оно отсутствует;

2) пороговые значения с учетом 90 перцентиля могут превышать типовые, или в отдельных случаях – не указываться, как для очень сильного ветра. На рис. 4б представлены минимальные значения из имеющихся для биома сведений при типовом значении средней скорости ветра 20 м/с;

3) пороговые значения учитывают не только 90 перцентиль, но и чувствительность объектов к данному воздействию, т.е. для ливнеопасных и селеопасных районов устанавливается более низкое пороговое значение. На рис. 4в показано минимальное значение для биома при типовом 50 мм.

Равномерное распределение и с возможными отклонениями пороговых значений опасных явлений в большую сторону соответствует пяти явлениям, а с отклонениями в обе стороны – восьми. В большую сторону пороговые зна-

чения отклоняются у опасных явлений, связанных я ветром, а в обе стороны – у связанных с температурой и осадками.



**Рисунок 4.** Варианты распределения информации о наличии и пороговых значений для опасных явлений биомам на основе перечней региональных УГМС: 4а) равномерное; 4б) с возможными превышениями типового значения; 4в) с возможными отклонениями в обе стороны от типового порогового значения

*Красными линиями обозначены пороговые значения из типового перечня  
РД 52.88.69-2008 (2008)*

**Figure 4.** Types of information distribution on the presence and threshold values for Dangerous meteorological phenomena in biomes based on lists of regional UGMS: 4a) uniform; 4b) with possible exceedances of the typical value; 4b) with possible deviations in both directions from the typical threshold value

*Red lines indicate threshold values from the standard list of RD 52.88.699-2008 (2008)*

С учетом 90-го перцентиля можно предполагать, что более высокие пороговые значения опасного явления в границах биома указывают на то, что природные системы чаще подвергаются данному явлению большей силы. Однако более корректно в данном случае использовать информацию о числе и интенсивности опасных явлений по результатам наблюдений на метеорологических станциях в границах биома.

## Заключение

Природные системы на территории России в пределах своих биомов подвержены разному числу опасных метеорологических явлений. Можно выделить территории с меньшим или большим разнообразием этих явлений, но невозможно выделить совершенно защищенные. При выполнении оценок числа явлений охват территории может быть как полным, так и частичным, как во времени, так и в пространстве.

На большей части территории в биомах возможно от 15 до 18 опасных явлений из 18 рассматриваемых. Для первичной оценки риска для природных систем России, связанного с опасными метеорологическими явлениями, возможно использовать информацию из региональных перечней опасных явлений и приводимые в них критерии опасности.

Результаты оценки риска для природных систем (биома и иерархически им подчиненных) в связи с опасными метеорологическими явлениями ставят новые задачи для исследований: проведение оценки подверженности и уязвимости к опасным явлениям для различных природных систем в пределах биомов, а также предложение направлений адаптации для уменьшения риска сокращения биологического разнообразия и деградации экосистем.

## Благодарности

*Работа выполнена в рамках темы госзадания № АААА-А20-120070990079-6 ФГБУ «ИГКЭ».*

## Список литературы

- Биомы России* (2018) Карта, М.: 1:7 500 000, Москва, WWF.
- Биоразнообразие биомов России. Равнинные биомы* (2020) Под ред. Г.Н. Огуревой, М., ФГБУ «ИГКЭ», 623 с.
- Васильев, М.П. (2022) *Методы и результаты районирования территории северо-западного региона России по величине комплексного показателя погодно-климатических и экологических рисков для экосистем*, дис. ... канд. географических наук, Санкт-Петербург, 126 с.
- Васильев, М.П., Каширина, Е.В., Иванова, Е.В. (2017) *Методология расчета погодно-климатических рисков в субъектах Российской Федерации с использованием реляционной базы данных*, *Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова*, № 586, с. 21-33.
- Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации* (2014) М., Росгидромет, 1009 с.
- Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации* (2017) Санкт-Петербург, 106 с.
-

---

*Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 год* (2022) Москва, 104 с.

Инсаров, Г.Э., Мендес, К.Л., Семенов, С.М., Янда, П.З. (2020) Концепция риска и визуализация его изменений в докладах Межправительственной группы экспертов по изменению климата, *Фундаментальная и прикладная климатология*, т. 2, с. 6-34.

Кренке, А.Н., Чернавская, М.М. (2003) Районирование России по сочетанию климатических экстремумов, *Известия РАН. Серия географическая*, № 2, с. 17-26.

Липка, О.Н. (2022) Распределение опасных метеорологических явлений по биомам в России и их параметры, *Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621303 от 03.06.2022 г.*

МГЭИК (2014) *Изменение климата, 2014: Воздействия, адаптация и уязвимость – Резюме для политиков. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата*, К.Б. Филд, В.Р. Баррос, Д.Дж. Доккен и др. (ред.), Всемирная метеорологическая организация, Женева, Швейцария, 34 с.

*Национальный атлас России, Природа и экология* (2008) Т. 2, М., ФГУП «ГОСГИСЦЕНТР», 495 с.

*Официальный сайт Башкирского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://www.meteorb.ru/perechen-i-kriterii-opasnykh-yavleniy-i-kompleksov-neblagopriyatnykh-yavleniy-po-territorii-respubliki-bashkortostan>.

*Официальный сайт Верхне-Волжского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://vvugms.meteorf.ru/pogoda/kriterii.html>.

*Официальный сайт Дальневосточного УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <https://khabmeteo.ru/>.

*Официальный сайт Забайкальского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <https://zabgidromet.ru/opasnye-prirodnye-yavleniya/>.

*Официальный сайт Западно-Сибирского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://www.meteo-nso.ru/pages/115>.

*Официальный сайт Иркутского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <https://www.irmeteo.ru/index.php?id=37>.

*Официальный сайт Камчатского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://kammeteo.ru/gms14b.html>.

*Официальный сайт Колымского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://www.meteo.magadan.ru/prognoz.htm>.

*Официальный сайт Крымского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: [https://meteo.crimea.ru/?page\\_id=2598](https://meteo.crimea.ru/?page_id=2598).

*Официальный сайт Мурманского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://kolgimet.ru/kriterii-opasnykh-javlenii/>.

---

*Официальный сайт Обь-Иртышского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://old.omsk-meteo.ru/index.php?section=content&page=eventsindex>.

*Официальный сайт Приволжского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://pogoda-sv.ru/pollcenter/criteria/>.

*Официальный сайт Приморского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: [http://www.primgidromet.ru/pogoda/perechen\\_i\\_kriterii\\_opasnyh\\_meteorologicheskikh\\_yavlenij/](http://www.primgidromet.ru/pogoda/perechen_i_kriterii_opasnyh_meteorologicheskikh_yavlenij/). Официальный сайт Сахалинского УГМС (2022) Электронный ресурс, URL: <http://sakhugms.ru/index.php/forecast/опа>.

*Официальный сайт Северного УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://www.sevmeteo.ru/weather/criteria.php>.

*Официальный сайт Северо-Западного УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=759>, а также его филиалов: *Карельского* (2022) Электронный ресурс, URL: <https://www.kareliameteo.ru/pogoda/perechen-i-kriterii-opasnyh-prirodnih-javlenij-po-respublike-karelija/>, *Псковского* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://psk.meteo.nw.ru/index.php/prognoz-pogody/perechen-opasnykh-prirodnikh-yavlenij>, *Новгородского* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://www.pogodavn.ru/storm>, *Калининградского* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://meteo39.ru/kriterii-o-ya.html>.

*Официальный сайт Северо-Кавказского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <https://yugmeteo.donpac.ru/hazards/>.

*Официальный сайт Среднесибирского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://meteo.4line.ru/%D0%93%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%8C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B8%D0%9E%D0%AF/tabid/228/Default.aspx>.

*Официальный сайт УГМС Республики Татарстан* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://www.tatarmeteo.ru/ru/tekushhaya-pogoda/oja-rt.html>.

*Официальный сайт Уральского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: [http://svgimet.ru/?page\\_id=156](http://svgimet.ru/?page_id=156).

*Официальный сайт Центрального УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <https://cugms.ru/preduprezhdeniya/kriterii-o-ya-i-kmya-po-meteorologii/>.

*Официальный сайт Центрально-Черноземного УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <https://www.cgms.ru/46/text/index.php?id=49>.

*Официальный сайт Чукотского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <http://chukotmeteo.ru/kriterii.html>.

*Официальный сайт Якутского УГМС* (2022) Электронный ресурс, URL: <https://ykuthydromet.ru/opasnye/>.



---

РД 52.27.724-2019 (2019) *Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения*, Москва, ФГБУ «Гидрометцентр России», 72 с.

РД 52.88.699-2008 (2008) *Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений*, Москва, 31 с.

Романовская, А.А. (2022). Оценка приоритетности территориальных единиц России с целью адаптации к климатическим угрозам, *Метеорология и гидрология*, № 2, с. 53-61.

*Справочник по опасным природным явлениям в республиках, краях и областях Российской Федерации* (1997) Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 588 с.

Федеральный закон «О гидрометеорологической службе» от 19.07.1998 г. N 113-ФЗ (1998).

Чернокульский, А.В., Курганский, М.В., Мохов, И.И., Шихов, А.Н., Ажигов, И.О., Селезнева, Е.В., Захарченко, Д.И., Антонеску, Б., Кюне, Т. (2021) Смерчи в российских регионах, *Метеорология и гидрология*, № 2, с. 17-34.

Шамин, С.И., Бухонова, Л.К., Санина, А.Т. (2022). Сведения об опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлениях, которые нанесли материальный и социальный ущерб на территории России. *Свидетельство о государственной регистрации базы данных* № 2019621326, URL: <http://meteo.ru/data/310-neblagopriyatnye-usloviya-pogody-nanjosshie-ekonomicheskie-poteri>.

*Шестой национальный доклад Российской Федерации Конвенции о биологическом разнообразии «Сохранение биоразнообразия в Российской Федерации»* (2020) URL: <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=253450>.

IPBES (2018) *The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia*, in Rounsevell, M., Fischer, M., Torre-Marín Rando, A. and Mader, A. (eds.), Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany, 892 p.

IPCC (2019) *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, in H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 755 p., available at: <https://doi.org/10.1017/9781009157964>.

IPCC (2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, in Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.), Cambridge University Press. 3949 p.

---

IPCC (2022) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, in H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.), Cambridge University Press.

## References

*Biomy Rossii* [Biomes of Russia] (2018) Map, M.: 1:7 500 000, WWF, Moscow, Russia.

*Bioraznoobraziye biomov Rossii. Ravninnyye biomy* [Biodiversity of biomes in Russia. Plains biomes] (2020) In G.N. Ogureyeva (ed.), FGBU "IGCE", Moscow, Russia, 623 p.

Vasiliev, M.P. (2022) *Metody i rezul'taty rayonirovaniya territorii severo-zapadnogo regiona Rossii po velichine kompleksnogo pokazatelya pogodno-klimaticheskikh i ekologicheskikh riskov dlya ekosistem* [Methods and results of zoning the territory of the northwestern region of Russia in terms of the value of the complex indicator of weather, climate and environmental risks for ecosystems], Candidate's thesis, St. Petersburg, Russia, 126 p.

Vasiliev, M.P., Kashirina, E.V., Ivanova, E.V. (2017) *Metodologiya rascheta pogodno-klimaticheskikh riskov v sub'yektakh Rossiyskoy Federatsii s ispol'zovaniyem relyatsionnoy bazy dannykh* [Methodology for calculating weather and climate risks in the constituent entities of the Russian Federation using a relational database], *Trudy Glavnoy geofizicheskoy observatorii im. A.I. Voyeykov*, no. 586, pp. 21-33.

*Vtoroy otsenochnyy doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii* [Second assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation] (2014) Roshydromet, Moscow, Russia, 1009 p.

*Doklad o klimaticheskikh riskakh na territorii Rossiyskoy Federatsii* [Report on climate risks in the Russian Federation] (2017) St. Petersburg, Russia, 106 p.

*Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiyskoy Federatsii za 2021 god* [Report on climate features in the territory of the Russian Federation for 2021] (2022) Moscow, Russia, 104 p.

Insarov, G.E., Mendes, K.L., Semenov, S.M., Yanda, P.Z. (2020) *Kontseptsiya riska i vizualizatsiya yego izmeneniy v dokladakh Mezhpripravitel'svennoy gruppy ekspertov po izmeneniyu klimata* [The concept of risk and the visualization of its changes in the reports of the Intergovernmental Panel on Climate Change], *Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya*, vol. 2, pp. 6-34.

Krenke, A.N., Chernavskaya, M.M. (2003) *Rayonirovaniye Rossii po sochetaniyu klimaticheskikh ekstremumov* [Zoning of Russia according to the

combination of climatic extremes]. Районирование России по сочетанию климатических экстремумов, *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*, no. 2, pp. 17-26.

Lipka, O.N. (2022) *Raspredeleniye opasnykh meteorologicheskikh yavleniy po biomam v Rossii i ikh parametry* [Distribution of dangerous meteorological phenomena by biomes in Russia and their parameters]. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh no. 2022621303 ot 03.06.2022 g. [Certificate of state registration of the database No. 2022621303 dated 06/03/2022].

IPCC (2014) *Izmeneniye klimata, 2014: Vozdeystviya, adaptatsiya i uyazvimost' – Rezyume dlya politikov. Vklad Rabochey gruppy II v Pyatyy otsenochnyy doklad Mezhpripravitel'stvennoy gruppy ekspertov po izmeneniyu klimata* [Climate Change, 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability – Summary for Policymakers. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change], in Fild, K.B., V.R. Barros, D.Dzh. Dokken et al. (eds.), World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 34 p.

*Natsional'nyy atlas Rossii. Priroda i ekologiya* [National Atlas of Russia. Nature and Ecology] (2008) Vol. 2, FSUE "GOSGISTSENTR", Moscow, Russia, 495 p.

*Ofitsial'nyy sayt Bashkirskogo UGMS* [Official website of the Bashkir UGMS] (2022) Available at: <http://www.meteorb.ru/perechen-i-kriterii-opasnykh-yavleniy-i-kompleksov-neblagopriyatnykh-yavleniy-po-territorii-respubliki-bashkortostan>.

*Ofitsial'nyy sayt Verkhne-Volzhskogo UGMS* [Official website of the Upper Volga UGMS] (2022) Available at: <http://vvugms.meteorf.ru/pogoda/kriterii.html>.

*Ofitsial'nyy sayt Dal'nevostochnogo UGMS* [Official website of the Far East UGMS] (2022) Available at: <https://khabmeteo.ru/>.

*Ofitsial'nyy sayt Zabaykal'skogo UGMS* [Official website of the Transbaikalian UGMS] (2022) Available at: <https://zabgidromet.ru/opasnye-prirodnye-yavleniya/>.

*Ofitsial'nyy sayt Zapadno-Sibirskogo UGMS* [Official website of the West Siberian UGMS] (2022) Available at: <http://www.meteo-nso.ru/pages/115>.

*Ofitsial'nyy sayt Irkutskogo UGMS* [Official website of the Irkutsk UGMS] (2022) Available at: <https://www.irmeteo.ru/index.php?id=37>.

*Ofitsial'nyy sayt Kamchatskogo UGMS* [Official website of the Kamchatka UGMS] (2022) Available at: <http://kammeteo.ru/gms14b.html>.

*Ofitsial'nyy sayt Kolym'skogo UGMS* [Official website of the Kolyma UGMS] (2022) Available at: <http://www.meteo.magadan.ru/prognoz.htm>.

*Ofitsial'nyy sayt Krymskogo UGMS* [Official website of the Crimean UGMS] (2022) Available at: [https://meteo.crimea.ru/?page\\_id=2598](https://meteo.crimea.ru/?page_id=2598).

*Ofitsial'nyy sayt Murmanskogo UGMS* [Official website of the Murmansk UGMS] (2022) Available at: <http://kolgimet.ru/kriterii-opasnykh-javlenii/>.

*Ofitsial'nyy sayt Ob'-Irtyskogo UGMS* [Official website of the Ob-Irtysk UGMS] (2022) Available at: <http://old.omsk-meteo.ru/index.php?section=content&page=eventsindex>.

*Ofitsial'nyy sayt Privolzhskogo UGMS* [Official website of the Privolzhsky UGMS] (2022) Available at: <http://pogoda-sv.ru/pollcenter/criteria/>.

*Ofitsial'nyy sayt Primorskogo UGMS* [Official website of the Primorsky UGMS] (2022) Available at: [http://www.primgidromet.ru/pogoda/perechen\\_i\\_kriterii\\_opasnyh\\_meteorologicheskikh\\_yavlenij/](http://www.primgidromet.ru/pogoda/perechen_i_kriterii_opasnyh_meteorologicheskikh_yavlenij/).

*Ofitsial'nyy sayt Sakhalinskogo UGMS* [Official website of the Sakhalin UGMS] (2022) Available at: <http://sakhugms.ru/index.php/forecast/opya>.

*Ofitsial'nyy sayt Severnogo UGMS* [Official website of the Northern UGMS] (2022) Available at: <http://www.sevmeteo.ru/weather/criteria.php>.

*Ofitsial'nyy sayt Severo-Zapadnogo UGMS* [Official website of the North-West UGMS] (2022) Available at: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=759>, a takzhe yego filialov: *Karelskogo* (2022) Available at: <https://www.kareliameteo.ru/pogoda/perechen-i-kriterii-opasnyh-prirodnih-javlenij-po-respublike-karelija/>, *Pskovskogo* (2022) Available at: <http://psk.meteo.nw.ru/index.php/prognoz-pogody/perechen-opasnykh-prirodnih-yavlenij>, *Novgorodskogo* (2022) Available at: <http://www.pogodavn.ru/storm>, *Kaliningradskogo* (2022) Available at: <http://meteo39.ru/kriterii-oya.html>.

*Ofitsial'nyy sayt Severo-Kavkazskogo UGMS* [Official website of the North Caucasian UGMS] (2022) Available at: <https://yugmeteo.donpac.ru/hazards/>.

*Ofitsial'nyy sayt Srednesibirskogo UGMS* [Official website of the Central Siberian UGMS] (2022) Available at: <http://meteo.4line.ru/%D0%93%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%8C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B8%D0%9E%D0%AF/tabid/228/Default.aspx>.

*Ofitsial'nyy sayt UGMS Respubliki Tatarstan* [Official website of the Republic of Tatarstan UGMS] (2022) Available at: <http://www.tatarmeteo.ru/ru/tekushhaya-pogoda/oja-rt.html>.

*Ofitsial'nyy sayt Uralskogo UGMS* [Official website of the Ural UGMS] (2022) Available at: [http://svgimet.ru/?page\\_id=156](http://svgimet.ru/?page_id=156).

*Ofitsial'nyy sayt Tsentralnogo UGMS* [Official website of the Central UGMS] (2022) Available at: <https://cugms.ru/preduprezhdeniya/kriterii-oya-i-kmya-po-meteorologii/>.

---

*Ofitsial'nyy sayt Tsentral'no-Chernozemnogo UGMS* [Official website of the Central Black Earth UGMS] (2022) Available at: <https://www.cgms.ru/46/text/index.php?id=49>.

*Ofitsial'nyy sayt Chukotskogo UGMS* [Official website of the Chukotka UGMS] (2022) Available at: <http://chukotmeteo.ru/kriterii.html>.

*Ofitsial'nyy sayt Yakutskogo UGMS* [Official website of the Yakutia UGMS] (2022) Available at: <https://ykuthydromet.ru/opasnye/>.

RD 52.27.724-2019 (2019) *Nastavleniye po kratkosrochnym prognozam pogody obshchego naznacheniya* [Manual on short-term general weather forecasts], Hydrometeorological Center of Russia, Moscow, Russia, 72 p.

RD 52.88.699-2008 (2008) *Polozheniye o poryadke deystviy uchrezhdeniy i organizatsiy pri ugroze vozniknoveniya i vozniknovenii opasnykh prirodnikh yavleniy* [Regulations on the procedure for actions of institutions and organizations in the event of a threat of occurrence and occurrence of hazardous natural phenomena], Moscow, Russia, 31 p.

Romanovskaya, A.A. (2022) Otsenka prioritnosti territorial'nykh yedinit Rossii s tsel'yu adaptatsii k klimaticheskim ugrozam [Assessment of the priority of territorial units of Russia in order to adapt to climate hazards], *Meteorologiya i gidrologiya*, no. 2, pp. 53-61.

*Spravochnik po opasnym prirodnym yavleniyam v respublikakh, krayakh i oblastyakh Rossiyskoy Federatsii* [Handbook of Hazardous Natural Phenomena in the Republics, Territories and Regions of the Russian Federation] (1997) Gidrometeoizdat, St. Petersburg, Russia, 588 p.

*Federal'nyy zakon «O gidrometeorologicheskoy sluzhbe»* [Federal Law "On the Hydrometeorological Service"] of July 19 19.07.1998 N 113-Φ3 (1998).

Chernokulsky, A.V., Kurgansky, M.V., Mokhov, I.I., Shikhov, A.N., Azhigov, I.O., Selezneva, E.V., Zakharchenko, D.I., Antonescu, B., Kune, T. (2021). Smerchi v rossiyskikh regionakh [Tornadoes in the Russian regions], *Meteorologiya i gidrologiya*, no. 2, pp. 17-34.

Shamin, S.I., Bukhonova, L.K., Sanina, A.T. (2022). Svedeniya ob opasnykh i neblagopriyatnykh gidrometeorologicheskikh yavleniyakh, kotoryye nanesli material'nyy i sotsial'nyy usherb na territorii Rossii [Information about dangerous and adverse hydrometeorological phenomena that caused material and social damage on the territory of Russia], *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh no. 2019621326* [Certificate of state registration of the database no. 2019621326], available at: <http://meteo.ru/data/310-neblagopriyatnye-usloviya-pogody-nanjosshie-ekonomicheskie-poteri>.

*Shestoy natsional'nyy doklad Rossiyskoy Federatsii Konventsii o biologicheskoy raznoobrazii «Sokhraneniye bioraznoobraziya v Rossiyskoy Federatsii»* [Sixth National Report of the Russian Federation to the Convention on

---

Biological Diversity "Conservation of Biodiversity in the Russian Federation"] (2020) Available at: <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=253450>.

IPBES (2018) *The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia*, in Rounsevell, M., Fischer, M., Torre-Marín Rando, A. and Mader, A. (eds.), Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany, 892 p.

IPCC (2019) *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, in H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 755 p., available at: <https://doi.org/10.1017/9781009157964>.

IPCC (2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, in Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.), Cambridge University Press. 3949 p.

IPCC (2022) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, in H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.), Cambridge University Press.

Статья поступила в редакцию (Received): 31.08.2022.

Статья доработана после рецензирования (Revised): 15.09.2022.

Принята к публикации (Accepted): 16.09.2022.

### Для цитирования / For citation:

Липка, О.Н. (2022) Оценка риска для природных систем России, связанного с опасными метеорологическими явлениями, *Фундаментальная и прикладная климатология*, т. 8, № 3, с. 52-73, doi:10.21513/2410-8758-2022-3-52-73.

Lipka, O.N. (2022) Assessment of risk for natural systems in Russia associated with dangerous meteorological events, *Fundamental and Applied Climatology*, vol. 8, no. 3, pp. 52-73, doi:10.21513/2410-8758-2022-3-52-73.