

Гидрометеорология и экология. 2024. № 74. С. 26—43.
Hydrometeorology and Ecology. 2024;(74):26—43.

Научная статья
УДК 551.583:504
doi: 10.33933/2713-3001-2024-74-26-43

Об оценке климатических рисков территории Санкт-Петербурга

Артём Александрович Павловский

НИПЦ Генплана Санкт-Петербурга, Санкт-Петербург, pa1@yandex.ru

Аннотация. В настоящее время в ответ на ускорение темпов изменения климата и в соответствии с международными обязательствами в Российской Федерации происходят процессы сокращения выбросов парниковых газов и адаптации к изменениям климата на национальном, отраслевом, корпоративном и региональном уровнях. Обоснованием для разработки и ранжирования адаптационных мероприятий по степени их значимости являются результаты комплексного анализа климатических рисков, которым подвержены население, территория и экономика объекта воздействия. В статье рассмотрены особенности оценки климатических рисков для урбанизированных субъектов Российской Федерации на примере Санкт-Петербурга. Приведены уровни опасности климатических рисков, данные о подверженности им территории города, указаны основные места их проявления.

Ключевые слова: адаптация, изменения климата, опасность, риск, урбанизированная территория.

Для цитирования: Павловский А. А. Об оценке климатических рисков территории Санкт-Петербурга // Гидрометеорология и экология. 2024. № 74. С. 26—43. doi: 10.33933/2713-3001-2024-74-26-43.

Original article

On the assessment of the climatic risks of the territory of St. Petersburg

Artem A. Pavlovskii

State Research and Project Center of St. Petersburg Master Plan, St. Petersburg, Russia,
pa1@yandex.ru

Summary. Currently, in response to the accelerating rate of climate change and in accordance with international obligations, the processes of mitigation and adaptation to climate change are taking place in the Russian Federation at the national, sectoral, corporate and regional levels. The substantiating material for the development and ranking of adaptation measures according to their degree of importance is the results of a comprehensive analysis of climate risks to which the population, territory and economy of the affected object are exposed.

Using the example of the federal city of St. Petersburg, the article examines the features of assessing climate risks for urbanized subjects of the Russian Federation. The main features of federal cities that need to be taken into account when developing regional plans for their adaptation to climate change are identified. Among them: the only category of land – settlement lands; (lands of settlements); a relatively small area; highly urbanized territory; high population density; concentration of economic sectors, historical and

cultural heritage; the presence of a local change in the natural climatic regime of the territory – the «urban heat island»; features of urban planning activities in accordance with current legislation.

For climate risks, the levels of their danger are given, data on the exposure of the city territory to them, and the main places of their manifestation are described. The article shows that the climatic risks of a very dangerous level for the territory of St. Petersburg are: heat and hurricanes; dangerous level: heavy precipitation; moderately dangerous level: abrasion, processing of the shores of reservoirs, lakes, karst, suffusion, flooding and covering the territory with water, planar and gully erosion, riverbed deformations, heaving, hail, natural fire, the spread of pests and diseases in forests and urban plantations, icing.

Keywords: adaptation, climate changes, danger, risk, urbanized area.

For citation: Pavlovskii A. A. On the assessment of the climatic risks of the territory of St. Petersburg. *Gidrometeorologiya i Ekologiya = Journal of Hydrometeorology and Ecology*. 2024;(74):26—43. (In Russ.). doi: 10.33933/2713-3001-2024-74-26-43.

Введение

Происходящие изменения климата оказывают значительное воздействие на человеческую цивилизацию, наземные и морские экосистемы. При этом на фоне общемировой тенденции к глобальному потеплению региональные особенности климатических изменений и воздействий могут существенно различаться. По данным имеющихся оценок, темпы роста средней температуры приземного воздуха на территории России почти в три, а в ее арктической зоне — в четыре раза превышают общемировые тенденции [1].

В последние годы в развитие декларативной цели Парижского соглашения, принятого постановлением Правительства РФ от 21.09.2019 № 1228, по приспособлению мировой цивилизации к глобальному потеплению в России осуществляется разработка общенационального плана по адаптации к изменениям климата, а также региональных, отраслевых и корпоративных планов.

Согласно Стратегии социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р, разработка и внедрение мер по сокращению выбросов парниковых газов и приспособлению к изменению климата осуществляются параллельно, и их следует рассматривать как единый комплекс мероприятий по противодействию развитию глобального потепления и его последствий [2].

В соответствии с ГОСТ Р 70528-2022 «Адаптация к изменениям климата. Руководящие указания по планированию процессов принятия решений, связанных с изменением климата» национальная система адаптации направлена как на смягчение последствий изменения климата, так и на использование благоприятных возможностей, связанных с ними.

Несмотря на то, что в настоящее время еще не все субъекты РФ произвели разработку и утверждение региональных планов адаптации, осуществляется уже второй этап Национального плана мероприятий адаптации к изменениям климата на период до 2025 года, утвержденный распоряжением Правительства РФ от 11.03.2023 № 559-р. В рамках второго этапа на региональном уровне запланирована актуализация планов адаптации к изменению климата. На способность адаптации к изменениям климата таких сложных систем, как субъекты РФ, будут

оказывать различное влияние политические, экономические, социальные, технологические, правовые, градостроительные, экологические факторы. При этом успешное сценарное планирование адаптации различных российских территорий не представляется возможным без сбора, анализа и оценки информации о существующих и прогнозируемых климатических рисках для них.

В связи с тем, что многообразие ландшафтов и отраслей экономики России не позволяет детально в рамках одной статьи рассмотреть особенности оценки климатических рисков для них в целом, представленное исследование посвящено анализу характеристик подготовки региональных планов адаптации для специфических высокоурбанизированных субъектов РФ, к которым относится город федерального значения Санкт-Петербург. Основным предметом исследования данной статьи являются климатические риски для территории Санкт-Петербурга.

Исходные данные

Региональные планы адаптации к изменениям климата являются нормативными документами, утверждаемыми высшими исполнительными органами государственной власти в субъектах Российской Федерации, поэтому оценка климатических рисков территории, определение пороговых значений их воздействия и разработка мероприятий по приспособлению к ним производятся согласно действующим Методическим рекомендациям и показателям по вопросам адаптации к изменениям климата, утвержденным приказом Минэкономразвития России от 13.05.2021 № 267 (далее — Методические рекомендации).

При оценке климатических рисков и уязвимостей территории, разработки адаптационных мероприятий, их интеграции в документы стратегического планирования и оперативную деятельность исполнительных органов государственной власти различного уровня используются методологические подходы, представленные в ГОСТ Р ИСО 14091-2022 «Адаптация к изменениям климата. Руководящие указания по оценке уязвимостей, воздействия и риска»; ГОСТ Р 70531-2022/ISO/TS 14092:2020 «Адаптация к изменениям климата. Требования и руководство по планированию адаптации для органов местного самоуправления и сообществ».

Получение обоснованных результатов по оценке климатических рисков для территории различных субъектов Российской Федерации требует комплексного анализа различных пространственных, градостроительных, экономических, социальных и экологических данных.

На примере Санкт-Петербурга можно отметить, что в дополнение к исходной информации, представленной в действующих Методических рекомендациях, для оценки климатических рисков урбанизированной территории необходимо привлечение дополнительных специализированных данных. Для городов федерального значения важнейшей исходной информацией являются документы территориального планирования и градостроительного зонирования, а также утвержденная документация по планировке территории.

Основная градостроительная информация может быть получена в материалах генерального плана города, автоматизированной информационной системе

управления градостроительной деятельностью (АИС УГД) или региональной геоинформационной системе (РГИС) (<https://portal.kgainfo.spb.ru/kgamap>; <https://www.rgis.spb.ru/>).

В качестве источника информации о состоянии окружающей среды объекта климатического воздействия может быть выбран экологический паспорт территории, разрабатываемый в соответствии с Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Картографические сервисы экологического паспорта Санкт-Петербурга представлены на официальном сайте Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности (<https://www.infoeco.ru/>).

Несмотря на необходимость выполнения оценок климатического воздействия на природные системы и объекты, в действующих нормативных документах отсутствует указание на необходимость сбора данных об особо охраняемых природных территориях и участках территорий, в отношении которых предполагается провести комплексные экологические обследования. Кроме того, для городов, помимо данных о лесах, важным представляется сбор сведений о зеленых насаждениях общего пользования. Вышеуказанные сведения могут быть получены из АИС УГД, РГИС, на экологическом портале Санкт-Петербурга (<https://www.infoeco.ru/>), на официальном сайте Дирекции особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга (<https://oopt.spb.ru/>) или из приложений к Закону Санкт-Петербурга от 08.10.2007 № 430-85 «О зеленых насаждениях общего пользования».

В контексте обсуждения проблемы сбора исходных данных, необходимых для разработки регионального плана адаптации города федерального значения к изменениям климата, в том числе при расчете ущерба от воздействий различных природных факторов, необходимо поднять вопрос сбора статистики о зафиксированном вреде физическим или юридическим лицам, объектам или отраслям хозяйства, окружающей среде в результате опасного гидрометеорологического явления. Целесообразно, чтобы данная информация собиралась, накапливалась и систематизировалась на уровне исполнительных органов государственной власти, главных управлений МЧС России по субъектам РФ, территориальных органов и управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета.

Без данных о зафиксированном ущербе от опасных природных явлений за исторический климатический период, например, с 1991 г. по 2020 г., крайне затруднительно определить региональные показатели адаптации в части определения числа пострадавших лиц, экономических убытков, затрат на предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций.

Еще более остро строит проблема со сбором и обобщением статистических данных о ежедневных смертях, вызовах скорой помощи, занятых койко-местах пациентами с метеозависимостью. Дополнительно, необходима разработка и/или утверждение карты плотности городского населения и сбор сведений о суточной миграции населения. Отсутствие этих сведений существенно затрудняет прогнозирование последствий потепления климата для здоровья и среды обитания

человека. Например, в части развития климатического риска «жара» на высоко урбанизированных территориях [3].

При оценке климатических рисков, обусловленных изменением количества и интенсивности атмосферных осадков, при адаптации систем водоотведения к ним, необходим сбор данных о структуре и бассейнах канализования, местоположении очистных сооружений поверхностного стока, стационарных снегоприемных и снегоплавильных пунктов. Данная информация может быть получена на официальном сайте городского водоканала (<https://www.vodokanal.spb.ru/>). Приведенный анализ исходных данных показывает необходимость актуализации действующих нормативных документов, определяющих разработку планов адаптации к изменениям климата, прежде всего, методических рекомендаций в данном направлении. Именно этой задаче и посвящена настоящая работа.

Методы исследования

Как уже было указано выше, в настоящее время оценка климатических рисков территории в целях разработки регионального плана адаптации к изменениям климата осуществляется в соответствии с утвержденными Методическими рекомендациями по оценке климатических рисков, утвержденных приказом Минэкономразвития России от 13.05.2021 г. № 267. В соответствии с принятым Межправительственной группой экспертов по изменению климата подходом под климатическим риском подразумевается произведение вероятности гидрометеорологического или геофизического явления на вероятность уязвимости населения, объектов народного хозяйства и природных экосистем, которые могут оказаться подверженными этой опасности [4].

Согласно Федеральному закону от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», экологический риск — вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера. Вероятно, в целях исключения разночтений, целесообразно сбалансировать действующее климатическое и напрямую связанное с ним экологическое российское законодательство, в части прихода к единым определениям.

Несмотря на то, что рекомендуемые градации некоторых климатических рисков не вполне отражают значимость опасных природных явлений для развития субъекта РФ, в данной статье уровни их воздействия определены на основании критериев, представленных в Приложении № 3 к Методическим рекомендациям.

Например, оценка уровня опасности риска «наводнение» производится на основе следующих факторов: «подверженность территории» (%), продолжительность проявления (сут), скорость развития (м/сут). В настоящее время в утвержденную зону затопления попадает примерно 3,3 % территории города, максимальная продолжительность явления — 2 суток, зафиксированная скорость подъема уровня воды — около 3–5 м/сут для побережья Финского залива, не защищенного Комплексом защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений, и 0,5–1,0 м/сут —

для Невской губы. По представленным в Методических рекомендациях критериям климатический риск «наводнение» оценивается как «умеренно-опасный» для территории г. Санкт-Петербурга, хотя значение данного явления для города намного значительнее (<https://dambaspb.ru/>).

Тоже можно отметить и в отношении риска «абразия»: при средних скоростях 0,05–1,8 м/год данный риск является «умеренно опасным» для Санкт-Петербурга согласно Методическим рекомендациям. При этом реализация Генеральной схемы берегозащиты Санкт-Петербурга — одно из наиболее значимых природоохранных мероприятий в материалах нового Генерального плана Санкт-Петербурга [5, 6, 7, 8, 9].

Результаты исследований

В качестве объекта исследования был выбран Санкт-Петербург — субъект Российской Федерации, город федерального значения. Информация об уровнях опасности климатических рисков является основой для подготовки регионального плана адаптации к изменениям климата. Оценка климатических рисков осуществлялась на основе комплексного подхода, предусмотренного Методическими рекомендациями, по источникам их возникновения:

— атмосфера: очень сильный ветер (в том числе ураган, шквал, смерч), засуха, заморозки, аномальная жара (холод), крупный град, аномальные атмосферные осадки, грозы, чрезвычайно высокая пожарная опасность и другие;

— гидросфера: наводнение (вследствие половодья, паводка, затора, зажора, сильного ливня), русловые деформации, повышение уровня Мирового океана и другие;

— криосфера и литосфера: лавины, оползни, сели (включая гляциальные), абразия, переработка берегов (рек, водохранилищ, озер), эрозия плоскостная и овражная, водоснежные потоки, деградация многолетней мерзлоты, термоабразия, термоэрозия овражная, термокарст, пучение, солифлюкция, наледеобразование, карст, суффозия, просадочность лессовых пород, подтопление территории и другие.

Категории опасности климатических рисков были определены по ретроспективным данным об интенсивности, распространенности и продолжительности их воздействия. При обосновании регионального плана адаптации были установлены участки территории Санкт-Петербурга, где происходит взаимодействие объекта воздействия с опасным уровнем климатических факторов и имеются данные о продолжительности этого контакта.

В границах г. Санкт-Петербурга благодаря его приморскому положению, геологическому строению и истории, подверженности опасным гидрометеорологическим и другим природным воздействиям выделено семнадцать климатических рисков различного уровня опасности, которые были рассмотрены на заседании Экологического совета при Губернаторе Санкт-Петербурга и включены в Региональный план адаптации Санкт-Петербурга к изменениям климата, утвержденный распоряжением Правительства Санкт-Петербурга от 21.12.2023 № 25-рп (см. Таблицу 1; <https://www.gov.spb.ru/press/governor/255644/>).

Таблица 1

Характеристика климатических рисков территории Санкт-Петербурга
 Characteristics of the climatic risks of the territory of St. Petersburg

№	Показатель риска	Подверженность территории города	Уровень опасности
1	Жара	Территория исторически сложившихся городских районов, зоны многоэтажной и среднеэтажной многоквартирной застройки, промышленные зоны, покрытия улично-дорожной сети, крыши, ограждающие конструкции зданий. Уязвимые группы населения: дети, пожилые люди, беременные женщины, бездомные, люди с различными заболеваниями, инвалиды, работники на открытом воздухе, сотрудники служб экстренного реагирования, заключенные, малообеспеченные слои населения, спортсмены.	Весьма опасный
2	Ураганы, смерчи, сильный ветер	Зеленый фонд Санкт-Петербурга, улично-дорожная сеть, остекленные различных зданий, сооружений, транспортных средств, элементы благоустройства (цветочное оформление садов и парков, древесные, кустарниковые растения, вывески, навесы, наружная информация, указатели); Большой порт Санкт-Петербург.	Весьма опасный
3	Сильные атмосферные осадки	Общесплавная и раздельная хозяйственно-бытовая и дождевая системы водоотведения Санкт-Петербурга, снегоприемные пункты, снегоплавильные станции. Наиболее подвержены отдельные участки улично-дорожной сети города: – в Приморском районе (перекресток Парашютной ул. и ул. Репищева; перекресток пр. Королёва и Долгоозёрной ул.; перекресток пр. Испытателей и Коломяжского пр.); – в Выборгском районе (перекресток пр. Энгельса и пр. Луначарского; перекресток пр. Просвещения и ул. Есенина; перекресток пр. Энгельса и пр. Испытателей); – в Калининском районе (перекресток пр. Просвещения и ул. Ушинского; перекресток ул. Жукова и Феодосийской ул.); – в Центральном районе (Смольная наб. от Водопроводного пер. до Смольной ул.; Синопская наб. (под путепроводом Херсонской ул.); Лиговский пр. на углу с Воздухоплавательной ул. под ж/д мостом; Рыбинская ул. на пересечении с наб. Обводного канала); – в Невском районе (ул. Тельмана на участке от д. 41 до д. 32); во Фрунзенском районе (проезд под Алмазными мостами по ул. Салова и Благодатной ул.); – в Кировском районе (ул. Лёни Голикова на пересечении с пр. Стачек).	Опасный
4	Оползни	Проявляются на склонах долин рек и откосах каналов. Были отмечены на р. Кузьминке в Пушкинском районе. Развитие оползневых процессов прогнозируется на территории Василеостровского, Красногвардейского и Невского районов.	Умеренно опасный
5	Абразия	Абразионные берега в северной береговой зоне Невской губы (Курортный, Кронштадтский, Приморский районы) составляют более 70 % от их общей протяженности. Пляжи Курортного района (ценный рекреационный ресурс города) в той или иной степени подвержены размыву. Средние скорости отступания берега составляют 50 см/год, максимальные — 2 м/год.	Умеренно опасный

№	Показатель риска	Подверженность территории города	Уровень опасности
6	Переработка берегов водохранилищ, озер	Берега Ижорского, Охтинского и Сестрорецкого водохранилищ и других гидротехнических сооружений города.	Умеренно опасный
7	Карст	Часть территории Красносельского, Пушкинского районов Санкт-Петербурга, где развиты карбонатные породы ордовикского возраста.	Умеренно опасный
8	Суффозия	Проявляется на отдельных участках в береговых зонах рек Большой, Средней и Малой Невки.	Умеренно опасный
9	Подтопление территории	Напорные воды верхнего межморенного водоносного горизонта, распространенного на территории города локально, представляют потенциальную опасность с точки зрения подтопления на участках с высоким пьезометрическим уровнем. Водоносный горизонт грунтовых вод развит на территории Санкт-Петербурга повсеместно и характеризуется высоким уровнем стояния грунтовых вод. На большей части территории уровень залегания грунтовых вод находится на глубине от 0,0 до 1,0 м, что, в определенных условиях, может привести к подтоплению заглубленных сооружений. Наиболее подвержены северная и центральная части города.	Умеренно опасный
10	Эрозия плоскостная и овражная	Появляется на территории Красносельского, Пушкинского, Колпинского, Петродворцового Курортного районов Санкт-Петербурга.	Умеренно опасный
11	Русловые деформации	Проявляется на берегах р. Малой Невы, р. Большой Ижоры.	Умеренно опасный
12	Пучение	Данному климатическому риску наиболее подвержена улично-дорожная сеть в северной и центральной частях Санкт-Петербурга.	Умеренно опасный
13	Обледенение	Улично-дорожная сеть, крыши зданий, наружные инженерные сети, элементы благоустройства, древесная и кустарниковая растительность.	Умеренно опасный
14	Наводнение (вследствие половодья, затора, зажора, катастрофического ливня)	На территорию Санкт-Петербурга оказывают негативное воздействие Финский залив, Невская губа, река Нева, озеро Сестрорецкий разлив, озеро Лахтинский разлив, грунтовые воды. Наиболее уязвимы к наводнениям низинные приморские территории, жилые, общественные, промышленные, инженерные объекты, пляжи, попадающие в границы зоны затопления; функционирование Большого порта Санкт-Петербург.	Умеренно опасный
15	Град	Остекление различных зданий, сооружений, транспортных средств, элементы благоустройства (цветочное оформление садов и парков, древесные, кустарниковые растения, вывески, навесы, наружная информация, указатели).	Умеренно опасный
16	Пожарная опасность в лесах	Леса Курортного лесопарка Санкт-Петербурга и Морозовского лесничества Минобороны России.	Умеренно опасный
17	Распространение вредителей и болезней в лесах и городских насаждениях	Зеленый фонд Санкт-Петербурга.	Умеренно опасный

Следует отметить, что в последний климатический период отмечается рост уровня опасности жары, поскольку увеличивается, как продолжительность, так и повторяемость данного опасного метеорологического явления. Например, в последнее тридцатилетие количество случаев продолжительной жары почти в три раза превосходит аналогичные значения для предыдущего климатического периода (см. табл. 2). Абсолютные максимальные температуры приземного воздуха за весь период наблюдений также были зафиксированы именно в текущем периоде — в июле 2010 года + 37,1 °С. (<http://www.meteo.nw.ru/>).

В соответствии с РД 52.88.699-2008 Росгидромета «Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения опасных природных явлений» и утвержденным Перечнем опасных гидрометеорологических явлений и их критериев по Санкт-Петербургу (<http://www.meteo.nw.ru/>) продолжительная жара (май—август) — это положительные аномалии от нормы среднесуточных температур воздуха по Санкт-Петербургу на 7 градусов и более в течение 5 суток и более; сильная жара (май—август) — максимальная температура воздуха +35 °С и выше.

Таблица 2

Сведения о случаях продолжительной жары, произошедших на территории Санкт-Петербурга с 1960 г. по 2022 г.

Information about the cases of heat wave that occurred on the territory of St. Petersburg from 1960 to 2022

Год	Количество случаев	Суммарная продолжительность, дни	Дата начала	Дата окончания	Максимальное отклонение среднесуточной температуры воздуха от пороговой, °С
1972	2	15	25 июня	4 июля	3,8
			19 августа	23 августа	2,8
1973	1	5	3 июля	7 июля	2,9
1977	1	5	12 июня	16 июня	2,7
1980	1	6	28 июля	2 августа	0,4
1988	1	7	13 июля	19 июля	3,6
2003	1	11	25 июля	4 августа	4,4
2004	1	5	3 августа	7 августа	1,1
2006	1	7	7 июля	13 июля	4,8
2007	1	9	8 августа	16 августа	4,1
2010	3	25	5 июля	19 июля	6,8
			25 июля	29 июля	7
			6 августа	10 августа	7,7
2011	2	10	8 июля	12 июля	2
			19 июля	23 июля	3,9
2014	1	17	26 июля	11 августа	4,5
2018	2	23	12 июля	20 июля	3,7
			22 июля	4 августа	2,9
2021	2	25	18 июня	27 июня	7,9
			4 июля	18 июля	6,2

Год	Количество случаев	Суммарная продолжительность, дни	Дата начала	Дата окончания	Максимальное отклонение среднесуточной температуры воздуха от пороговой, °С
2022	2	15	26 июня 15 августа	4 июля 20 августа	4,4 3,4

На рис. 1 представлены данные об изменении количества дней с температурой воздуха выше $+30^{\circ}\text{C}$, в которых наблюдается значимый положительный тренд. Наибольшие значения в 17–20 дней наблюдались в период продолжительной жары.

Следует отметить, что, согласно Атласу смертности и экономических потерь в результате экстремальных метеорологических, климатических и гидрологических явлений ВМО, жара 2010 года в России по числу человеческих жертв (55 736) явилась крупнейшим бедствием в Европе за период с 1970 г. по 2019 г. (<https://library.wmo.int/idurl/4/43116>).

Повышение средней и максимальной температуры приземного воздуха, увеличение повторяемости случаев «жары» приводят к необходимости изменения подходов к проектированию жилых и общественных зданий в Санкт-Петербурге. В целях защиты здоровья населения в текущих климатических условиях необходимо не только применение архитектурно-строительных мероприятий по теплозащите зданий в холодный период года, но и по защите их и прилегающих к ним территорий от перегрева летом.

Несмотря на то, что влияние жары распространяется на всю территорию г. Санкт-Петербурга, степень ее воздействия различна. В совокупности с эффектом «городского острова тепла» градостроительные и социально-экономические показатели городской территории определяют ее уязвимость к данному опасному метеорологическому явлению. В связи с этим исполнительным органам

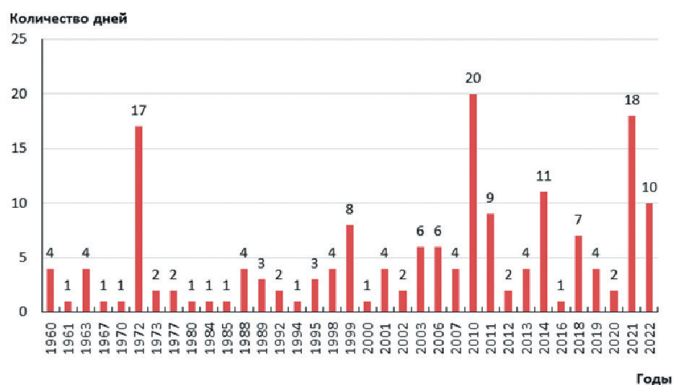


Рис. 1. Количество дней с температурой воздуха выше $+30^{\circ}\text{C}$ в Санкт-Петербурге.

Fig. 1. The number of days with an air temperature above $+30^{\circ}\text{C}$ in St. Petersburg.

государственной власти Санкт-Петербурга необходимо сосредоточиться на разработке и реализации мероприятий по адаптации города к климатическому риску «жара», особенно с учетом прогнозов развития глобального потепления.

Высоким риском перегрева характеризуются промышленные и инженерно-транспортные территории города, где широко используются металлические кровли, отсутствуют зеленые насаждения и повсеместно «запечатана» почва. Для таких объектов при реконструкции следует использовать так называемые «холодные» кровли с высоким альбедо поверхности. Необходимо озеленение и снижение площадей «запечатанных» территорий.

Согласно СП 82.13330.2016 «СНиП III-10-75 Благоустройство территорий», для предотвращения перегрева поверхностей летом рекомендуется использовать материалы с высокой отражательной способностью. В рамках текущего ремонта крыш рекомендуется использовать только «холодные» покрытия. В этом случае в течение одного амортизационного периода металлических кровель будет произведена их замена на «холодные». Также можно рекомендовать производить текущую замену дорожного покрытия на покрытия, содержащие битумы с более высокой температурой размягчения.

Особенно рекомендуется обратить внимание на ситуацию с реновацией или капитальным ремонтом пятиэтажек («хрущевок»). Полученные в данном исследовании оценки экономического ущерба от преждевременной смертности, вызванной перегревом, позволяют соотнести эти ущербы с затратами: на ускоренное озеленение дворовых территорий в новостройках; применение «холодных» кровель и «холодных» отделочных материалов фасадов зданий [3].

Утвержденным Региональным планом предусмотрен ряд мероприятий по адаптации к данному новому для Санкт-Петербурга климатическому риску «жара»:

- адаптация к изменениям климата в сфере здоровья населения (п. 7.1);
- развитие водно-зеленого каркаса Санкт-Петербурга (п. 7.2);
- адаптация функционально-планировочной структуры Санкт-Петербурга к развитию на его территории «городского острова тепла» (п. 7.5);
- адаптация к изменениям климата в сфере строительства (п. 7.6);
- адаптация к изменениям климата в сфере комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры, энергетики и энергосбережения в Санкт-Петербурге (п. 7.7);
- адаптация к изменениям климата в сфере транспорта (п. 7.17);
- работы по противопожарному обустройству городских лесов, мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров (п. 7.21).

В период проявления опасного метеорологического явления «жара» при планировке территории высокоплотной жилой и общественно-деловой застройки, ее благоустройстве и архитектурно-строительном проектировании объектов капитального строительства целесообразно стремиться к максимально возможному озеленению, проветриванию и увеличению площади проницаемых поверхностей. Рекомендуется размещение ажурных древесно-кустарниковых конструкций, навесов светлого цвета, создающих тень вдоль перегретых участков улично-дорожной сети и на автомобильных стоянках. При благоустройстве территории,

создании малых архитектурных форм рекомендуется применение светлых материалов с коэффициентом альбедо не менее 0,3. В общественных пространствах, на детских площадках целесообразно размещать сухие фонтаны, адиабатические системы увлажнения и иные водные устройства.

Дополнительно следует отметить, что при рассмотрении воздействия климатических рисков на меньшие территориальные единицы, например, на административные районы или муниципальные образования, уровни их опасности и, соответственно, значимость для градостроительного развития могут существенно отличаться от общегородских. Актуальным это является для оценки уровней опасности таких климатических рисков, как наводнение и затопление, абразия в приморской зоне Санкт-Петербурга [10, 11, 12].

Обратимся к оценке влияния климатических рисков на территорию Приморского района и его муниципальных образований: муниципальный округ №65, муниципальный округ Лахта-Ольгино, муниципальный округ Ланское, муниципальный округ Комендантский аэродром, муниципальный округ Озеро Долгое, муниципальный округ Юнтолово, муниципальный округ Коломяги, поселок Лисий Нос. Приморский район является одним из крупнейших районов Санкт-Петербурга, его площадь составляет 109,87 км². По численности населения и по естественному приросту населения (около 700 тыс. чел.) Приморский район занимает первое место в городе (https://www.gov.spb.ru/gov/terr/reg_primorsk/). Располагаясь на северо-западе Санкт-Петербурга, район представляет собой переходную зону между исторически сложившейся застройкой города и его курортной частью. Основными факторами, определяющими микроклиматические особенности района, являются его географическое положение, характер рельефа, наличие водоемов, массивов зеленых насаждений, функционально-планировочная структура урбанизированных территорий. Адвекция тепла и влаги с акватории Восточной части Финского залива на Литориновую аккумулятивную террасу определяет температурно-влажностный режим побережья района.

Значительная часть территории района (половина муниципальных образований) непосредственно граничит с акваторией Невской губы Финского залива. Несмотря на то, что естественный рельеф и растительность района существенно преобразованы, в нем расположены защитные (городские) леса Приморского, Песочинского лесничеств Курортного лесопарка Санкт-Петербурга и Морозовского лесничества Минобороны России (<https://lesopark-spb.ru/>; <https://ulhip.mil.ru/Filiali/Morozovsk>), четыре государственных особо охраняемых природных территории регионального значения: природные заказники «Юнтоловский», «Северное побережье Невской губы», «Новоорловский» и памятник природы «Петровский пруд». В связи с этим климатический риск распространения вредителей и болезней в лесах и городских насаждениях достигает в границах Приморского района опасного уровня, а в некоторых муниципальных образованиях и весьма опасного уровня (см. табл. 2).

Кроме того, значительная часть района занята высоко урбанизированными участками многоэтажной и среднеэтажной жилой застройки. В муниципальном округе «Лахта-Ольгино» находится уникальный высотный комплекс «Лахта

Центр», состоящий из нескольких небоскребов (<https://lakhta.center/>). Высокая численность и плотность населения, наблюдающиеся тенденции на их увеличение, градостроительные планы по размещению крупных жилых и общественно-деловых комплексов, приводят к высокой подверженности района климатическому риску «жара» (см. табл. 2).

На рис. 2—3 представлены сравнительные графики различных метеорологических параметров, построенных по данным наблюдений на ОГМС Санкт-Петербург и МГ-2 Лисий Нос и показывающих микроклиматические особенности районов их размещения.

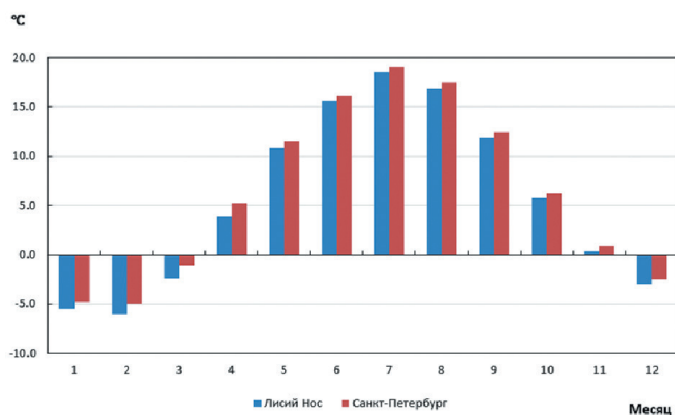


Рис. 2. Средняя многолетняя месячная температура воздуха (1991—2020 гг.) на станциях Лисий Нос и Санкт-Петербург.

Fig. 2. Average long-term monthly air temperature (1991—2020) according to MG-2 Lisiy Nos and OGMS St. Petersburg.

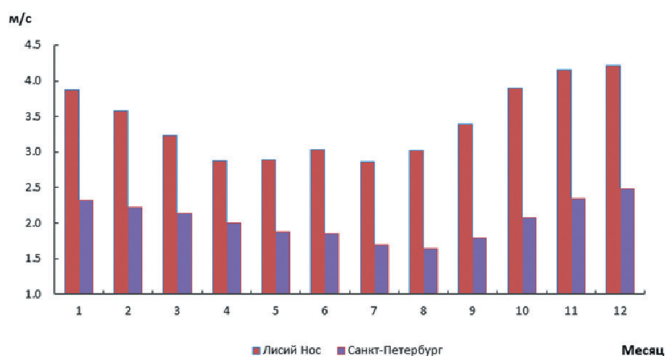


Рис. 3. Средняя многолетняя месячная скорость приземного ветра (1991—2020 гг.) на станциях Лисий Нос и Санкт-Петербург.

Fig. 3. Average long-term monthly surface wind velocity (1991—2020) at the stations Lisiy Nos and St. Petersburg.

Средняя многолетняя температура приземного воздуха за период с 1991 г. по 2020 г. на станции Лисий Нос составляет 5,6 °С, а на станции Санкт-Петербург — 6,3 °С. Средняя многолетняя скорость ветра за период с 1991 г. по 2020 г. на станции Лисий Нос составила 3,4 м/с, на станции Санкт-Петербург, расположенной вблизи многоэтажной многоквартирной застройки, — 2 м/с.

Около 1707,1 га территории района попадает в зону затопления, внесенную в Единый государственный реестр недвижимости: 1013,8 га — в муниципальном округе «Лахта – Ольгино», 331,8 га — в поселке Лисий Нос, 288,4 га — в муниципальном округе «Юнтолово», 48,2 га — в муниципальном округе «№65», 24,9 га — в муниципальном округе «Коломяги». Климатический риск «наводнение» достигает весьма опасного значения на территории поселка Лисий Нос (ему подвержено 42 % территории) и муниципального образования «Лахта – Ольгино» (ему подвержено 33 % территории). В целом для территории всего Приморского района данный риск характеризуется опасным уровнем воздействия.

Например, 18 февраля 2020 года во время остановленного наводнения был поврежден пляж «Морские дубки» в Лисьем Носу. В результате наводнений, произошедших во второй декаде октября 2023 года, два из которых (12.10.2023 — +212 см БС; 15.10.2023 — +222 см БС), по имеющимся оценкам были «особо опасными», существенно пострадал пляж Парка имени 300-летия Санкт-Петербурга (<https://dambaspb.ru/flood>).

Региональным планом адаптации Санкт-Петербурга к изменению климата предусмотрен ряд мероприятий по защите городского побережья от разрушения: п. 7.10 «Корректировка границ зон затопления, подтопления Санкт-Петербурга», п. 7.14 «Создание системы берегозащиты Санкт-Петербурга». Кроме того, перед Санкт-Петербургом стоит задача по восстановлению нарушенных естественных берегов водных объектов на его территории. Например, вопросам ревитализации реки Охты и ее берегов был посвящен архитектурно-градостроительный конкурс «Ресурс периферии», организованный Комитетом по градостроительству архитектуре в 2020 г. — 2021 г. (<https://kgainfo.spb.ru/архитектурно-градостроительный-конк/>).

Таблица 3

Количественные показатели интенсивности, распространённости и продолжительности воздействия климатических рисков в границах муниципальных образований Приморского района

Results of the assessment of climate risks within the boundaries of municipalities of the Primorsky district

Риск	Муниципальное образование Приморского района							
	Лахта-Ольгино	№ 65	Ланское	Комендантский аэродром	Озеро Долгое	Юнтолово	Коломяги	Лисий Нос
Жара	ВО	ВО	ВО	ВО	ВО	УО	УО	ВО
Ураганы, смерчи, сильный ветер	О	О	О	О	О	О	О	О
Сильные атмосферные осадки	О	О	О	О	О	О	О	О

Риск	Муниципальное образование Приморского района							
	Лахта-Ольгино	№ 65	Ланское	Комендантский аэродром	Озеро Долгое	Юнтолово	Коломаги	Лисий Нос
Абразия	УО	УО	–	–	–	–	–	УО
Переработка берегов водохранилищ, озер	УО	УО	–	–	УО	УО	УО	–
Наводнение	ВО	УО	–	–	–	О	–	ВО
Подтопление	УО	УО	УО	УО	УО	УО	УО	УО
Эрозия плоскостная и овражная	–	–	–	УО	–	УО	УО	–
Русловые деформации	УО	УО	УО	УО	–	УО	УО	–
Пучение	УО	УО	УО	УО	УО	УО	УО	УО
Град	УО	УО	УО	УО	УО	УО	УО	УО
Пожарная опасность в лесах	УО	УО	УО	УО	УО	УО	УО	УО
Распространение вредителей и болезней в лесах и городских насаждениях	ВО	УО	ВО	УО	ВО	ВО	УО	ВО

Условные обозначения: ВО – весьма опасный, О – опасный, УО – умеренно опасный уровни.

В связи с наблюдающимся повышением среднего уровня моря в Финском заливе, увеличением повторяемости морских нагонных наводнений без проведения специальных берегозащитных мероприятий климатический риск «абразия» может достигнуть опасного, а при реализации экстремальных сценариев изменения климата на некоторых участках побережья и весьма опасного уровня [8, 13], что способно повлиять на сохранность сотен и даже тысяч объектов капитального строительства и историко-культурного значения [10] (<http://cliplive.infoeco.ru/index.php?id=16>).

Именно с учетом высокого значения пляжей, особенно курортного побережья, для развития туристического и лечебно-оздоровительного потенциала города проекты по созданию системы берегозащиты Санкт-Петербурга и благоустройству прибрежной рекреационной зоны с учетом климатических изменений были выбраны, разработаны и успешно защищены Санкт-Петербургской командой в рамках Всероссийской проектно-образовательной программы «Адаптация регионов России к изменениям климата — 2023», организованной Агентством стратегических инициатив и Российским экономическим университетом им. Г. В. Плеханова (https://asi.ru/government_officials/nei/climate-adaptation-education/).

Приспособлению к климатическому риску «сильные атмосферные осадки» посвящено мероприятие по адаптации систем водоотведения Санкт-Петербурга к условиям повышения интенсивностей и частоты выпадения атмосферных осадков, связанных с изменением климата (п. 7.9) Регионального плана. В рамках

данного мероприятия планируется развитие, в том числе зеленой инфраструктуры по водоотведению — размещение биодренажных канав, дождевых садов, сохранение водно-болотных угодий.

Выводы

При научном обосновании материалов регионального плана адаптации Санкт-Петербурга к изменениям климата была выполнена системная работа по сбору, обработке и анализу имеющейся информации о воздействии на территорию, население и экономику города различных климатических рисков. По результатам выполненного исследования можно сделать вывод, что действующее российское законодательство по данной тематике целесообразно дополнить исходными данными и требованиями, характерными для городов федерального значения.

Следует отметить, что урбанизированные субъекты Российской Федерации: Санкт-Петербург, Москва и Севастополь имеют ряд основных особенностей, которые необходимо учитывать при формировании системы оперативных и долгосрочных адаптационных мер, реализуемых на региональном уровне.

В границах указанных субъектов имеется только одна категория земель — поселения; в них действует особый порядок осуществления градостроительной деятельности согласно Статье 63 Градостроительного кодекса РФ; плотность населения, концентрация отраслей экономики, историко-культурного наследия на порядок и более превосходят аналогичные значения в соседних с ними областях и республиках; климатический режим урбанизированной территории, для которого характерным является наличие «городского острова тепла», существенно отличается от окружающей местности.

В связи с этим в перечень исходной информации, используемой для оценки климатических рисков на урбанизированных территориях, следует включить действующие генеральные планы и правила землепользования и застройки городов; сведения из автоматизированной информационной системы управления градостроительной деятельностью; данные о зеленых насаждениях общего пользования и особо охраняемых природных территориях, плотности населения и о суточной смертности.

Кроме того, необходимо производить организацию сбора, обработки и накопления специальной информации о фактическом ущербе (экономическом и неэкономическом) от климатических рисков (опасных природных явлений).

Список литературы

1. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. / Под ред. В. М. Катцова. Росгидромет. Санкт-Петербург: Научное издание технологий, 2022. 676 с.
2. Порфирьев Б. Н., Терентьев Н. Е., Зинченко Ю. В. Планирование адаптации к изменениям климата: мировой опыт и возможности для устойчивого социально-экономического развития России // Проблемы прогнозирования. 2023. № 2 (197). С. 154—168. DOI: 10.47711/0868-6351-197-154-168.

3. Крицук С. Г., Горный В. И., Латыпов И. Ш. и др. Спутниковое картирование риска перегрева поверхности городской среды (на примере Санкт-Петербурга) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. № 5. С. 34—44.
4. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. / Под ред. В. М. Катцова. Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова. Санкт-Петербург. 2017. 106 с.
5. Геологический атлас Санкт-Петербурга. / Под ред. Н. Б. Филиппова. Санкт-Петербург. Камилъфо, 2009. 57 с.
6. Филиппов Н. Б., Серебрицкий И. А. Генеральная схема берегозащиты Курортного района // Окружающая среда Санкт-Петербурга. 2016. №1 (1) сентябрь 2016 г. С. 22—29.
7. Divinsky B. V., Kosyan R. D., Ryabchuk D. V., Sergeev A. Y. Development of the sandy coast: hydrodynamic and morphodynamic conditions (on the example of the Eastern gulf of Finland) // *Oceanologia*. Volume 63, Issue 2, April-June 2021, P. 214—226. DOI: 10.1016/j.oceano.2020.12.002.
8. Рябчук Д. В., Сергеев А. Ю., Ковалева О. А. и др. Проблемы абразии берегов Восточной части Финского залива: состояние, прогноз, рекомендации по берегозащите // Ученые записки РГГМУ. 2016. № 44. С. 187—203.
9. Геологические и экологические риски Санкт-Петербурга. Практические рекомендации по адаптации к климатическим изменениям (CLiPLivE). Санкт-Петербург, 2014. 82 с.
10. Павловский А. А., Шамшурин В. И. Влияние повышения уровня Балтийского моря на историко-культурное наследие России // Гидрометеорология и экология. 2021. № 65. С. 681—693.
11. Павловский А. А. О разработке и реализации первоочередных мер по адаптации Санкт-Петербурга к климатическим изменениям // Гидрометеорология и экология. 2020. № 58. С. 111—126.
12. Павловский А. А. Об адаптации Санкт-Петербурга к изменениям климата // Астраханский вестник экологического образования. 2020. № 1 (55). С. 139—151.
13. Павловский А. А. 2016. Об определении зон затопления на территории Санкт-Петербурга // Ученые записки РГГМУ. 2016. № 43. С. 39—50.

References

1. The third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation. Edited by V. M. Kattsov. *Rosgidromet. Sankt-Peterburg: Naukoemkie tekhnologii*, 2022: 676 p. (in Russ.).
2. Porfiriev B. N., Terentyev N. E., Zinchenko Yu. V. Planning adaptation to climate change: world experience and opportunities for sustainable social and economic development of Russia. *Problemy prognozirovaniya = Studies on Russian Economic Development*. 2023; 2(197): (154—168). DOI: 10.47711/0868-6351-197-154-168 (in Russ.).
3. Kritsuk S. G., Gorny V. I., Latypov I. Sh. et al. Satellite mapping of the risk of overheating of the urban environment surface (on the example of St. Petersburg). *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa = Modern problems of remote sensing of the Earth from space*. 2019; (5): (34—44) (in Russ.).
4. Report on climate risks in the territory of the Russian Federation. *Glavnaya geofizicheskaya observatoriya im. A.I. Voejkova. Sankt-Peterburg*. 2017: 106 p. (in Russ.).
5. Geological atlas of St. Petersburg. Edited by N. B. Filippov. *Sankt-Peterburg. Kamil'fo*, 2009: 57 p. (in Russ.).
6. Filippov N. B., Serebritskiy I. A. The general scheme of coastal protection of the Resort area. *Okruzhayushchaya sreda Sankt-Peterburga = Environment of Saint-Petersburg*. 2016; (1): Sentyabr' 2016. (22—29). (in Russ.).
7. Divinsky B. V., Kosyan R. D., Ryabchuk D. V., Sergeev A. Y. Development of the sandy coast: hydrodynamic and morphodynamic conditions (on the example of the Eastern gulf of Finland). *Oceanologia = Oceanology*. 2021; (2): 214—226. DOI: 10.1016/j.oceano.2020.12.002.
8. Ryabchuk D. V., Sergeev A. Yu., Kovaleva O. A. et al. Problems of coastal erosion in the Eastern gulf of Finland: state, prognosis of development, recommendations on coast protection. *Uchenye zapiski RGGMU = Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*. 2016; (44): (187—203). (in Russ.).

9. Geological and Environmental Risks in St. Petersburg. Practical Recommendations for Climate Change Adaptation (CliPLivE). *Sankt-Peterburg*. 2014: 82 p.
10. Pavlovskii A. A., Shamshurin V.I. The impact of the rise in the Baltic Sea level on the historical and cultural heritage of Russia. *Gidrometeorologiya i ekologiya = Hydrometeorology and Ecology*. 2021; (6): (681—693) (in Russ.).
11. Pavlovskii A. A. On development and implementation of priority measures for adaptation St. Petersburg to climate changes. *Gidrometeorologiya i ekologiya = Hydrometeorology and Ecology*. 2020; (58): (111—126) (in Russ.).
12. Pavlovskii A. A. About adaptation of St. Petersburg to climate changes. *Astrahanskij vestnik ekologicheskogo obrazovaniya = Astrakhan herald of environmental education*. 2020; (55): (139—151) (in Russ.).
13. Pavlovskii A. A. About definition of flooding zones on the territory of St. Petersburg. *Uchenye zapiski RGGMU = Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*. 2016; (43): (39—50) (in Russ.).

Сведения об авторе

Артем Александрович Павловский, доктор географических наук, Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение «Научно-исследовательский и проектный центр Генерального плана Санкт-Петербурга», начальник отдела, pa1@yandex.ru.

Information about author

Artem Alexandrovich Pavlovskii, doctor of Geographic Science, State Research and Design Center of Saint-Petersburg's Master Plan, Head of department.

Статья поступила 17.01.2024

Принята в печать 13.02.2024

The article was received on 17.01.2024

The article was accepted 13.02.2024