

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (на примере Центрального федерального округа)

Л.Ю. Васильев¹, Н.А. Терешонок²

¹ *Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов Росгидромета, Балашиха. l.vasilev@ipkmeteo.ru*

² *Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Москва, nik.tereshonok@yandex.ru*

Аннотация: *представлена информация об основных направлениях деятельности Росгидромета по реализации Климатической доктрины Российской Федерации. Дан краткий обзор климатических изменений в Москве и Московском регионе, причинах глобального потепления и динамики основных климатообразующих параметров.*

Ключевые слова: *климатическая доктрина, адаптация, изменение климата, причины глобального потепления, прогнозные оценки на ближайшие десятилетия.*

Актуальность. *Одной из важнейших проблем, стоящих перед человечеством, является глобальное потепление, вызванное растущими выбросами в атмосферу парниковых газов при сжигании углеводородного топлива, как основного источника энергии на современном этапе технологического развития, и связанные с ним неблагоприятные и опасные последствия.*

Российская Федерация потенциально уязвима при неблагоприятных изменениях климата: рост среднегодовой температуры после середины 1970-х в два с половиной раза превосходит глобальный, что может повлечь высокий риск засухи в основных зернопроизводящих регионах, деградацию мерзлоты с ущербом зданиям и инфраструктуре, ускоренное таяние ледников с ростом опасности наводнений, лавин в горных районах. С другой стороны, имеются и положительные последствия: увеличенный вегетационный период и теплообеспеченность сельскохозяйственных культур, продолжительное судоходство по трассе Северного морского пути, и другие. Необходим баланс в учете положительных и негативных последствий при выработке мер по адаптации и смягчения последствий изменения климата. В ряде случаев региональные изменения могут происходить очень быстро, а могут на масштабе десятилетий даже временно менять направление в связи с

естественной изменчивостью в климатической системе: ускоренное потепление Арктики с 1990-х, быстрое потепление зим 1970-1995 и последующее похолодание вплоть до 2010 г. Необходима информация для своевременной корректировки адаптационных планов. Информация о таких колебаниях является результатом обобщения данных регулярного мониторинга климата, являющегося базовым элементом Глобальной рамочной основы климатического обслуживания под эгидой Всемирной метеорологической организации.

Можно с уверенностью утверждать, что человечество ожидает усугубление наблюдаемых антропогенных изменений климата и соответствующих климатических воздействий. При всех сценариях глобальная приземная температура будет продолжать повышаться, по крайней мере, до середины века [5].

Россия занимает особое место в контексте проблемы изменения климата – благодаря размерам своей территории, географическому положению, исключительному разнообразию климатических условий, структуре экономики, демографическим проблемам и геополитическим интересам.

Росгидромет ведет регулярный мониторинг происходящих изменений климата и текущих климатических аномалий на территории Российской Федерации и ее регионов. Результаты мониторинга представляются в ежегодном Докладе Росгидромета об особенностях климата на территории Российской Федерации. Важнейшим информационно-аналитическим продуктом Росгидромета, содержащим оценки наблюдаемых и возможных в будущем изменений климата и климатических воздействий на природные системы, население и отрасли экономики, являются Оценочные доклады Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. За период с 2008 по 2023 годы было выпущено три Оценочных доклада. Подготовка Росгидрометом Третьего оценочного доклада этой серии была предусмотрена Национальным планом адаптации. Это обстоятельство определило и ряд особенностей Третьего оценочного доклада, который, опираясь на выводы предыдущих оценочных докладов, ориентирован в значительной мере на информационно-аналитическое и научное обеспечение (в области компетенции Росгидромета) адаптации в отраслях и регионах [4].

Объекты и методы исследования. Выводы о количественных показателях климатических изменений, происходящих на планете, подготавливаются на основании данных наблюдений, получаемых с различных наблюдательных платформ. Общее количество метеостанций в мире составляет около 10000. Наблюдательная сеть Росгидромета более 7000 наблюдательных

подразделений (2394 станции и 4251 пост, 245 АМСГ) и 13839 пунктов наблюдений. Из этого количества около 1800 метеорологических станций, которые проводят наблюдения в основные синоптические сроки с персоналом и 231 АМС. Наблюдательная сеть на территории Центрального федерального округа (Центральное и Центрально-Черноземное УГМС) составляет около 200 метеорологических станций.

Большой вклад в изучение климата вносят Обсерватория им. В.А. Михельсона, имеющая самый продолжительный, непрерывный ряд наблюдений, и метеорологическая обсерватория МГУ

Обсуждение результатов. Средние темпы потепления приземного воздуха на планете в течение 1976- 2020 гг., составили 0,18 °С/10 лет в глобальном масштабе, 0,28 °С/10 лет – над сушей. За этот период глобальная температура выросла на 0,8 °С (Росгидромет, 2021). Значительно интенсивнее в те же годы повышалась температура в средних и высоких широтах Северного полушария: так, в среднем по территории России ее рост достигал (в 2020 г.) 0,51 °С/10 лет.. Наиболее быстрыми темпами росла температура Северной полярной области в последние тридцать лет (1991-2020 гг.): рост среднегодовой температуры достиг здесь 0,88 °С/10 лет, т. е. 2,64 °С за 30 лет. Наблюдавшееся в первой половине XX века потепление, как и последовавшее затем до 1970-х гг. похолодание, связано в основном с естественными причинами. В связи с этим период с середины 1970-х гг. выделяется как период современного глобального потепления, а 1976 год условно принят за его начало.

Самым теплым годом в истории наблюдений (в целом по России) оказался 2020 год, когда осредненная по территории России среднегодовая температура оказалась на 3,22 °С выше климатической нормы 1961- 1990 гг. и на 1,03 °С выше предыдущего температурного рекорда 2007 г. (аномалия +2,19 °С).

Рассмотрим региональные аспекты климатических изменений на территории Центрального федерального округа (территория деятельности Центрального и Центрально-Черноземного УГМС).

Климат Москвы и Московского региона умеренно континентальный. Годовая амплитуда средней месячной температуры воздуха в Москве составляет 26 – 28 °С, которая, несмотря на изменение климата, меняется не значительно. С 1879 года средняя годовая температура воздуха в Москве, судя по тренду полиномиальной аппроксимации, выросла на 4,0 °С; за последние 100 лет на 3,0 °С. Амплитуда годовой температуры в последние три десятилетия не превышает 1,5 °С при стремительном ее росте.

2020 год, несмотря на значительное сокращение выбросов в атмосферу из-за COVID-19, стал самым жарким за всю историю наблюдений, побив мировой рекорд 2016 года и рекорд в Москве 2019 года [1]. А весь 2022 год в Центральной России и Московском регионе был наполнен погодными аномалиями. Очень теплый февраль и холодный май, жаркий с засухами и природными пожарами август и дождливый сентябрь, контрастный по температуре и осадкам декабрь.

Рост глобальной температуры происходит во все периоды года. Наибольший ее рост происходит в холодный период года. При этом с декабря по апрель температура выросла на 5-6 °С. В теплый период года рост температуры составил 2-3 °С. Самый холодный год был 1888, когда среднегодовая температура составляла +1,7 °С, самый теплый – 2020 год (+8,0 °С). Самым холодным месяцем был февраль 1893 года (-21,6 °С), самым теплым – июль 2010 года (+26,0 °С). Абсолютный минимум температуры воздуха зарегистрирован в Москве 17 января 1940 г. (-43,1 °С); абсолютный максимум (+38,2 °С) - 29 июля 2010 года (рис.1).

Средняя годовая температура воздуха Москвы превышает температуры окружающих городов в среднем на 0,6 °С из-за повышенного выброса тепловой энергии, получившей название «остров тепла». Независимо от «острова тепла» глобальное потепление в Москве и регионе развивается одинаковыми темпами. Так за период с 1970 по 2022 годы температура воздуха в Москве и Дмитрове повысилась на 2,4 и 2,3 °С соответственно. В последнее десятилетие площадь столицы стремительно разрастается, соответственно растет и площадь «острова тепла».

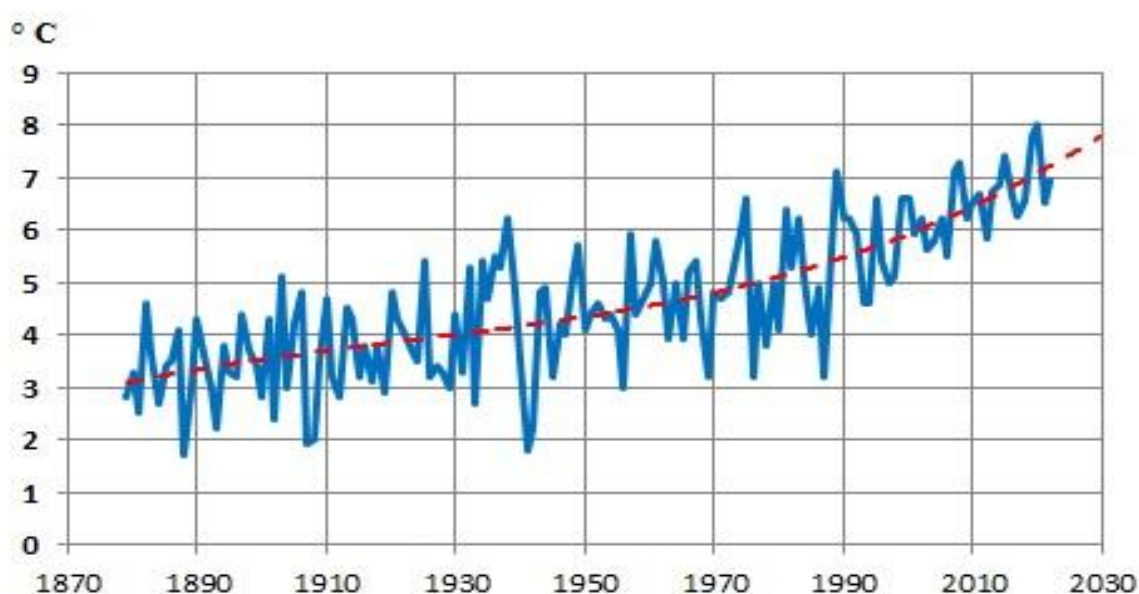


Рис. 1. Ход средней годовой температуры воздуха в Москве

(1879-2022 гг.)

С ростом глобальной температуры растет количество испарившейся влаги, что приводит к увеличению количества выпавших осадков. Годовое количество осадков в Москве за весь период наблюдений выросло приблизительно на 200 мм. Наименьшее годовое количество осадков наблюдалось в 1920 году (336 мм), наибольшее – в 2013 году (891 мм). Самым дождливым месяцем был сентябрь 1885 года (203 мм), самым сухим – май 1941 года (0 мм). Суточный максимум осадков 87,8 мм зафиксирован в Москве 15 августа 2016 года. Наибольший рост количества осадков отмечается в осенне-зимний период. Заметна значительная, в 200-300 мм, изменчивость годового количества осадков за последние 30 лет (рис. 2).

За 70-летний период годовая скорость ветра на метеостанциях региона уменьшилась почти в два раза. Если в 40-50-х годах средняя скорость ветра составляла около 4 м/с, то в 2022 году – 2 м/с, в Москве - 1 м/с. Причины уменьшения скорости ветра могут быть следующие: изменение репрезентативности метеоплощадок застройкой или ростом деревьев в ближнем окружении; смена средств измерения; изменение циркуляции атмосферы. Репрезентативность метеоплощадок на большинстве метеостанций, в основном, соблюдается. Смена средств измерения на скорость ветра повлияла незначительно.

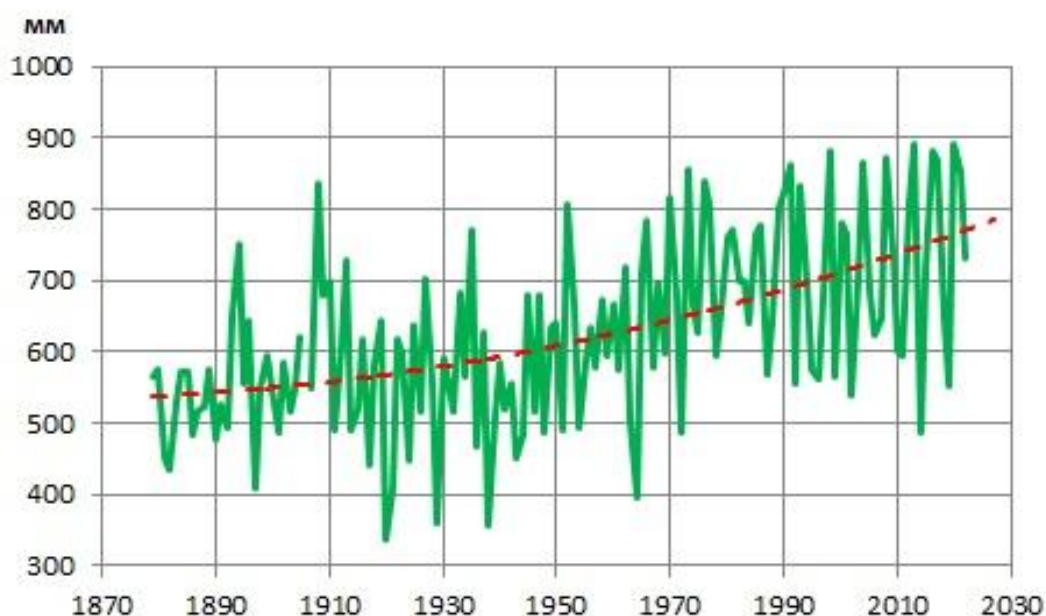


Рис. 2. Годовое количество осадков в Москве (1879-2022 гг.)

Надо полагать, это связано с общей циркуляцией атмосферы и замедлением квазистационарного восточного переноса воздушных масс в

период ускоренного глобального потепления. При этом заметен рост максимальной скорости ветра в экстремальных погодных условиях при прохождении циклонических образований и фронтов (рис. 3).

Повышение зимней температуры привело к сокращению продолжительности отопительного сезона (периода между датами перехода средней суточной температуры воздуха через $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ осенью и весной). С 1880 года отопительный период сократился приблизительно на 20 суток. Если в начале периода отопительный сезон длился более 210 суток (7 месяцев), то в настоящее время около 190 суток. Средняя дата начала отопительного сезона в Москве происходит 5 октября, окончания – 22 апреля (рассчитаны за 30-летний период 1991 - 2020 г.).



Рис. 3. Изменение средней годовой скорости ветра в Москве с 1948 по 2022 гг.

Из-за относительно теплых зим в сочетании с высоким снежным покровом промерзание почвы в Москве и регионе уже многие годы отсутствует или значительно меньше средних многолетних значений. С ростом температуры и увеличением продолжительности теплого периода, увеличилась продолжительность вегетационного периода (период между датами перехода средней суточной температуры воздуха через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ весной и осенью). За период с 1879 по 2022 гг. вегетационный период в Московском регионе увеличился приблизительно на 25 суток. Сроки вегетационного периода в Москве, рассчитанные за 30-летний период (1991-2020 г.), находятся в пределах 10 апреля – 21 октября.

Расчеты средних значений температуры воздуха за 10 - летние периоды показали их неуклонный рост. Температура воздуха в каждое десятилетие была выше, чем в любое предшествующее десятилетие. Температура с 3,3 °С в начальном 10-летнем периоде (1881-1890 г.) выросла до 6,9 °С в периоде (2011-2020 г.). В последние десятилетия заметно увеличение градиента роста температуры. Высокая достоверность аппроксимации уравнения позволяет сделать предварительный прогноз значения температуры на будущий период

Учет количества абсолютных суточных максимумов температуры воздуха в Москве выполнен за продолжительный период, начиная с 1881 года. Обновление максимальных суточных температур наступает при значительном потеплении. На протяжении 120 лет рекорды температуры наступали в 14 - 47 случаях за 20-летние периоды, а в последние 20 лет абсолютные суточные максимумы температур обновлялись в 141 случае. Новые температурные рекорды бьются теперь каждое лето и это уже не редкость. С каждым годом волны тепла повторяются в Московском регионе все чаще и более продолжительное время. Наиболее «урожайными» на количество рекордных суток по теплу были годы: 1882-12; 1938-16; 2007-14; 2010-24; 2015-20; 2020-16.

Погодные условия в последние десятилетия заметно меняются, растет количество регистрируемых экстремальных гидрометеорологических явлений, их частоты и масштабов. Это заметно на увеличении интенсивности и продолжительности волн жары и периодов сильных дождей. За тридцатилетний период в Московском регионе количество опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ) практически утроилось. Наибольшее количество ОЯ приходится на летние месяцы. С ростом температуры энергия нижних слоев атмосферы увеличивается, поэтому преобладают ОЯ по сильным осадкам и скорости ветра. Участились ОЯ с сильной жарой, аномально жаркой погодой, атмосферной и почвенной засухой, чрезвычайной пожароопасностью.

Заключение. Потепление климата, которое происходит сейчас, никак не вписывается в естественные циклы, и происходит чрезвычайно стремительно. Никогда еще средняя годовая температура не изменялась с такой невероятной скоростью: 2,0 - 3,0 °С за 100 лет, из них 1,6 - 2,8 °С – за последние 50 лет и 0,8 - 1,7 °С – за последние 20 лет [2]. По прогнозам климатологов Центрального УГМС уже к середине нынешнего века в ЦФО потеплеет на 1-3 °С, если темпы роста температуры сохранятся на прежнем уровне. Предполагается, что темпы потепления будут только нарастать.

Ожидается рост до 10 – 50 мм годового количества осадков в северной части ЦФО и падение до 10 – 30 мм в южных областях. [3].

Для адаптации населения к перечисленным климатическим изменениям необходимо увеличение лесных и парковых насаждений, сокращение выбросов углекислого газа и продуктов горения, утилизация бытовых и промышленных отходов, усовершенствование системы ливневых стоков и другие мероприятия, направленные на обеспечение улучшения жизнедеятельности населения. Необходимо совершенствовать и развивать систему мониторинга состояния окружающей среды, сеть наблюдательных подразделений на территории России - государственную, территориальную, частных компаний и физических лиц.

Библиографический список

1. Доклад Росгидромета об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. – М.: 2021. - 104 с.
2. Материалы наблюдений метеорологических станций ФГБУ «Центральное УГМС» и ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС» (Госфонд данных о состоянии окружающей среды, ВНИИГМИ-МЦД, Обнинск).
3. Стратегия деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 год (с учетом аспектов изменения климата). Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 03.09.2010 г. № 1458-р.
4. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / под ред. В. М. Катцова; Росгидромет. – Санкт-Петербург: Научное издание, 2022. – 676 с
5. Шестой оценочный доклад Межправительственной группы экспертов ООН по изменению климата (МГЭИК/ИПСС). <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

CLIMATE CHANGE IN THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION (using the example of the Central Federal District).

L.Yu. Vasiliev, N.A. Tereshonok

Institute for Advanced Training of Managers and Specialists of Roshydromet,

Balashikha. l.vasilev@ipkmeteo.ru

Central Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Moscow,

nik.tereshonok@yandex.ru

Abstract: information is presented on the main activities of Roshydromet in implementing the Climate Doctrine of the Russian Federation. Data on warming

processes in the country are provided. A brief overview of climate changes in Moscow and the Moscow region, the causes of global warming and the dynamics of the main climate-forming parameters is given: air temperature, precipitation, wind speed, duration of periods, as well as changes in climate norms, temperature records and hazardous natural phenomena.

Key words: climate doctrine, adaptation. climate change, causes of global warming, forecast estimates for the coming decades.