

Причины формирования наводнения в бассейне реки Раздольная в 2023 году

Ирина Альбертовна ЛИСИНА¹,
кандидат географических наук, доцент
lisina.ia@dvfu.ru

Денис Николаевич ВАСИЛЕВСКИЙ²,
инженер
dwassil@mail.ru

Любовь Николаевна ВАСИЛЕВСКАЯ¹
кандидат географических наук, доцент
vasilevsкая.ln@dvfu.ru

¹Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

²Дальневосточный филиал ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Владивосток, Россия

Аннотация. В данной статье выполнена оценка причин, вызвавших высокое наводнение в бассейне трансграничной р. Раздольная (Суйфун) в августе 2023 г. На основе анализа обширных метеорологических, синоптических, гидрологических и спутниковых материалов было установлено, что на протяжении всего августа в бассейне реки выпадали сильные ливневые осадки, сначала в верховьях, на территории КНР, затем в среднем течении и, наконец, на всей территории водосбора. Осадки переувлажняли бассейн на протяжении месяца и вызвали 3 мощных паводка в нижнем течении. Первый, самый интенсивный и быстроразвивающийся, наблюдался 10–13 августа. Из-за переполнения водохранилищ, расположенных на основном русле р. Суйфун в КНР, были произведены пуски воды, что вызвало «цепную реакцию» в ее среднем и нижнем течении: на сток, уже сформированный непосредственно в русловой системе осадками высокой интенсивности, наложился дополнительный объем добежавшей паводочной волны из верхнего течения р. Суйфун. Второй паводок прошел 24–27 августа, а третий – с 30 августа по 1 сентября. Показано, что такой характер развития паводковой ситуации был обусловлен сложившейся особой формой глобальной атмосферной циркуляции, проявившейся в квазипостоянстве положения интенсивной высотной фронтальной зоны; аномальным северным местоположением субтропического струйного течения; блокировкой западного переноса устойчивым высотным гребнем северо-тихоокеанского антициклона. Эти макромасштабные процессы в тропосфере и верхней стратосфере вызвали аномальный прогрев как приземного слоя воздуха, так и поверхностных вод Японского моря, обострение фронтальных разделов, возникновение волновых циклонов и выход тропических циклонов на северо-восточную часть Китая и Корейский полуостров.

Ключевые слова: катастрофический паводок, р. Раздольная, уровень воды, экстремальные атмосферные осадки, глобальная атмосферная циркуляция

Для цитирования: Лисина И.А., Василевский Д.Н., Василевская Л.Н. Причины формирования наводнения в бассейне реки Раздольная в 2023 году // Тихоокеанская география. 2025. № 1. С. 73–81. https://doi.org/10.35735/26870509_2025_21_6.

Causes of a flood formation in the Razdolnaya River basin in 2023

Irina A. LISINA¹,
Candidate of Geographical Sciences, Associate professor
lisina.ia@dvfu.ru

Denis N. VASILEVSKY²,
Engineer
dwassil@mail.ru

Lubov' N. VASILEVSKAYA¹
Candidate of Geographical Sciences, Associate professor
vasilevskaya.ln@dvfu.ru

¹Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

²Far Eastern Branch of the Federal State Budgetary Institution "Russian Scientific Research Institute for Integrated Use and Protection of Water Resources", Vladivostok, Russia

Abstract. The purpose of this article is to assess the causes of the formation of catastrophic floods in the Razdolnaya River basin (Suifen) in 2023. All floods in Primorsky Krai are the result of the release or influence of tropical cyclones on the krai's territory, but it is not a sufficient condition for high flooding. Therefore, the assessment of the reasons that caused such severe floods in August 2023 was carried out. Based on the analysis of hydrometeorological data, it was found that the catastrophic flooding in the Razdolnaya River basin was caused by high-intensity precipitation, which waterlogged the drainage basin throughout the month and caused 3 powerful floods during the "volley" rains: the first, the most intense, rapidly developing flood, occurred on August 10-13, the second – on August 24-27, and the third - on August 30 - September 1st. This pattern of development of flood situations was due to a number of reasons namely: the prevailing special form of global atmospheric circulation (the main reason), manifested in the quasi-constancy of an intense high-altitude frontal zone; the anomalously northern location of the subtropical jet stream; the blocking of western transfer by a stable high-altitude the crest of the North Pacific anticyclone. The macroscale processes that developed in this way in the troposphere and upper stratosphere caused abnormal warming up of both the surface air layer and the surface waters of the Sea of Japan; exacerbation of frontal sectors; the occurrence of wave cyclones and the release of tropical cyclones to the northeast of China and the Korean peninsula. The extreme rains that fell on the Chinese territory on August 1-3 caused the catastrophic nature of the first flood, due to the overflow of riverbeds in China, water was released from reservoirs located in the main channel of the Suifen River, which caused a "chain reaction" in its middle and lower reaches. To the runoff formed directly in the riverbed system by high-intensity precipitation in the entire catchment area (August 3-11), slope runoff and an additional volume of floodwaters from the upper reaches of the Razdolnaya River (Suifen) added. As a result, on August 12, 2023, the water level at the Razdolnaya River Post at Terekhovka Settlement has reached its maximum level. The second flood, classified as an adverse event, occurred on August 24-27 and was caused by intense multi-day precipitation in the lower and middle reaches. The final wave of frontal precipitation that fell throughout the catchment area occurred on August 29-30, which led to the rise of the third flood to the category of dangerous phenomenon.

Keywords: catastrophic flooding, Razdolnaya River, water level, extreme atmospheric precipitation, global atmospheric circulation

For citation: Lisina I.A., Vasilevsky D.N., Vasilevskaya L.N. Causes of a flood formation in the Razdolnaya River basin in 2023. *Pacific Geography*. 2025;(1):73-81. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2025_21_6.

Введение

На фоне современных климатических изменений значительно возрастает повторяемость экстремальных явлений в летние сезоны, что обусловлено в том числе изменением температурной стратификации атмосферы, ее влагоемкости и усилением в ней конвективных процессов. В результате этого наблюдается учащение паводков, вызывающих высокие наводнения, которые, как правило, обусловлены выпадением очень сильных ливневых осадков [1]. Вызванные этими ливнями резкие подъемы уровня рек и водохранилищ приводят к выдающимся наводнениям на юге Дальнего Востока, поскольку гидротехнические сооружения (например, устаревшие дамбы) и неочищенные русла рек не рассчитаны на столь высокие, стремительно увеличивающиеся объемы воды.

В августе 2023 г. на р. Раздольная (юг Приморского края) произошло наводнение, ставшее самым серьезным за последние 10 лет. В г. Уссурийск в целом пострадало 35–40 % инфраструктуры города, с подтопленных территорий было эвакуировано более 1000 человек; резкий и значительный подъем воды не выдержало недостроенное гидротехническое сооружение (10 августа 2023 г. уровень воды в р. Раздольная поднялся до рекордных 11 м).

Река Раздольная является трансграничным водотоком – ее верховье находится на горной территории в КНР, в то время как большая часть реки (191 из 245 км) протекает по равнинной российской территории. Резкие различия орографических и циркуляционных условий формирования стока реки на территории двух соседних государств предполагают, на наш взгляд, развитие катастрофического наводнения в российской части реки по трем гипотетическим сценариям. Первый – обильные осадки выпадают только в верхнем течении р. Суйфун (так называется река в Китае): тогда на территорию РФ может быть сброшена часть воды из китайских водохранилищ, что приведет к подтоплению поймы реки распластывающейся волной. Второй – обильные осадки выпадают только на территории РФ; в этом случае картина развития наводнения будет определяться характером и длительностью выпадения атмосферных осадков. И, наконец, третий сценарий – обильные осадки выпадают над всем бассейном реки, тогда наводнение приобретает катастрофический характер. Этот тип формирования наводнения и наблюдался в течение всего августа 2023 г., когда обильные осадки выпадали практически на всем водосборе р. Раздольная.

Целью настоящей статьи является оценка причин формирования катастрофических паводков в бассейне р. Раздольная (р. Суйфун) в августе 2023 г.

Материалы и методы

Поскольку объектом исследования являлись гидрометеорологические условия, формирующие высокие паводки, то для анализа привлекались материалы метеорологического, синоптического, гидрологического и спутникового архивов. Данные восьмисрочных метеорологических наблюдений на станции г. Уссурийск (за июль–сентябрь 2023 г.) и г. Владивосток (за 2021–2023 гг.), включающие наблюдения за состоянием почвы и атмосферными осадками, взяты из архива gr5 [2]; среднемесячная температура воздуха на станции г. Владивосток за 1966–2020 гг. взята с сайта ВНИГМИ-МЦД [3]; развитие синоптических процессов изучалось по приземным и высотным картам Японского метеорологического агентства [4] и Гидрометцентра РФ [5]; гидрологическая обстановка в бассейне р. Раздольная в августе 2023 г. на двух створах (г. Уссурийск и с. Тереховка) отслеживалась по оперативным данным на сайте Приморского УГМС [6] и Дальневосточного УГМС [7]; информация об атмосферных осадках в верхнем течении р. Суйфун (Раздольная) получена с сайта G-Portal (Japan Aerospace Exploration Agency). Материал этого японского сайта о глобальном распределении осадков в режиме, близком к реальному времени, объединяет данные, полученные с главного спутника GPM и Системы наблюдения за гидрологическими изменениями (SHIZUKU) (GCOM-W), с данными метеорологических спутников, таких как Химавари [8].

Районом исследования является бассейн трансграничной р. Раздольная – наиболее значительной водной артерии южного Приморья. Истоки ее и верхнее течение находятся на территории КНР. Образуется она слиянием рек Сяосуйфэньхэ и Дасуйфэньхэ, бассейны которых расположены в пределах Восточно-Маньчжурского нагорья. От места слияния р. Раздольная течет на восток. На территории Приморского края у с. Новогеоргиевка она делает поворот и течет далее до г. Уссурийск в юго-восточном направлении. Около г. Уссурийск река круто поворачивает на юг и до своего устья сохраняет это направление. Впадает р. Раздольная в Амурский залив Японского моря в 3 км к западу от с. Тавричанка и в 20 км к северо-западу от г. Владивосток. Перед впадением в залив река разветвляется на несколько рукавов и образует дельту (главным является левый рукав) [9].

Общая длина реки – 245 км (от истока р. Сяосуйфэньхэ – 414 км), по территории Приморского края она протекает на протяжении 191 км. Однако площадь бассейна в пределах края (6 820 км²) составляет всего 41 % от общей водосборной площади. К тому же характеристики реки резко различаются: в верхнем течении в пределах китайской провинции Хэйлунцзян она представляет собой горную реку, а в пределах российской территории – реку равнинного типа с сильной извилистостью в нижнем течении (что является одной из основных причин частых наводнений в низовьях, где расположен второй по численности населения Приморья г. Уссурийск). Общее падение реки – 880 м, средний уклон ее 2.13 ‰ (в пределах Приморского края 0.45 ‰).

Ширина поймы меняется в зависимости от участка, достигая на некоторых из них величины 5–8 км. Полное затопление поймы происходит во время очень больших паводков, продолжительность стояния воды не превышает 2–5 дней. Скорости течения меняются от весьма незначительных до 1.5 м/с. Преобладающая ширина реки 100–150 м. Берега ее преимущественно крутые и обрывистые, высотой от 0.5 до 5 м.

Водный режим характеризуется относительно низким весенним половодьем и несколькими летне-осенними дождевыми паводками. В питании реки преобладают дождевые воды, сток талых вод не превышает 5–10 %. Гидрологический режим р. Раздольная в настоящее время изучается на 8 постах: 3 поста на основной реке, 5 постов на ее притоках [9].

Результаты и их обсуждение

Причины затоплений обширных территорий в бассейнах дальневосточных рек в XX в. анализируются многими авторами. Большая часть работ посвящена наводнениям в бассейне р. Амур [10–13]. При этом недостаточно изучены условия формирования катастрофических паводков на реках Приморского края. Основная часть исследований базируется на оценках площади и масштабов затопления, выполненных по данным радиолокационных станций с синтезированной апертурой, установленных на борту искусственных спутников Sentinel [14, 15].

Безусловно, все паводки – это следствие влияния на территорию Приморского края тропических циклонов, однако это не является достаточным условием для формирования высокого наводнения. К примеру, проведенный сравнительный анализ «реакции» речной системы р. Партизанская на «однотипную» траекторию перемещения тропических циклонов за 1980 и 2022 гг. показал, что катастрофическое наводнение 2022 г. было обусловлено кратковременным выпадением очень сильных ливневых осадков и предшествующим двухмесячным увлажнением водосбора, тогда как в 1980 г. осадки меньшей интенсивности выпадали в течение более продолжительного времени и не вызвали высокого паводка [16].

По многолетним исследованиям [9] примерно раз в 2 года вода частично затопляет пойму р. Раздольная, но с 2016 г. превышение среднееголетних значений максимальных уровней воды на посту с. Тереховка (исключением является 2021 г.) фиксировалось каждый год [17].

Наиболее высокие паводки, повторяющиеся 1 раз в 7 лет, вызывают катастрофические наводнения, в результате которых частично или полностью затопляются посевы, сенокосы, населенные пункты, расположенные в долине р. Раздольная. Примерно 1 раз за 16 лет проходят исключительно большие паводки, высота подъема уровней достигает 5–6 м над УУВ (условным уровнем воды). Наибольшая интенсивность подъема уровней во время наводнений составляет 3–5 м в сутки. Увеличение стока от истока к устью происходит сравнительно равномерно. Максимальные расходы дождевых паводков превышают среднегодовые примерно в 20 раз, а в отдельные годы в 100 раз и более. Как правило, наибольший сток отмечается в августе–сентябре.

Катастрофический паводок, развившийся в августе 2023 г., был обусловлен особой структурой термобарического поля в средней тропосфере, сложившейся на фоне глобального потепления климата. Динамика изменения температуры воздуха 4 месяцев (июнь–сентябрь) 2023 г. в г. Владивосток (расположенном недалеко от устья р. Раздольная) показывает устойчивое потепление на 0.26–0.39 °C/10 лет (быстрее повышается температура в июне и сентябре, а медленнее – в июле и августе). В 2023 г. июнь был экстремально теплым (среднемесячная температура 16.6 °C, что на 2.8 °C выше нормы). Средняя температура июля превысила норму (базовый период 1991–2020 гг.) на 2.3 °C и составила 20.4 °C; это вторая по величине после 2021 г. аномалия для июля, тогда температура этого месяца была выше (21.3 °C). В августе превышение среднемноголетних значений температуры воздуха составило 1 °C, а средняя температура сентября явилась абсолютным экстремумом за последние 58 лет (18.5 °C – на 2.3 °C выше нормы).

Температура поверхности Японского моря следовала за температурой воздуха и была также аномально высокой, аномалии во второй декаде июня и первой декаде августа составляли от 4 до 5 °C [17].

Столь повышенный температурный фон системы океан–атмосфера отмечался на довольно большой территории, включая Японские острова (на севере и востоке Японии с середины июля наблюдались рекордно высокие температуры воздуха). В целом температура воздуха летом 2023 г. была самой высокой с момента метеорологических наблюдений (с 1898 г.), что, по мнению японских гидрометеорологов, объясняется глобальным летним потеплением и влечет за собой увеличение объема водяного пара в атмосфере [8].

Помимо чрезвычайно высоких температур летом 2023 г., к факторам, вызвавшим обильные проливные дожди на Японских островах, относятся: смещение субтропического струйного течения на север (скорее всего, это обусловлено влиянием волновой конфигурации, возникшей над Европой и Средиземноморьем), усиление волновой активности на субтропическом атмосферном фронте и выходы непосредственно на территорию Японии 3 супертайфунов из-за рекордного блокирующего воздействия северо-тихоокеанского антициклона [18].

Выводы японских метеорологов о рекордном блокировании западного переноса в августе 2023 г. подтверждаются характером высотного поля в средней тропосфере [3]: высотный гребень устойчиво распространялся на Магаданскую область (аномалии в его области достигали +2–(+4) геопотенциальных дкм), а высотная полярная ложбина – на север Желтого моря (аномалии составляли -2–(-6) геопотенциальных дкм).

Именно такие макроциркуляционные условия, создавшиеся в конце июля и августе 2023 г., определили погодные условия на территории Приморского края. Основной фронтальный раздел в августе был малоподвижным и располагался вдоль 40–43° с.ш., он представлял собой слияние южной ветви фронта умеренных широт и субтропического фронта. Интенсивность фронтального раздела превышала 20 дкм/1000 км, по [17] аномалии температуры воздуха в теплой воздушной массе, прилегающей к фронту, в среднем за месяц превышали +3 °C, в холодной воздушной массе аномалии были ниже -1 °C.

На фоне сложившейся картины макромасштабной циркуляции региональные атмосферные процессы, предшествующие августовским паводкам в бассейне р. Раздольная,

развивались следующим образом: тайфун «Доксури» принес на северо-восток Китая 1–3 августа проливные дожди, ставшие самыми сильными за всю историю метеонаблюдений в этом регионе (рис. 1а). Он увеличил количество тепла и влаги и в атмосфере Приморья, обострив проходящие атмосферные фронты, которые вызвали локальные дожди различной интенсивности в бассейне р. Раздольная.

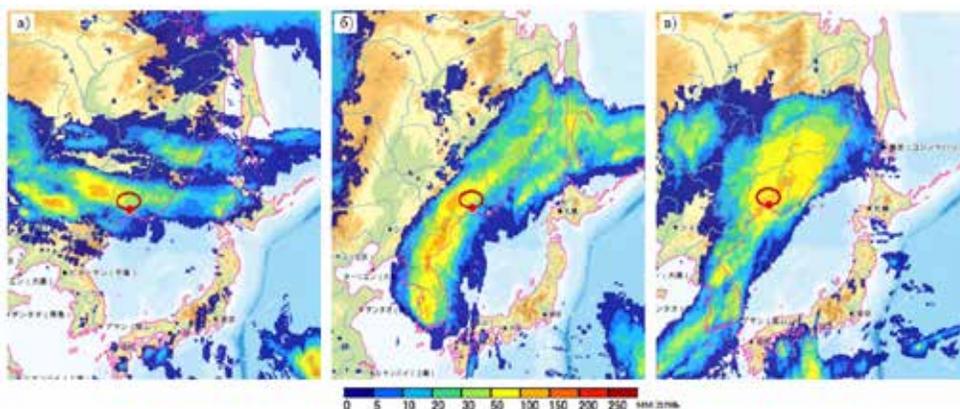


Рис. 1. Поле атмосферных осадков за 2 августа (а), 11 августа (б) и 30 августа (в) 2023 г. (красная линия – контур бассейна р. Раздольная) [8]

Fig. 1. Precipitation field on August 2 (a), August 11 (b) and August 30 (c), 2023 (red line – contour of the Razdolnaya River basin) [8]

При этом поверхности водосборов речной системы р. Раздольная, находясь в состоянии полной влагоемкости, стали водоупорными для дождевой воды. По наблюдениям на метеостанции г. Уссурийск почва начиная с 3 августа была влажной, сырой или затопленной водой вплоть до конца месяца (лишь 2 дня, 20 и 21 августа, она была относительно сухой).

С 3 августа на р. Раздольная начинается подъем уровня, который 6 августа достигает отметок выхода воды на пойму в створах г. Уссурийск и с. Тереховка (рис. 2). По мере продолжения дождей с этой даты начинается формирование и прохождение быстроразвивающегося паводка. За сутки вода в створе г. Уссурийск достигает уровня неблагоприятного явления (НЯ) (подъем составляет 1.5 м), затопливаются пониженные территории.

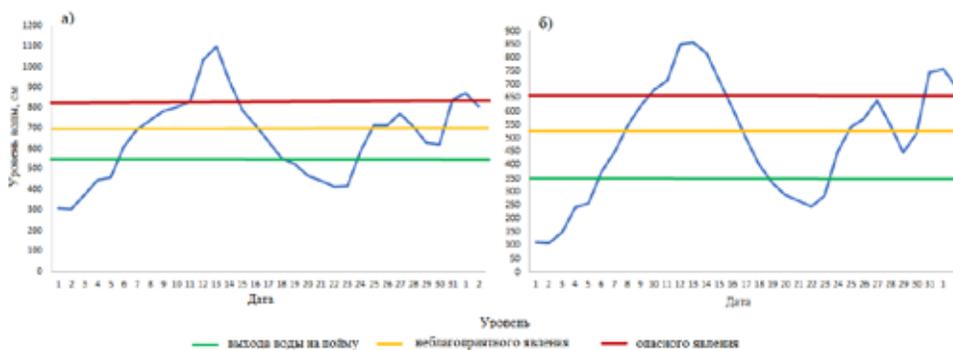


Рис. 2. График хода уровней воды в створах на р. Раздольная – г. Уссурийск (а) и с. Тереховка (б) за период 01.08–02.09.2023 г.

Fig. 2. Graphs of water levels of the Razdolnaya River in the sections - Ussuriysk City (a) and Terekhovka Settlement (b) for the period 01.08-02.09.2023

В связи с развитием паводка в с. Тереховка подъем уровня за трое суток (06.08–09.08.2023) составил 2 м и достиг НЯ. Создалась угроза достижения критических отметок уровней воды с подтоплением участков дорог, низководных мостов, хозяйственных объектов. Водность р. Раздольная в этот период в среднем и нижнем течении превысила норму в 4.7–6.0 раза. Количество осадков с 3 по 8 августа на этой территории составило около 80 мм.

11 августа в среднем течении реки выпало максимальное за август суточное количество осадков – 125 мм (около месячной нормы), а в нижнем – 41 мм (см. рис. 16). На характер выпадения дождей прямое влияние оказал бывший тропический циклон «Ханум» и полярный фронт. В г. Уссурийск сильные и очень сильные дожди в условиях повышенной водности и переувлажнения территории бассейна привели к вечеру 11 августа к достижению уровнем воды отметки опасного явления (820 см). В створе с. Тереховка вследствие интенсивного быстроразвивающегося паводка критические отметки уровня были достигнуты к утру 12 августа 2023 г.; 12–13 августа зафиксированы максимальные уровни воды: 1118 см (г. Уссурийск) и 891 см (с. Тереховка). Подъем воды за сутки составил соответственно 2.98 и 1.41 м. Пик паводка во втором створе был достигнут на 12 ч раньше, чем в первом.

Далее происходит спад уровня воды, который опускается до отметки выхода воды на пойму к 18 августа (в этот период водность р. Раздольная остается выше нормы в 7 раз). Интенсивность спада составляет преимущественно 1.1 – 0.84 м/сут. Отмечается постепенное освобождение поймы от подтопления. К 22 августа уровень фиксируется на «допаводочных» отметках в 409 и 241 см.

Однако 23 августа южный волновой циклон с системой атмосферных фронтов, образовавшийся над Желтым морем, вызвал очень сильные дожди – в нижнем течении выпало около 110 мм, а в среднем – 71 мм осадков. За эти прошедшие сутки сильные дожди обусловили подъем уровня, который к 24 (г. Уссурийск) и 27 августа (с. Тереховка) превысил категорию НЯ. Значительная волна фронтальных осадков наблюдалась 29–30 августа. На рис. 1в по спутниковым данным приведено суточное распределение осадков 30 августа, когда в нижнем течении р. Раздольная выпало до 180 мм дождя (что превысило месячную сумму осадков).

В условиях прохождения циклона, сопровождаемого сильными и очень сильными дождями, с 30 августа наблюдался подъем новой волны паводка, при достижении опасных гидрологических отметок (874 и 770 см) отмечались значительные подтопления территорий. Подъем воды за эту волну паводка составлял 1.4–0.8 м за сутки. За период 31 августа – 1 сентября фиксировались максимальные уровни воды (см. рис. 2); со 2 сентября начался интенсивный их спад.

В результате поступления огромного количества пресной воды из р. Раздольная и выпадения обильных осадков непосредственно на акваторию Амурского залива произошло значительное опреснение морской воды в заливе.

В итоге пострадали предприятия, ориентированные на производство аквакультуры. Например, в б. Экспедиции в Хасанском районе в поверхностных слоях вода была практически пресная, на мелководье наблюдалась гибель объектов выращивания, а в морскую акваторию вынесло пресноводные организмы.

Заключение и выводы

Выдающееся наводнение в августе 2023 г. в бассейне р. Раздольная обусловили интенсивные осадки, которые переувлажняли водосборный бассейн на протяжении месяца и во время «залповых» ливней вызвали 3 мощных паводка: первый, самый интенсивный быстроразвивающийся, паводок наблюдался 10–13 августа, второй – 24–27 августа, а третий – 30 августа–1 сентября.

Такой характер развития паводковой ситуации был обусловлен рядом причин: сложившейся особой формой глобальной атмосферной циркуляции, проявившейся в квазипо-

стоянстве интенсивной высотной фронтальной зоны; аномально-северным местоположением субтропического струйного течения; блокировкой западного переноса устойчивым высотным гребнем северо-тихоокеанского антициклона. Наблюдавшиеся таким образом в тропосфере и верхней стратосфере макромасштабные процессы вызвали: аномальный прогрев как приземного слоя воздуха, так и поверхностных вод Японского моря; обострение фронтальных разделов; возникновение волновых циклонов и выход тропических циклонов на северо-восток Китая, Корейский полуостров и Японские острова.

Выпавшие на китайской территории 1–3 августа экстремальные дожди обусловили катастрофичность первого паводка: в КНР были произведены попуски воды из водохранилищ, расположенных в основном русле р. Суйфун, что вызвало «цепную реакцию» в ее среднем и нижнем течении. В результате осадков высокой интенсивности 3–11 августа и добегания паводочной волны с верхнего течения реки 12 августа 2023 г. уровень воды на посту наблюдений р. Раздольная – с. Тереховка достиг отметки 891 см, превысив предыдущий исторический максимум на 20 см (в августе 1943 г. – 871 см).

Второй паводок, вызвавший подъем уровня воды до отметок неблагоприятного явления, произошел 24–27 августа и был обусловлен интенсивными многодневными осадками (превысившими месячную норму) в нижнем и среднем течении. Заключительная волна фронтальных осадков (в среднем они составили около двух третей месячной нормы), которые выпали на всей территории водосборного бассейна реки, наблюдалась 29–30 августа; сильные и очень сильные дожди 30 августа–1 сентября вызвали подъем уровня воды, превысившего категорию опасного явления.

Не исключается возможность влияния на процесс формирования паводков в бассейне р. Раздольная в 2023 г. таких антропогенных факторов, как вырубка лесов, распашка пойм, засорение русел рек, попуски воды из китайских водохранилищ, несовершенство гидротехнических сооружений.

Литература

1. Федоровский А.С., Бортин Н.Н., Горчаков А.М., Милаев В.М. Ливневые дожди как фактор наводнений в Приморском крае // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2019. № 4. С. 144–168.
2. Архив погоды. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tp5.ru/> (дата обращения: 14.11.2023).
3. Сайт Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://meteo.ru/data> (дата обращения: 20.01.2024).
4. Сайт Японского метеоагентства. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.jma.go.jp/bosai/weather_mar (дата обращения: 14.11.2023).
5. Сайт Гидрометцентра России. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://meteoinfo.ru> (дата обращения: 03.09.2023).
6. Сайт Приморского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.primgidromet.ru> (дата обращения: 17.10.2023).
7. Геоинформационный портал ГидроДФО. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://meteo-dv.ru/hydro_dfo/ (дата обращения: 01.10.2023).
8. Сайт G-Portal (Japan Aerospace Exploration Agency). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gportal.jaxa.jp/gpr/> (дата обращения: 14.11.2023).
9. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 18, вып. 3. Приморье / под ред. А.П. Муранова. Л.: Гидрометеоздат, 1972. 452 с.
10. Болгов М.В., Трубецкова М.Д., Филиппова И.А., Харламов М.А. Особенности выпадения экстремальных осадков в бассейне реки Амур летом 2013 г. // География и природные ресурсы. 2017. № 2. С. 37–45.
11. Махинов А.Н., Ким В.И., Воронов Б.А. Наводнение в бассейне Амура 2013 года: причины и последствия // Вестн. ДВО РАН. 2014. № 2. С. 5–14.
12. Мезенцева Л.И., Соколов О.В., Друзь Н.И. Атмосферная циркуляция над Дальним Востоком в 2013 г. при экстремальном наводнении в бассейне Амура // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 180. С. 261–272.
13. Василевская Л.Н., Лисина И.А., Василевский Д.Н., Агеева С.В., Подвербная Е.Н. Метеорологические условия формирования сильного наводнения в бассейне реки Амур в 2019 году. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2020. № 2 (376). С. 90–108.
14. Дубина В.А., Шамов В.В., Плотников В.В. Катастрофическое наводнение в Приморье в августе 2018 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 5. С. 253–256.

15. Дубина В.А., Плотников В.В., Круглик И.А., Дабижа М.К., Черномырдина И.Н., Ромашечкина Е.А. Результаты экологического спутникового мониторинга юго-востока России в 2018 г. // Научные труды Дальрыбвтуза. 2019. Т. 47, № 1. С. 5–12.
16. Лисина И.А., Василевская Л.Н., Василевский Д.Н., Крамарева Л.С., Шамилова Ю.А. Анализ причин наводнения на реке Партизанская (Приморский край) в сентябре 2022 года // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2023. № 1 (387). С. 102–119.
17. Анализ гидрометеорологических процессов и погодных условий в августе 2023 г. по территории Приморского края. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ferhri.ru/images/stories/FERHRI/science/Articles/weatherconditions_aug2023.pdf (дата обращения: 17.10.2023).
18. Climate characteristics and factors behind heavy rainfall during the Baiu1 season in 2023 and extremely high temperatures from mid-July onward. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.data.jma.go.jp/tcc/data/news/press_20230928.pdf (дата обращения: 15.10.2023).

References

1. Fedorovskiy, A.S.; Bortin, N.N.; Gorchakov, A.M.; Milayev, V.M. Rain storms as a flood factor in aritime region. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*. 2019, 4, 144-168. (In Russian)
2. Weather Archive. Available online: <https://rp5.ru/> (accessed on 14 November 2023). (In Russian)
3. Website of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydrometeorological Information – World Data Center. Available online: <http://meteo.ru/data>. (accessed on 20 January 2024). (In Russian)
4. The website of the Japanese Meteorological Agency. Available online: https://www.jma.go.jp/bosai/weather_map (accessed on 14 November 2023). (In Russian)
5. Website of the Hydrometeorological Center of Russia. Available online: <https://meteoinfo.ru>. (accessed on 09 September 2023). (In Russian)
6. Website of the Primorsky Department of Hydrometeorology and Environmental Monitoring. Available online: <http://www.primgidromet.ru>. (accessed on 17 October 2023). (In Russian)
7. Geoinformation portal of HydroDFO. Available online: https://meteo-dv.ru/hydro_dfo/ (accessed on 01 October 2023). (In Russian)
8. G-Portal website (Japan Aerospace Exploration Agency). Available online: <https://gportal.jaxa.jp/gpr/> (accessed on 14 November 2023). (In Russian)
9. Surface water resources of the USSR, vol. 18, issue 3, Primorye / edited by A.P. Muranov. Hydrometeoizdat: Leningrad, Russia, 1972; 452 p. (In Russian)
10. Bolgov, M.V.; Trubetskova, M.D.; Filippova, I.A.; Kharlamov, M.A. Features of extreme precipitation in the Amur River basin in the summer of 2013. *Geography and natural resources*. 2017, 2, 37-45. (In Russian)
11. Makhinov, A.N.; Kim, V.I.; Voronov, B.A. The 2013 Amur Basin flood: causes and consequences. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2014, 2, 5-14. (In Russian)
12. Mezentseva, L.I.; Sokolov, O.V.; Druz, N.I. Atmospheric circulation over the Far East in 2013 during extreme flooding in the Amur basin. *Izvestiya TINRO*. 2015, 180, 261-272. (In Russian)
13. Vasilevskaya, L.N.; Lisina, I.A.; Vasilevsky, D.N.; Ageeva, S.V.; Podverbnaya, E.N. Meteorological conditions formation of severe flooding in the Amur River basin in 2019. *Hydrometeorological Research and Forecasting*. 2020, 2 (376), 90-108. (In Russian)
14. Dubina, V.A.; Shamov, V.V.; Plotnikov, V.V. Catastrophic flooding in Primorye in August 2018. *Current problems in remote sensing of the Earth from space*. 2018, 15(5), 253-256. (In Russian)
15. Dubina, V.A.; Plotnikov, V.V.; Kруглик, I.A.; Dabizha, M.K.; Chernomyrdina, I.N.; Romashechkina, E.A. Results of environmental satellite monitoring of the South-East of Russia in 2018. *Scientific journal of Dalrybvtuz*. 2019, 47(1), 5-12. (In Russian)
16. Lisina, I.A.; Vasilevskaya, L.N.; Vasilevsky, D.N.; Kramareva, L.S.; Shamilova, Yu.A. Analysis of the causes of flooding on the Partizanskaya River (Primorsky Krai) in September 2022. *Hydrometeorological Research and Forecasting*. 2023, 1(387), 102-119. (In Russian)
17. Analysis of hydrometeorological processes and weather conditions in August 2023 on the territory of Primorsky Krai. Available online: http://www.ferhri.ru/images/stories/FERHRI/science/Articles/weatherconditions_aug2023.pdf (accessed on 17 October 2023). (In Russian)
18. Climate characteristics and factors behind heavy rainfall during the Baiu1 season in 2023 and extremely high temperatures from mid-July onward. Available online: https://www.data.jma.go.jp/tcc/data/news/press_20230928.pdf (accessed on 15 October 2023).

Статья поступила в редакцию 13.03.2024; одобрена после рецензирования 18.12.2024; принята к публикации 25.12.2024.

The article was submitted 13.03.2024; approved after reviewing 18.12.2024; accepted for publication 25.12.2024.