

Роль паводков в современном водном режиме рек Европейской территории России (ЕТР)

Езерова Наталия Николаевна, Киреева Мария Борисовна, Фролова Наталья Леонидовна
Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Традиционно, по классификации Б. Д. Зайкова, реки Европейской территории России относят к рекам Восточно-Европейского типа водного режима, для которых более 50 % годового стока проходит в период весеннего половодья. Однако за последние десятилетия водный режим рек данной территории претерпел серьёзные изменения, которые связаны, главным образом, с климатическими факторами. Согласно анализу метеорологических данных последние 30 лет были самыми тёплыми и влажными за всё время инструментальных наблюдений. Важным следствием увеличения водности летней межени и числа оттепелей, а также снижения глубины промерзания является увеличение подземной составляющей стока и рост потерь талого стока. За счёт этого возрастает роль паводочного стока, особенно в зимний период. Однако как показывают исследования, такие тенденции характерны не для всего изучаемого региона: есть районы, где роль паводочного стока в годовом, напротив, уменьшается. Это районы севера. Для них вышеописанные процессы либо совсем отсутствуют, либо их влияние настолько мало, что оно не сказывается на изменении внутригодового стока.

Основной целью работы являются анализ и оценка изменения современного водного режима рек ЕТР, выявление трансформации, главным образом, паводочного стока. Основная задача – оценить роль паводков в изменении водного режима для территории под воздействием климатических факторов. Для её выполнения необходимо было выявить изменения характеристик паводков в различные сезоны года, провести анализ и статистическую оценку этих изменений в разных природных регионах, проследить влияние изменений паводочного стока на другие характеристики водного режима и проанализировать изменения соотношений элементов речного стока. Кроме того, был поставлен ряд более частных задач, которые, тем не менее, являются неотъемлемой частью работы, поскольку делают анализ наиболее комплексным и полноценным.

Паводки – это относительно интенсивные подъёмы воды в русловой сети, измеряемые по высоте уровня или по величине расхода. Паводки характеризуются крутым подъёмом уровня и расхода и последующим почти столь же быстрым спадом. При этом максимальный расход паводка может в десятки, сотни и тысячи раз превышать предшествующий расход межени или базисный сток. Началом паводка считается момент, когда уровень воды впервые резко превышает характерный уровень межени, и продолжается паводок до того момента, пока уровень воды не упадёт до той же или другой условной отметки. Точное начало или окончание паводка можно определить только по так называемым сухим логам, то есть там, где межени расход равен нулю. Особо важное значение имеют экстремальные повышения уровня воды при катастрофических паводках. Паводки на реках ЕТР имеют разное происхождение и условия формирования. Из-за многообразия сочетаний различных факторов и процессов, определяющих возникновение паводков, существует большое количество классификаций и характеристик, описывающих эту фазу водного режима. Условно факторы формирования паводков можно подразделить на две группы: региональные и случайные. К первой группе относят такие факторы, как географическое

положение, климат и прочие; ко второй – так называемые, повторно возникающие, например, осадки, и индивидуальные особенности каждого бассейна. Условиями возникновения интенсивного паводочного стока являются осеннее увлажнение, сумма осадков, положительные температуры за зиму, глубина промерзания почв и базисный сток.

На этапе подготовки данных на ЕТР отбирались наиболее крупные реки с площадью бассейна более 20 тыс. км², которые бы отражали структуру водного режима и его особенности в целом для всего этого региона. Первоначально было выбрано 20 створов – для них в будущем планируется провести расчёты. На текущем этапе анализ проведён для четырёх отобранных репрезентативных бассейнов – крупнейших по площади водосбора в своих районах. Для северных рек в качестве такого створа был взят бассейн р. Северная Двина в г. Усть-Пинега (F=348 тыс. км²). В Камском бассейне – водосбор реки Вятка – ст. Вятские Поляны (F=124 тыс. км²). Верхне-Волжский район представлен бассейном р. Оки в г. Муром (F=188 тыс. км²). На юге Европейской России в качестве репрезентативного створа был выбран р. Дон – ст. Казанская (F= 102 тыс. км²).

Для автоматизации обработки гидрометеорологической информации совместно с институтом Водных Проблем на языке фортран была разработана программа по генетическому расчленению гидрографа реки на основе данных о суточных расходах воды на базе методики Б. И. Куделина. Необходимо было разработать такой алгоритм, который бы, учитывая особенности каждой конкретной реки, правильно отделял на гидрографе подземную и поверхностную составляющую стока. В связи с этим, основу программы составляют 12 калибруемых параметров, регулирующих корректность расчленения. Они отвечают за интенсивность спада или подъёма расходов воды на волне половодья, даты самого раннего и позднего начала половодья, максимально допустимое превышение грунтовой составляющей после прохождения половодья и другие. Для каждого водохозяйственного года считаются различные характеристики стока, такие как среднегодовой и максимальный расходы воды, даты начала половодья, даты наступления максимальных расходов воды, различные характеристики минимального и паводочного стока. Важной частью программы является то, что в её алгоритме учтены возможные пропуски в наблюдениях и ошибки, допущенные при сборе данных.

Для каждого репрезентативного бассейна проводился анализ характерных изменений внутригодового распределения: весеннего половодья и межени; объёмов паводочного стока отдельно для летнего и зимнего периодов; максимальных расходов паводков и их соотношения с максимальными расходами половодья. Также было отмечено изменение продолжительности половодья – смещение дат его наступления и окончания. Анализировались не только общие тенденции изменений, но и был проведён статистический анализ по двум временным периодам – до 1977 года и после него, поскольку это время (конец 1970-х гг.) по результатам последних исследований считается началом периода климатических изменений – после 1978 года динамика внутригодового распределения стока наиболее интенсивна.

Уже на данном этапе проведённые исследования показывают, что за последние 30 лет наблюдается смещение дат наступления, а особенно, окончания половодья. Продолжительность половодья, а следовательно и его сток, и доля в годовом режиме, не

езде, но сокращается. Так, на Дону – ст-ца Казанская до 1977 гг. средняя дата окончания половодья приходилась на 22 мая, а за прошедшие 1978 – 2011 гг. она сместилась на 1 мая. То есть продолжительность половодья сократилась на три недели, что составляет треть от общей средней продолжительности половодья в этом районе. На реках Ока, Вятка и Северная Двина сокращение продолжительности половодья весьма незначительное – всего 4–7 дней. То есть это явление мало влияет на внутригодовое распределение стока у рек северных регионов и центральных, а характерно только для юга ЕТР.

На реках средней и южной полосы ЕТР, в целом, наблюдается увеличение паводочного стока. Так, летом на всех анализируемых водосборах было установлено увеличение самого паводочного стока: р. Дон – на 150 %, р. Вятка – на 47 %, р. Ока – на 41 %. Зимой паводочный сток увеличивается за счёт грунтовой составляющей на р. Дон и р. Ока, а на р. Вятка происходит «чистое» увеличение (без учёта грунтовой составляющей) паводочного стока – на 39 %. Максимальные расходы паводков в летний период возросли от 42 % на р. Вятка до 60 % на реках Ока и Дон, в зимний период – от 36 % на р. Дон до 48 % на реках Ока и Вятка. Уменьшение соотношений за половодье и паводки объёмов стока составило от 23 % на р. Вятка до 63 % на р. Дон; максимальных расходов – от 30 % на р. Вятка до 62 % на р. Дон. На севере ЕТР, наоборот, наблюдается уменьшение паводочного стока. В бассейне р. Северная Двина – г. Усть-Пинега паводочный сток, начиная с конца 1970-х гг., снизился зимой на 42 %, летом – на 27%. (рис.1)

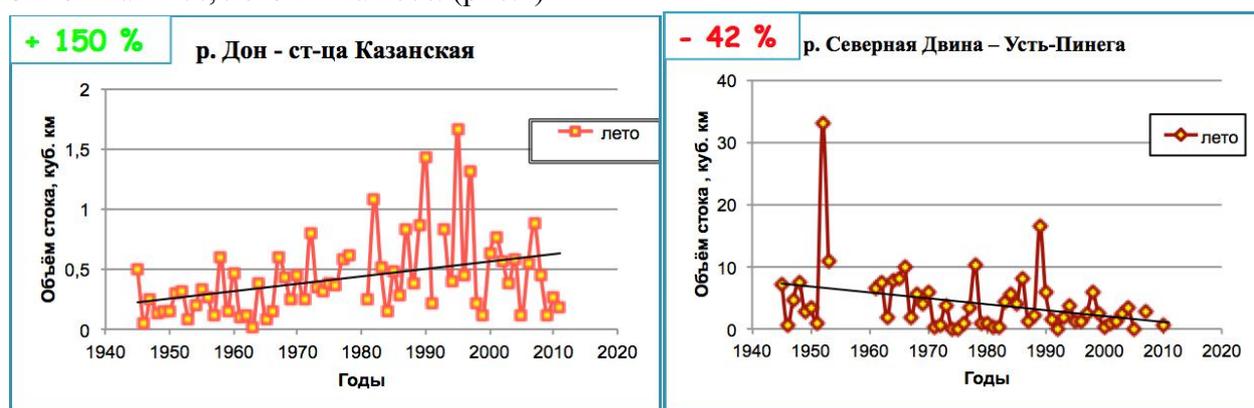


Рис.1. Изменение объёмов паводочного стока летом на юге (р.Дон, слева) и на севере (р. Северная Двина, справа) ЕТР

Максимальные расходы паводков так же уменьшились летом на 6 %, зимой на 22 %. Закономерно произошло увеличение соотношений за половодье и паводки стока – на 19 %, максимальных расходов на 3%.

Корреляция максимальных паводочных расходов в летний и зимний период с расходом грунтовой составляющей составила 79 %. Коэффициент множественной корреляции связи объёма стока зимних паводков без учёта грунтовой составляющей с максимальными расходами в половодье составил 0,6. Также, была выявлена тесная взаимосвязь паводочного стока с грунтовой составляющей.

Таким образом, результаты расчётов показали, что в последние 30 лет (начиная с конца 1970-х годов) в средней и особенно, южной полосах ЕТР наблюдается снижение объёмов половодья, рост меженных расходов воды и увеличение доли паводочного стока в годовом. На гидрографах отчётливо видна трансформация внутригодового распределения стока. Снижение объёмов половодья происходит в основном за счёт увеличения объёма зимних

паводков, возрастающих на большинстве рек на 30 – 40 %. Повышается питание подземных вод. Именно увеличение доли оттепельных паводков, а также значительное повышение их максимальных расходов приводит к перераспределению стока внутри года, повышению водности межени, росту коэффициента естественной зарегулированности. Таким образом, некоторые реки ЕТР с трудом можно относить к рекам с Восточно-Европейским типом водного режима, поскольку сток весеннего половодья составляет менее 50 % годового стока. Однако северная полоса ЕТР, напротив, имеет обратные по направленности тенденции в изменении характеристик паводков – роль паводочного стока в годовом за последние 30 лет здесь заметно снизилась.