

Ледовый режим рек Донского бассейна на рубеже веков

В. А. Дмитриева ✉, О. В. Евтеева

Воронежский государственный университет,
Российская Федерация
(394036, г. Воронеж, Университетская пл., 1)

Аннотация. Цель исследования заключается в анализе фаз ледового режима и сравнительной характеристике динамики ледовых образований на реках Верхнего Дона на границе XX и XXI вв.

Материалы и методы. В основу работы положены материалы наблюдений за ледовыми явлениями на 4-х гидропостах Липецкой, Воронежской и Белгородской областей за 1950-2021 гг. Они заимствованы из Государственного водного кадастра, фондов Росгидромета. В анализ включены даты образования льда, длительность осеннего и весеннего ледохода, периодов ледостава и ледовых явлений. Обработка исходной информации выполнена методами общегеографическими, расчетно-графическими, географо-гидрологическими, статистическими.

Результаты и обсуждение. Изучение ледового режима р. Дон за временные отрезки 1950-1985 гг. и 1986-2021 гг. показало сдвиг даты возникновения ледовых характеристик осенью на более поздние сроки и более ранние сроки вскрытия рек весной при изменении их продолжительности. Отмечается сокращение продолжительности устойчивого ледостава до полного отсутствия в г. Павловск с 2014 г., г. Бобров с 2018 г., г. Алексеевка с 1980-х гг. При этом возросла продолжительность заберегов, ледохода. Увеличение повторяемости приобретает образование несплошного льда с 54 до 107 суток вниз по течению Дона в 1986-2021 гг.

Заключение. Ледовый режим рек Донского бассейна на рубеже XX и XXI вв. характеризуется существенной трансформацией, вызванной климатическими изменениями и антропогенным влиянием на территории водосборов. Сформировались аномальные черты, особенности или новые закономерности (полное отсутствие ледостава, изменение сроков и продолжительности ледяных образований и др.), которые являются ответом на современные климатические вызовы.

Ключевые слова: река, бассейн Верхнего Дона, ледовый режим, температура воды, температура воздуха, фазы ледового режима.

Для цитирования. Дмитриева В. А., Евтеева О. В. Ледовый режим рек Донского бассейна на рубеже веков // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 2025, № 4, с. 75-83. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/4/75-83>

ВВЕДЕНИЕ

Изучение ледового режима рек представляет научный и практический интерес. Научная сторона познания возникает в связи с современными климатическими изменениями и потенциальной реакцией на них ледовых явлений, а практическая сторона интереса усиливается при эксплуатации рек и их водных ресурсов для удовлетворения различных жизненно важных для человека потребностей. Но, несмотря на востребованность, современный ледовый режим изучен в значительно меньшем объеме, чем другие составляющие гидрологического режима, к примеру, водный режим рек. Наиболее полно ледовый режим рек нашей страны представлен в монографии Р. В. Донченко [11]. Однако, в настоящее время эти исследования и представления о ледовом режиме нуждаются в уточнении и дополнении в соответствии с реакцией водных объектов на текущие изменения климата и человеческую деятельность. В среде научных исследований наибольшее внимание уделено ледовому режиму

рек арктического бассейна России [2, 3 и др.]. Авторы отмечают, что потепление климата вызывает смещение дат появления ледовых образований, меняет условия вскрытия и образования опасных ледовых явлений – заторов и зажоров, продолжительность ледовых образований. На реках более глубокой континентальной части России также отмечаются существенные изменения в процессах ледообразования и вскрытия рек от льда [8, 9, 13]. На примере рек бассейна Молога, устья Северной Двины, Дона рассматривается состояние ледового режима, устанавливаются современные особенности и характерные черты, динамические подвижки в процессах осеннего ледообразования и весеннего разрушения ледовых явлений. Материалы исследований не являются исчерпывающими и нуждаются в дальнейшем развитии и уточнении.

Цель исследования заключается в анализе фаз ледового режима и сравнительной характеристике динамики ледовых образований на реках Верхнего Дона на границе XX и XXI вв.

© Дмитриева В. А., Евтеева О. В., 2025

✉ Дмитриева Вера Александровна, e-mail: verba47@list.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Настоящее исследование базируется на данных наблюдений по гидрологическим постам р. Дон – г. Данков, р. Дон – г. Павловск, р. Битюг – г. Бобров, р. Тихая Сосна – г. Алексеевка, и метеорологическим станциям: г. Лев Толстой, г. Лиски, г. Павловск, расположенным в пределах Липецкой, Воронежской и Белгородской областей. Временной интервал исследования – 1950-2021 гг.

Пункты стационарных наблюдений располагаются в разных частях бассейна и областях Центрального Черноземья, охватывающие разнородные участки территории. Для всех гидрологических постов выбран единый, сопоставимый по времени ряд. Сведения заимствованы из гидрологических ежегодников по 1992 г., а за последующие годы – из архивных фондов Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Частично материалы взяты из АИС ГМВО за 2008-2021 гг.

К рассмотрению приняты следующие характеристики ледового режима: дата появления ледяных образований, продолжительность осеннего и весеннего ледохода, периодов ледостава и ледовых явлений. Для анализа и сопоставления перечисленных выше параметров на рубеже веков рассматривались 2 равновеликих периода: 1950-1985 гг. и 1986-2021 гг.

Обработка и интерпретация материалов наблюдений и вычислений выполнялась с помощью общегеографических, расчетно-графических, географо-гидрологического, статистических методов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Река Дон является одной из главных водных артерий южной части России. Полная ее протяженность от истока в Тульской области до впадения в Таганрогский залив в Ростовской области составляет 1870 км, а водосборная площадь размещается на 422 000 км². Водные ресурсы реки играют важную роль для 15 субъектов Российской Федерации, в отраслевых экономиках которых они используются. Водозаборы осуществляются для покрытия нужд в сельском хозяйстве, промышленности, бытовом водопотреблении, а также реки служат для приема и утилизации сточных вод и других целей. Крупнейшими потребителями водных ресурсов Донского бассейна выступают тепловая и атомная энергетика, предприятия химической, нефтехимической, авиастроительной, пищевой и легкой промышленности. Водопользователями являются также отрасли сельского хозяйства и коммунально-бытового хозяйства [10].

В верхнем течении река не судоходна, но ниже г. Павловска, расположенного неподалеку от границы Верхнего Дона, совмещенной с административной границей Воронежской области [6], по реке сплавляются грузовые баржи и прогулочные катера. Использование реки для навигации требует знаний морфометрии и гидрологического режима речного потока и особенно ледового режима, с которым связаны сроки и продолжительность навигации и эксплуатации реки в хозяйственных целях водопользования.

Ледовый режим рек представляет «совокупность закономерно повторяющихся процессов возникновения, развития и разрушения ледяных образований на водных объектах» [5], все характерные признаки которого проявляются в режиме рек верхнедонского бассейна. Фактически, все реки Верхнего Дона, за исключением протекающих в южной части бассейна рек Тихая Сосна, Богучарка, Кантемировка и др., в современных климатических условиях можно отнести к водотокам с устойчивым ледоставом и с набором временных ледовых явлений (заберег, сало, ледоход, шуга). Образование последних может быть почти ежегодным (ледоход, заберег), или эпизодическим (шуга, сало, затор, зажор).

Исторически стадии замерзания и вскрытия ледового покрова на реках данного бассейна оказывали воздействие на периоды судоходства, ведение сельского хозяйства и в целом на жизнь речной биоты и населения прибрежных районов. Однако, продолжающийся рост глобальной температуры атмосферы, темпы которого на 1,5-2 °C выше нормы за последние 50 лет [16], оказывает воздействие на процесс ледового режима и его характеристики. При этом водная масса является одновременно и посредником между атмосферой и наземной гидросферой, и естественной средой ледообразования. В период открытого русла между среднемесячной температурой воздуха и максимальной месячной температурой воды существует тесная корреляционная зависимость, характерная для рек рассматриваемого речного бассейна (рис. 1).

Физико-географические условия вместе с морфологическими и гидрологическими особенностями рек формируют своеобразные черты продолжительности периодов ледообразования и ледоразрушения [4]. Процесс ледообразования на реках Донского бассейна начинается, как правило, с появления заберегов и сала. В прошлом тысячелетии данные ледяные образования начинали формироваться в конце ноября – середине декабря. В настоящем времени же отмечаются сдвиги в датах их появления на более поздний период, который приходится на конец декабря – начало января. Колебания сроков формирования рассматриваемых характеристик и фаз ледовых явлений на р. Дон и ее притоках обусловлены сочетанием метеорологических факторов и водности реки. Степень влияния последней особенно преобладает на реках с меридиональным направлением течения, в то же время менее значима для рек, чьи водосборы вытянуты в широтном направлении [1].

Забереги относятся к наиболее часто встречающимся ледовым явлениям, с которых начинается осеннее ледообразование, и носящим стабильный характер в современном ледовом режиме. Они представляют собой тонкие полосы льда, смерзающиеся с берегами при свободной от льда массе воды. Данная фаза ледового режима проявляет себя на рассматриваемых гидрологических постах во все годы, за исключением 1954 и 1956 гг. в р. Дон – г. Данков и 1991 г. в р. Дон – г. Павловск, когда она не отмечалась. Из анализа исходных материалов следует, что в среднем на всех рассмотренных постах



Рис. 1. Корреляция среднемесячной температуры воздуха и максимальной температуры воды р. Дон – г. Павловск за 1950-2021 гг.

[Fig. 1. Correlation of average monthly air temperature and maximum water temperature of the Don River – Pavlovsk city for 1950-2021]

наблюдается постепенное нарастание повторяемости за- берегов с 2001 г., а на посту р. Битюг – г. Бобров с 1978 г. Нарушение указанной динамики выявляется в р. Тихая Сосна у г. Алексеевка, где с 2004 г. происходит незна- чительное снижение продолжительности заберегов при общем преобладании их количества в других пунктах наблюдения. Динамика максимальной и минимальной продолжительности заберегов за рассматриваемые пе- риоды сопоставления отражена в таблице.

Сравнение максимальной продолжительности забе- регов по анализируемым периодам (см. табл.) указывает на общую тенденцию возрастания вниз по течению Дона при одновременном её сокращении в текущем столетии, за исключением р. Тихая Сосна, наибольшая продолжи- тельность заберегов в которой составила 139 суток.

К ежегодным ледовым образованиям на реках Дон- ского бассейна относится осенний ледоход, состоящий из отдельно плывущих льдин. В годы неустойчивых температур воздуха холодного периода процесс обра- зования льда характеризуется непостоянством, а его длительность тесно связана с региональными усло- виями протекания и морфометрией реки, в частности, наличием перекатов, впадением притоков, размерами площади водосбора [1]. Продолжительность ледохо- да составляла в 1950-1985 гг. максимально 18 суток (р. Дон – г. Данков) и минимально 6 суток (р. Битюг – г. Бобров). В последующий период, 1986-2021 гг. про- должительность ледохода существенно сократилась до 4 – 0 суток, за исключением р. Дон – г. Павловск, в которой отмечается противоположная тенденция воз- растания на 3 суток (см. табл.).

При дальнейшем понижении температуры воздуха в сторону отрицательных значений и с последующим

охлаждением воды отдельные куски льдин кристал- лизируются в ледяные поля. Данный процесс характе- ризуется становлением на реке сплошного ледостава. Его формирование в верхней части Донского бассейна происходит раньше, чем в низовьях [7]. В прошлом ты- сячелетии на крайнем верхнем посту, р. Дон – г. Дан- ков, ледостав образовывался в среднем в конце ноября – начале декабря, а на крайнем южном, р. Дон – г. Пав- ловск, в середине – конце декабря. Одновременно про- исходит смещение дат на более поздние сроки, исклю- чением из данной тенденции является ледообразова- ние на гидропосту г. Данков.

Общая продолжительность ледостава зимнего се- зона меняется в диапазоне 156-128 суток в периоде 1950-1985 гг., и 126-0 суток в периоде 1986-2021 гг. (см. табл.).

По крайним значениям дат наступления и продол- жительности ледостава на реках Донского бассейна можно сделать вывод о том, что с 1995 г. происходит постепенное нарастание безледного периода. Так, фаза постоянного ледостава перестала наблюдаться на р. Дон – г. Павловск с 2014 г., а на р. Битюг – г. Бобров с 2018 г. Продол- жительность безледного периода увеличилась по рассматри- ваемым гидропостам в среднем на 25 суток. Выявленная динамика сдвига дат образования ледовых явлений на более поздние сроки, сокращение периода устойчивого ледового покрова в целом согласуется с исследованиями ледового режима других рек территории России.

Аномальным событием, особенностью, новой чер- той современного ледового режима или откликом на текущие климатические изменения следует считать полное отсутствие ледяных образований в холодный период года или их исключительно кратковременную

Таблица

Максимальная и минимальная продолжительность ледовых явлений на реках Верхнедонского бассейна
 [Table. Maximum and minimum duration of glacial phenomena on the rivers of the Upper Don Basin]

Река – пункт / River – point	1950-1985 гг.		1986-2021 гг.	
	Макс. / Max	Мин. / Min	Макс. / Max	Мин. / Min
р. Дон – г. Данков	Забереги			
	48	0	39	1
	Ледоход			
	18	0	4	0
	Ледостав			
	156	3	126	5
	Несплошной ледостав			
	70	0	54	3
р. Дон – г. Павловск	Забереги			
	68	2	83	0
	Ледоход			
	14	0	17	0
	Ледостав			
	128	0	125	0
	Несплошной ледостав			
	55	0	101	0
р. Тихая Сосна – г. Алексеевка	Забереги			
	135	0	139	22
	Ледоход			
	7	0	5	0
	Ледостав			
	142	0	0	0
	Несплошной ледостав			
	0	0	101	0
р. Битюг – г. Бобров	Забереги			
	131	2	66	10
	Ледоход			
	6	0	0	0
	Ледостав			
	138	21	103	0
	Несплошной ледостав			
	54	0	107	7

продолжительность. Так, на р. Тихая Сосна – г. Алексеевка данное событие не наблюдалось в 1960-1967 гг., 1973-1983 гг. и в течение всего периода 1985-2021 гг.

К характеристике ледостава относится образование несплошного льда.

Следует также отметить обратную зависимость между уменьшением количества постоянного ледостава на реке и увеличением заберегов вместе с несплошным ледоставом, которая прослеживается при сравнении графиков сплошного (рис. 2 вверху) и несплошного ледостава (рис. 2 внизу).

Максимальная продолжительность периода ледостава, равная 156 суткам в прошлом тысячелетии и 126 суткам в текущем столетии, наблюдается на севере Липецкой области у г. Данков (см. табл.). Минимальная же длительность устойчивого ледостава, со значениями 142 суток в прошлом веке и полное отсутствие

в настоящее время, отмечается в восточной части Белгородской области в г. Алексеевка (см. табл.). Это объясняется более суровыми метеорологическими условиями, более низким температурным режимом формирования ледового режима на реке Дон, чем на южных реках Верхонья.

Причиной полного отсутствия данной фазы ледового режима наряду с другими может выступать реконструкция русел рек Дона в 1950-х гг., в том числе реки Тихая Сосна, и отдаленно проявившееся в 1960-1970 гг. [6]. Последствиями водохозяйственной деятельности стало увеличение скорости воды в искусственных берегах рек, что затрудняло образование перемычек льда в местах с ограниченной ледопропускной способностью. Такими местами выступают русловые формы, крутые повороты русла, способствующие остановке ледяных образований и последующего уста-

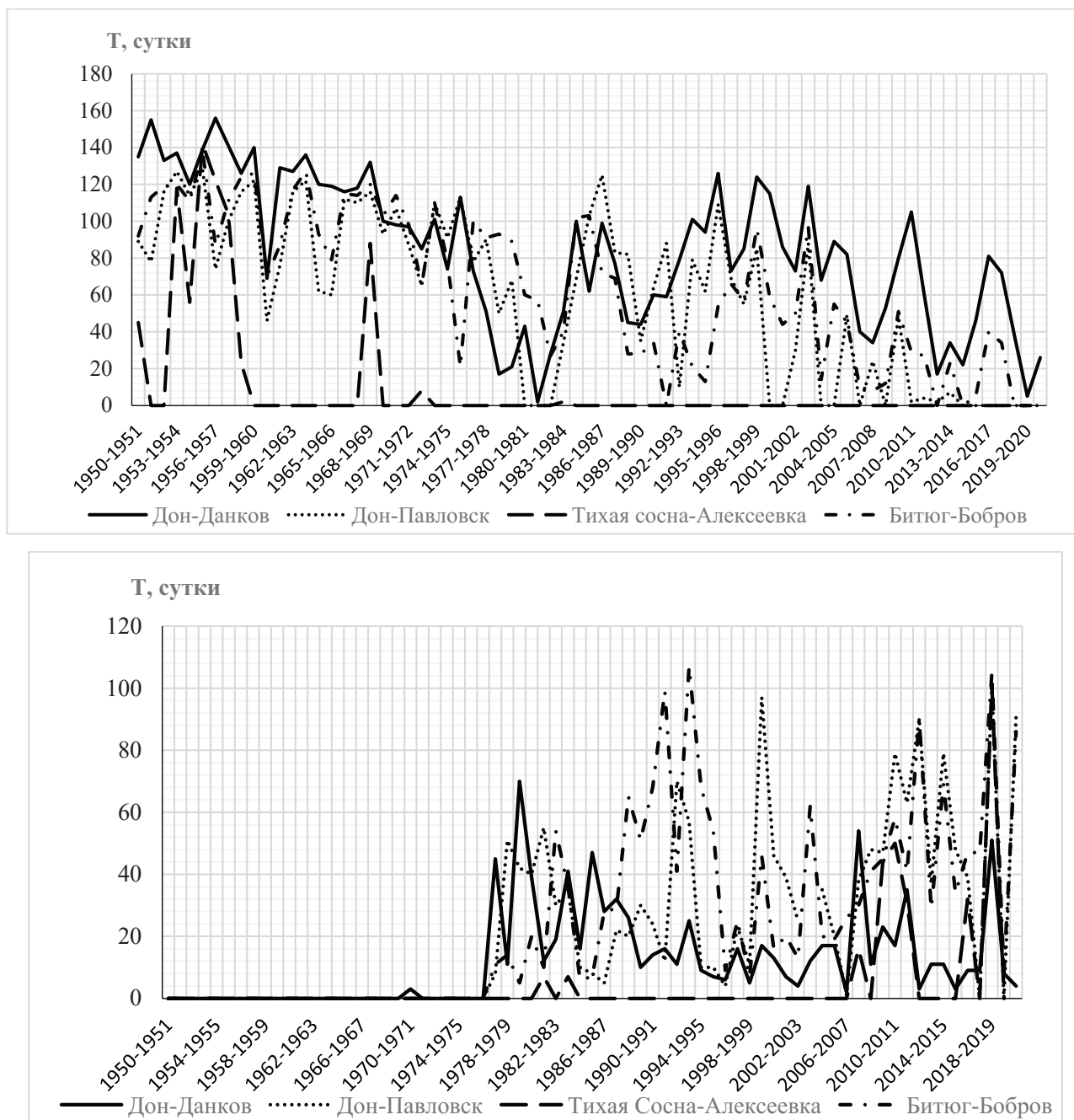


Рис. 2. Динамика продолжительности ледостава (вверху) и несплошного ледостава (внизу) рек Донского бассейна за 1950-2021 гг.
[Fig. 2. Dynamics of glaciation duration (above) and incomplete glaciation (below) of the Don River basin rivers for 1950-2021]

новления ледяного покрова [11]. В результате этого на реке Тихая Сосна наличие ледяного покрова сменилось устойчивым образованием заберегов.

Вскрытие рек Донского бассейна обусловлено термическими факторами, благодаря которым происходит изменение теплового баланса ледового покрова в положительную сторону. В результате описанного выше процесса растаявший снег способствует разрушению кристаллической структуры льда. Наиболее интенсивно это происходит у бере-

гов, в результате чего вдоль них образуются тонкие полосы чистой воды – закраины, с которых и начинается очищение водной массы от ледового покрова. Перед полным завершением данного процесса на некоторых реках наблюдается весенний ледоход. В границах бассейна реки Дон это явление начинается с низовья бассейна с последующим перемещением вверх по течению. На малых же реках освобождение водной массы от льда часто происходит за счет таяния льда на месте, из-за чего ледоход не отмечается [4].

Период вскрытия с последующим очищением рек в среднем приходится на конец марта – начало апреля. При анализе рассматриваемого временного диапазона не было выявлено смещения в датах весеннего ледохода, что связано с разрушением льда на месте его образования.

Продолжительность весеннего ледохода так же, как и рассмотренные выше ледовые явления претерпевает изменения (рис. 3). Так, у г. Данков, имеющего более северное географическое положение относительно других рассматриваемых постов, происходило постепенное уменьшение интенсивности весеннего ледохода, а с 2018 г. наблюдалось его отсутствие, за исключением 2005 и 2010 гг. Еще более показательная ситуация сложилась на реках Битюг и Тихая Сосна: движение льдин здесь в последний раз фиксировалось в 1989 и 1986 гг. соответственно. Однако, наблюдаемая географическая закономерность нарушается на самом южном гидрологическом посту – г. Павловск, где за весь рассматриваемый период наблюдений ледоход имеет стабильный характер образования.

Максимальная продолжительность весеннего ледохода в период с 1950-1985 гг. составляла 18 суток в створе Дон – г. Данков, в период же с 1986-2021 гг. – 17 суток в створе Дон – г. Павловск (см. табл.). Устойчивое появление весеннего ледохода на более нижнем створе р. Дон, нарушающее общую динамику мгновенного таяния ледового покрова на малых реках, объясняется антропогенной деятельностью. Возможной причиной выступают карьерные разработки гранита, проводящиеся на территории Павловского района [6]. Данный способ добычи охватывает крупные площади водосбора и провоцирует комплекс нарушений: разрыв единой гидравлической системы поверхностных и

подземных вод вместе с откачкой грунтовых вод. Таким образом, уменьшение интенсивности грунтового питания реки способствует увеличению толщины ледового покрова и образованию весной полноценного ледохода [12, 15].

Минимальная продолжительность весеннего ледохода, равная 0 суток, отмечалась в оба рассматриваемых полупериода на р. Битюг у гидрологического поста Бобров (см. табл.). Мгновенное разрушение ледового покрова весной на данной реке обусловлено уменьшением ее водности.

Важной особенностью современного ледового режима рек Донского бассейна следует считать мгновенное разрушение ледового покрова в весенний период: лед тает на месте, без образования ледохода.

К эпизодическим ледовым образованиям на реках Верхнего Дона следует отнести такие образования, как сало, шуга, зажоры, заторы. Сало – иглообразные и пластинчатые ледовые образования, чей внешний вид схож с пятнами застывшего жира [14], возникает не ежегодно, и только на Тихой Сосне и Дону у Павловска. На Тихой Сосне сало отмечается с 1979 г., его максимальная продолжительность составляла 108 дней в 1995 г. и 26 в 2005 г. На р. Дон – г. Павловск это явление фиксировалось от начала анализируемого периода и по 1987 г., максимальная продолжительность – 31 день в 1951 г.

В отдельные годы на реках наблюдается шуга – скопления внутриводного льда, представленные комьями, «венками», «коврами». Движущаяся шуга образует шугоход в процессе перемещения шуги по поверхности течения или внутри потока. На больших реках шуга чаще наблюдалась в прошлом веке. Так, в р. Дон – г. Павловск наибольшая продолжительность приходилась на пери-

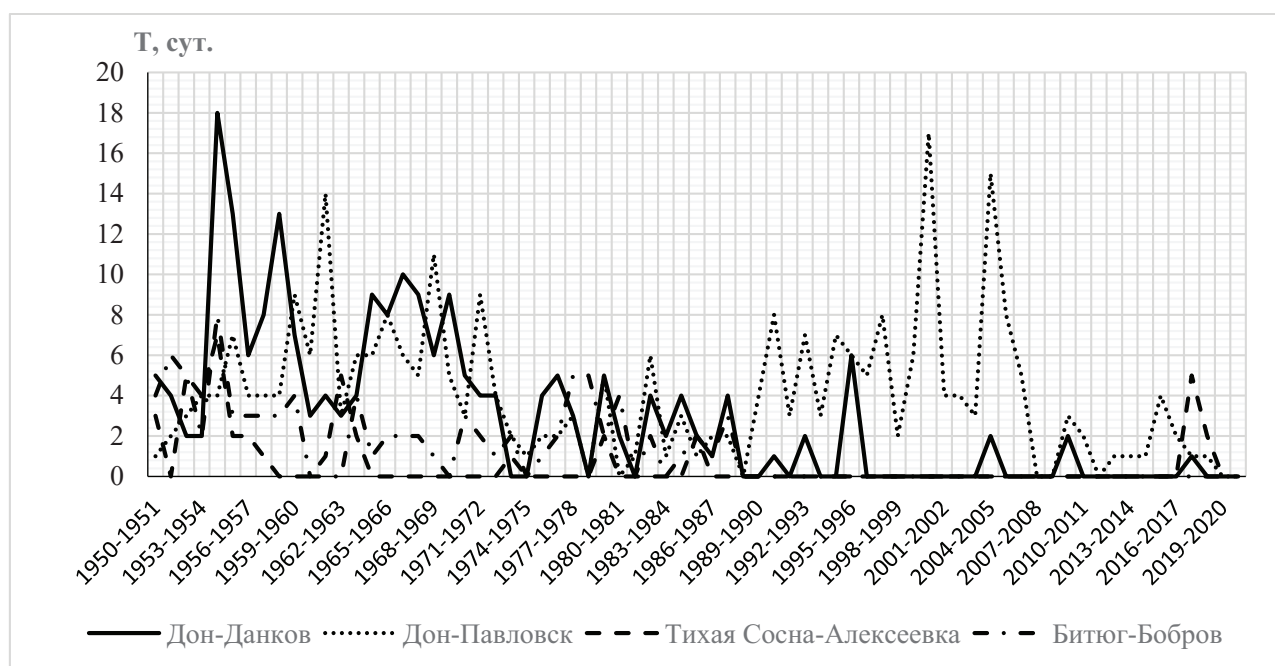


Рис. 3. Динамика продолжительности ледохода на реках Донского бассейна за 1950-2021 гг.

[Fig. 3. Dynamics of glaciation duration on the Don Basin rivers for 1950-2021]

од 1950-1989 гг. На других гидрологических постах это ледовое явление отмечалось гораздо реже, с продолжительностью от 1 дня (р. Дон – г. Данков) до 5 дней (р. Тихая Сосна – г. Алексеевка). Однако на реках бассейна Дона с водосборами меньше 10 000 км² шуга не образуется [13].

При длительной продолжительности шугохода на реках возникает опасное гидрологическое явление – зажор льда. Оно возникает благодаря скоплениям шуги и мелкобитого льда в русле, что влечет за собой повышение уровня воды. Это явление формируется в период осеннего становления льда в направлении снизу вверх по течению. На рассматриваемых постах данное ледовое явление наблюдалось только на гидрологическом посту р. Дон – г. Павловск с крайней продолжительностью 17 суток в 1956 г. Следует отметить, что формирование зажоров может происходить при отсутствии шуги или при минимальной длительности, например, 2 суток. Крайнее значение длительности зазора льда – 16 суток в 1976 г.

В период весеннего ледохода образуется иное опасное гидрологическое явление – затор льда, возникающий при скоплении льдин в русле. Он характерен преимущественно для рек, текущих с юга на север. Но и на реках бассейна Верхнего Дона наблюдаются заторы льда. За рассматриваемый период затор льда наблюдался 1 раз, в 1968 г., на р. Битюг – г. Бобров. Но на других притоках Верхнего Дона, например, Хопре, заторы льда образуются чаще [9,13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ледовый режим рек Донского бассейна на рубеже XX и XXI вв. характеризуется существенной трансформацией, вызванной климатическими изменениями и антропогенным влиянием на территории водосборов. Примерно с 1995 г. происходит постепенное и устойчивое нарастание безледного периода при одновременном смещении дат начала ледообразования на начало-середину декабря.

Максимальная продолжительность осенних заберегов – начальной фазы ледообразования – меняется неоднозначно. В реках Дон – г. Данков и Битюг – г. Бобров повторяемость их сократилась, а Дон – г. Павловск и Тихая Сосна – г. Алексеевка выросла.

Продолжительность устойчивого ледостава в р. Тихая Сосна – г. Алексеевка отсутствует все годы периода 1986-2021 гг. На остальных реках составляет максимально в р. Дон – г. Данков 126 суток, что меньше, чем в предыдущий период на 30 суток. На 35 суток сократилась продолжительность в р. Битюг – г. Бобров и равна 103 суткам.

Приобрело постоянный характер образование сплошного ледостава, в 1986-2021 гг. максимальная продолжительность фазы в р. Дон – г. Данков составила 54 суток, а на остальных гидропостах согласованно отмечалось в течение 101-107 суток.

Продолжительность фазы осеннего и весеннего ледохода суммарно увеличилась с 14 до 17 суток в р. Дон – г. Павловск. В остальных пунктах наблюдения отмечается сокращение продолжительности на 14-2 суток.

Ледовые образования сало, шуга, шугоход, затор и зажор носят несистематический характер образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонова С.А. Современные особенности ледового режима рек бассейна Дона // *Труды VIII международной научно-практической конференции «Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей»*, 2014, т. 1, с. 281-288.
2. Агафонова С.А. Ледовый режим рек арктической зоны Западной Сибири в современных климатических условиях // *Арктика и Антарктика*, 2017, вып. 2, с. 25-33.
3. Агафонова С.А., Василенко А.Н., Фролова Н.Л. Факторы образования ледовых заторов на реках бассейна Северной Двины в современных условиях // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*, 2016, № 2, с. 82-90.
4. Михайлов В.Н., Добролюбов С.А. *Гидрология: учебник для вузов*. Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2017. 752 с.
5. ГОСТ 19179-73 «Гидрология суши. Термины и определения». Москва, 1988. 36 с.
6. Дмитриева В.А. *Водные ресурсы Воронежской области в условиях меняющегося климата и хозяйственной деятельности*. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015. 192 с.
7. Дмитриева В.А. Гидрологический режим рек Донского бассейна // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2018, № 4, с. 77-84.
8. Дмитриева В.А., Евтеева О.В. Осеннее ледообразование на реке Девица // *Региональные эколого-географические и туристско-рекреационные исследования: сборник научных статей*, 2025, вып. 3, с. 340-344.
9. Дмитриева В.А., Литвинов П.В. Осеннее ледообразование на реках Донского бассейна // *Вопросы географии*, 2023, вып. 157, с. 433-435.
10. Доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2020 году». Москва: Росводресурсы, НИА-Природа, 2022. 510 с.
11. Донченко Р.В. *Ледовый режим рек СССР*. Ленинград: Гидрометеиздат, 1987. 247 с.
12. Курдов А.Г. *Минимальный сток рек (Основные закономерности формирования и методы расчета)*. Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1970. 251 с.
13. Лурье П.М., Панов В.Д. *Река Дон: гидрография и режим стока*. Ростов-на-Дону: Донской издательский дом, 2018. 592 с.
14. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 2, Ч. II. Ленинград: Гидрометеиздат, 1975. 264 с.
15. Панин А.В., Иванова Н.И., Голосов В.Н. Речная сеть и эрозионно-аккумулятивные процессы в бассейне Верхнего Дона // *Водные ресурсы*, 1997, № 6, с. 663-671.
16. *Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме*. Санкт-Петербург: Научно-технологические исследования, 2022. 124 с.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 15.09.2025

Принята к публикации: 25.11.2025

Ice Regime of the Don Basin Rivers at the Turn of the Century

V.A. Dmitrieva✉, O.V. Evteeva

Voronezh State University, Russian Federation
(1, Universitetskaya Sq., Voronezh, 394018)

Abstract. The purpose of the study is to analyze the phases of the ice regime and to compare the dynamics of ice formations on the Upper Don rivers on the border of the XX and XXI centuries.

Materials and methods. The work is based on the materials of observations of ice phenomena at 4 hydraulic posts in the Lipetsk, Voronezh and Belgorod regions for 1950-2021. They were borrowed from the State Water Cadastre and the funds of the Russian Hydrometeorological Service. The analysis includes the dates of ice formation, the duration of the autumn and spring icefall, periods of freezing and ice phenomena. The initial information was processed using general geographic, computational, graphical, geographical, hydrological, and statistical methods.

Results and discussion. The study of the ice regime of the Don River over the time periods 1950-1985 and 1986-2021 showed a shift in the date of occurrence of ice characteristics in autumn to a later date and earlier opening dates in spring with a change in their duration. There has been a reduction in the duration of stable ice formation to complete absence in Pavlovsk since 2014, Bobrov since 2018, Alekseevka since the 1980s. At the same time, the duration of the ice age has increased. The formation of continuous ice increases from 54 to 107 days downstream of the Don River in 1986-2021.

Conclusion. The ice regime of the rivers of the Don Basin at the turn of the XX and XXI centuries is characterized by a significant transformation caused by climatic changes and anthropogenic influence on the catchment areas. Anomalous features, features, or new patterns have formed (complete absence of ice formation, changes in the timing and duration of ice formations, etc.), which are a response to modern climate challenges.

Key words: river, Upper Don basin, ice regime, water temperature, air temperature, ice regime phases.

For citation: Dmitrieva V.A., Evteeva O.V. Ice Regime of the Don Basin Rivers at the Turn of the Century. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2025, no. 4, pp. 75-83. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/4/75-83>

REFERENCES

1. Agafonova S.A. Sovremennye osobennosti ledovogo rezhima rek bassejna Dona [Modern features of the ice regime of the rivers of the Don basin]. *Trudy VIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Dinamika i termika rek, vodohranilishh i pribrezhnoj zony morej»*, 2014, vol. 1, pp. 281-288. (In Russ.)
2. Agafonova S.A. Ledovyj rezhim rek arkticheskoy zony Zapadnoj Sibiri v sovremennykh klimaticheskikh usloviyakh [The ice regime of the rivers of the Arctic zone of Western Siberia in modern climatic conditions]. *Arktika i Antarktika*, 2017, v. 2, pp. 25-33. (In Russ.)
3. Agafonova S.A., Vasilenko A.N., Frolova N.L. Faktory obrazovaniya ledovykh zatorov na rekah bassejna Severnoj Dviny v sovremennykh usloviyakh [Factors of ice congestion formation on the rivers of the Northern Dvina basin in modern conditions]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografija*, 2016, no. 2, pp. 82-90. (In Russ.)
4. Mihajlov V.N., Dobroljubov S.A. *Gidrologiya: uchebnik dlja vuzov* [Hydrology: a textbook for universities]. Moscow; Berlin: Direkt-Media, 2017. 752 p. (In Russ.)
5. GOST 19179-73 «Gidrologiya sush. Terminy i opredeleniya» [GOST 19179-73 «Hydrology of the land. Terms and definitions»]. Moscow, 1988. 36 p. (In Russ.)
6. Dmitrieva V.A. *Vodnye resursy Voronezhskoj oblasti v usloviyakh menjajushhihsja klimata i hozjajstvennoj dejatel'nosti* [Water resources of the Voronezh region in conditions of changing climate and economic activity]. Voronezh: Izdatel'skij dom VGU, 2015. 192 p. (In Russ.)
7. Dmitrieva V.A. Gidrologicheskij rezhim rek Donskogo bassejna [Hydrological regime of the rivers of the Don basin]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2018, no. 4, pp. 77-84. (In Russ.)
8. Dmitrieva V.A., Evteeva O.V. Osennee ledoobrazovanie na reke Devica [Autumn ice formation on the Devitsa River]. *Regional'nye jeologiko-geograficheskie i turistsko-rekreacionnye issledovaniya: sbornik nauchnykh statej*, 2025, v. 3, pp. 340-344. (In Russ.)
9. Dmitrieva V.A., Litvinov P.V. Osennee ledoobrazovanie na rekah Donskogo bassejna [Autumn ice formation on the rivers of the Don basin]. *Voprosy geografii*, 2023, v. 157, pp. 433-435. (In Russ.)
10. *Doklad «O sostojanii i ispol'zovanii vodnykh resursov Rossijskoj Federacii v 2020 godu»* [Report «On the state and use of water resources of the Russian Federation in 2020»]. Moscow: Rosvodresursy, NIA-Priroda, 2022. 510 p. (In Russ.)
11. Donchenko R.V. *Ledovyj rezhim rek SSSR* [Ice regime of the USSR rivers]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987. 247 p. (In Russ.)



12. Kurdov A. G. *Minimal'nyj stok rek (Osnovnye zakonomernosti formirovaniya i metody rascheta)* [Minimum river flow (Basic patterns of formation and calculation methods)]. Voronezh: Izdatel'stvo Voronezhskogo universiteta, 1970. 251 p. (In Russ.)

13. Lur'e P. M., Panov V. D. *Reka Don: gidrografija i rezhim stoka* [The Don River: hydrography and flow regime]. Rostov-on-Don: Donskoj izdatel'skij dom, 2018. 592 p. (In Russ.)

14. *Nastavlenie gidrometeorologicheskim stancijam i postam. Vyp. 2, Ch. II* [Guidance to hydrometeorological stations and posts. Issue 2, Part II]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1975. 264 p. (In Russ.)

15. Panin A. V., Ivanova N. I., Golosov V. N. *Rechnaja set' i jerozionno-akkumuljativnye processy v bassejne Verhnego Dona*

[River network and erosion-accumulative processes in the Upper Don basin]. *Vodnye resursy*, 1997, no. 6, pp. 663-671. (In Russ.)

16. *Tretij ocenочnyj doklad ob izmenenijah klimata i ih posledstvijah na territorii Rossijskoj Federacii. Obshhee rezjume* [The third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation. General summary]. Saint-Petersburg: Naukoemkie tehnologii, 2022. 124 p. (In Russ.)

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 15.09.2025

Accepted: 25.11.2025

Дмитриева Вера Александровна

Доктор географических наук, профессор кафедры природопользования Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-8464-3593, e-mail: verba47@list.ru

Евтеева Оксана Владимировна

Студентка кафедры природопользования Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0009-0005-4064-6759, e-mail: oksana.evteeva2004@gmail.com

Vera A. Dmitrieva

Dr. Sci. (Geogr.), Prof. at the Department of Nature Management, Voronezh State University, Voronezh, ORCID: 0000-0002-8464-3593, e-mail: verba47@list.ru

Oxana V. Evteeva

Student at the Department of Nature Management, Voronezh State University, Voronezh, ORCID: 0009-0005-4064-6759, e-mail: oksana.evteeva2004@gmail.com