

УДК 502/504:556.535.5

С. А. АГАФОНОВА, Д. Н. АЙБУЛАТОВ, Н. Л. ФРОЛОВА

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

Д. В. КОЗЛОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»
Институт природообустройства имени А. Н. Костякова

СОВРЕМЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА РЕК БАССЕЙНА ВОЛГИ*

Дана характеристика ледового режима рек бассейна Волги и его изменений в современных климатических условиях за период с 1941 года по настоящее время. Отдельно рассмотрена временная изменчивость характеристик ледового режима дельты Волги.

Ледовый режим рек, изменения климата.

There is given a description of the ice regime of rivers in the Volga basin and its changes under modern climatic conditions in the period from 1941 to the present time. Temporary variability of characteristics of the ice regime of the Volga delta is considered.

Ice regime of rivers, climate changes.

Исследование ледового режима рек России – серьезная научная и практическая задача ввиду особенностей географического положения и климатических условий страны. Со сроками и продолжительностью ледовых явлений связаны многие виды хозяйственной деятельности – условия навигации, нормальное функционирование гидротехнических сооружений и др.

Характер ледового режима зависит от большого числа факторов, среди которых наибольшее значение имеют климатические условия, водность рек, величина грунтового питания, скорость течения и т. д. Современные изменения ледового режима происходят в основном под действием меняющихся климатических условий. Для рек бассейна Волги особую актуальность также приобретают различные виды антропогенного воздействия. В данной работе рассмотрен ледовый режим незарегулированных рек бассейна Волги и его изменение в современных

климатических условиях, а также ледовый режим водотоков дельты и его изменение под воздействием климатических и антропогенных факторов.

Характеристика ледового режима незарегулированных рек бассейна Волги выполнена по данным более 120 гидрологических постов за период с 1941 по 2010 год. При исследовании изменения характеристик ледового режима рассматривались два периода: 1941–1975 и 1976–2010 годы.

Сроки начала и окончания ледовых явлений, как и их общая продолжительность, меняются менее значительно по сравнению со сроками начала, окончания и продолжительности ледостава. Причем это заметно не столько в изменении средних значений, сколько в увеличении повторяемости экстремально позднего установления ледостава или раннего его окончания. При дальнейшем росте температур воздуха смещение сроков начала (окончания) ледовых явлений и ледостава синхронизируется.

Смещение сроков появления льда определяется изменениями водного режима и температуры воздуха в период замерзания. Таким образом, на севере бассейна Камы сроки появления льда практически не меняются, а на некоторых

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-05-00113 и проект № 14-05-31278мол_а), гранта Правительства РФ для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских вузах (проект № 11.G. 34.31.0007), ФЦП «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах».

участках даже смещаются на более ранние, хотя при дальнейшем росте температуры воздуха в осенние месяцы тенденция может измениться на противоположную. На основной части территории (Верхняя и Средняя Волга) сроки появления льда смещаются от первой декады ноября к концу ноября. На юге территории (Нижняя Волга) изменение сроков появления льда составляет 5–10 сут.

Изменения сроков установления ледостава более значительны и более заметны на юго-западе территории и менее на северо-востоке. Из-за неустойчивых погодных условий осенью продолжительность периода замерзания увеличивается, хотя продолжительность осеннего ледохода и шугохода, за исключением некоторых рек бассейна Камы (например, реки Вятки), меняется слабо.

Процесс нарастания толщины льда происходит под воздействием множества факторов, но основным все-таки остается накопление отрицательных температур воздуха. Поэтому изменение максимальной толщины льда определяется в основном климатическими условиями. На юге территории, где температура воздуха в зимний период чаще меняется на положительную, в период оттепелей изменение максимальной толщины льда достигает 50 %, на востоке – не более 20 %.

Изменение сроков вскрытия рек составляет в среднем около 5 дней, несколько больше на юго-западе территории и несколько меньше на северо-востоке. Эти изменения согласуются с существующими тенденциями изменения метеорологических показателей, прежде всего температуры воздуха.

Уменьшения продолжительности весеннего ледохода не наблюдается, а в некоторых случаях при аномально раннем вскрытии продолжительность ледохода может резко возрастать. В такие годы после раннего вскрытия не происходит окончательного перехода температуры воздуха через 0 °С в сторону положительных значений. В результате ледоход (преимущественно редкий, прерывистый, в сочетании с шугой) затягивается.

Заторы льда в период весеннего вскрытия рек бассейна Верхней и Нижней Волги отмечаются на отдельных реках и не каждый год, заторный подъем редко превышает 1...1,5 м. На реках

бассейна Камы заторы наблюдаются чаще, подъемы уровня составляют до 3,5...4,0 м. Заторы образуются в первые дни ледохода, на подъеме волны половодья и в отдельные годы могут совпадать по времени с максимумом половодья.

Многофакторность механизма образования заторов обуславливает необходимость детального анализа для каждого заторного участка, существующие тенденции смягчения ледового режима отражаются и на повторяемости заторов льда в бассейне. Уменьшение толщины льда в период ледостава и к моменту начала вскрытия, изменение погодных условий в период подготовки льда к вскрытию и другие факторы приводят к общему снижению повторяемости весенних заторов на реках исследуемой территории. В общем случае продолжительность очищения ото льда совпадает с продолжительностью весеннего ледохода. Изменения этих величин на реках бассейна Волги незначительны. Исключения составляют годы с аномально ранним вскрытием. В таких случаях период очищения представляет собой прерывистый редкий ледоход. На севере-востоке изменение сроков очищения не превышает 2 сут, а на западе – 8–10. Изменение сроков очищения в общем совпадает с изменением сроков вскрытия, хотя изменение первых менее заметно.

Пространственное распределение изменения продолжительности ледостава и ледовых явлений представляет собой отражение изменения сроков ледовых явлений (появления льда, ледостава, вскрытия и очищения ото льда). Хотя зимние вскрытия рек в период оттепелей наблюдаются все чаще, длительные зимние очищения ото льда пока еще редкость. В период длительных зимних оттепелей происходит разрушение ледяного покрова, образование шуги и зажоров, а при длительных оттепелях – полное очищение ото льда.

В целом изменения этих показателей более значительны на западе и юго-западе территории. Здесь средняя продолжительность ледостава изменилась со 130 до 110 сут, а средняя продолжительность с ледовыми явлениями – со 150 до 135 сут. Кроме того, в отдельные годы продолжительность ледостава может составлять менее 50 сут, притом что максимальная

продолжительность меняется не так заметно. Амплитуда колебания продолжительности ледовых явлений от года к году колеблется слабо, происходит более плавное снижение общей продолжительности периода с ледовыми явлениями.

Характеристика ледового режима дельты Волги составлена по данным 9 постов за период с начала наблюдений до 2011 года. Кроме общих факторов на ледовый режим водотоков дельты большое влияние оказало регулирование стока Волги каскадом водохранилищ, особенно Волгоградским водохранилищем (Волжская ГЭС).

Смещение сроков появления льда на более поздние после зарегулирования составляет 10–18 дней, к современному периоду – 20–28 дней. После строительства водохранилища сдвинулись на более поздние сроки даты начала осеннего ледохода (на 17–19 сут) и увеличилась его продолжительность (с 6 до 18 сут). Сдвиг во времени в сторону более поздних дат произошел и в отношении начала ледостава. После строительства водохранилища они сдвинулись на 17–22 сут в зависимости от размеров водотоков.

Строительство плотины водохранилища и наблюдаемые климатические изменения не повлияли на пространственную изменчивость сроков ледовых явлений. Последовательность установления ледостава, определяемая преимущественно размером водотоков и климатическими особенностями, после заполнения водохранилища не изменилась: сначала замерзает восточная часть дельты, затем водотоки в верхней части дельты, позже – водотоки центральной части, в последнюю очередь – западная часть. После строительства водохранилища ситуация почти не изменилась, за исключением того что Волга в вершине дельты стала покрываться льдом позже по сравнению с водотоками центральной части.

Значения максимальной толщины льда на водотоках дельты Волги за весь период наблюдений уменьшились с 96 до 65 см в холодные зимы и с 29 до 19 см в теплые.

После заполнения Волгоградского водохранилища вскрытие водотоков начинается раньше на 1–5 сут. За последние 45 лет отепляющее влияние водохранилища и изменения климата привели к более раннему вскрытию водотоков (на 10–20

сут). Вклад водохранилища в этот процесс составляет 10...25 %. Строительство плотины Волжской ГЭС привело к росту продолжительности весеннего ледохода на 2–9 сут.

Полное очищение водотоков ото льда в бытовых условиях (до строительства плотины) наблюдалось в конце марта – начале апреля. В условиях регулирования стока очищение их ото льда начинается на 1–4 дня раньше. Потепление климата сдвинуло эти даты практически на полмесяца. В настоящее время водотоки в дельте Волги освобождаются ото льда уже к середине марта.

Регулирование стока Волги привело к частым зимним наводнениям и заторно-зajorным явлениям в дельте Волги вследствие увеличения неустойчивости ледового режима реки. Начиная с 1967 года наибольшее количество заторов наблюдалось на притоке Хурдун – село Ибряное (7 случаев) и рукаве Бахтемир – село Оля (6 случаев).

Изменение средней продолжительности ледостава отражает отепляющее воздействие водохранилища и климата. Сроки ледостава сократились на 10–20 сут после заполнения Волгоградского водохранилища. С учетом влияния потепления климата сокращение средней продолжительности ледостава за последние 45 лет составило 5–50 сут. В последние годы (зимы 2000, 2002, 2006 годов) ледостав продолжался менее 20 сут. На некоторых водотоках ледостав не устанавливается вовсе.

Материал поступил в редакцию 07.05.14.

Агафонова Светлана Андреевна, кандидат географических наук, младший научный сотрудник кафедры «Гидрология суши»

E-mail: sv_andreevna@mail.ru

Айбулатов Денис Николаевич, кандидат географических наук, научный сотрудник кафедры «Гидрология суши»

E-mail: gidroden@mail.ru

Фролова Наталья Леонидовна, доктор географических наук, доцент, профессор кафедры «Гидрология суши»

E-mail: frolova_nl@mail.ru

Козлов Дмитрий Вячеславович, доктор технических наук, профессор кафедры «Комплексное использование водных ресурсов и гидравлика»

E-mail: kozlovdv@mail.ru