

ГИДРОЛОГИЯ

УДК 556.535

В.Г. Калинин, Н.В. Калинин**ОЦЕНКА ОДНОРОДНОСТИ УСЛОВИЙ ЛЕДООБРАЗОВАНИЯ НА РЕКАХ ВОДОСБОРА
ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Выполнено исследование географических закономерностей процессов формирования льда на реках водосбора Воткинского водохранилища. На основе статистического подхода предложен критерий оценки степени влияния аazonальных факторов на рассматриваемые процессы.

Ключевые слова: река; ледовый режим; процессы формирования; картографирование.

Ледовый режим рек и их отдельных участков определяется сложной совокупностью зональных климатических и местных аazonальных морфометрических, гидрологических и антропогенных факторов. Значительные размеры территории водосбора Воткинского водохранилища ($A = 184200 \text{ км}^2$), протяженность с севера на юг (640 км) и с запада на восток (около 530 км), а также наличие Уральских гор, вытянутых в меридиональном направлении, обуславливают различие климатических условий и соответственно разницу в сроках наступления ледовых фаз на реках водосбора.

Географические (зональные) закономерности изменения дат перехода температуры воздуха через 0°C к отрицательным значениям, сроков появления льда и установления ледостава на реках можно проследить по соответствующим зависимостям этих характеристик с широтой и высотой соответственно метеостанции и гидрологического поста (рис. 1), где по оси ординат отложены среднемноголетние даты (за период с 1956 по 1995 г.), пересчитанные в числа от 1 сентября. При этом, если для дат перехода через 0°C и появления ледовых явлений наблюдается очень четкое влияние широтной зональности и высотной поясности (рис. 1 *а, б, в, г*), что вполне очевидно, то для сроков установления ледостава зависимость с широтой значительно ухудшается, а с высотой практически полностью отсутствует (рис. 1 *д, е*). Это объясняется влиянием все тех же местных условий и, в первую очередь, скоростей течения водотока. Наличие этих зональных закономерностей на реках водосбора Воткинского водохранилища впервые было отмечено в работе [3] на основе анализа данных многолетних наблюдений за период с 1936 по 1966 г.

Антропогенное воздействие в виде сбросов теплых промышленных вод (Яйва – Усть-Игум, Вижай – Пашия, Чусовая – Лямино, Чусовая – Староуткинск) или расположенной выше Широковской ГЭС (Косьва – Останино) приводит к тому, что ледообразование наблюдается в более поздние сроки.

Для исследования пространственного распределения рассматриваемых сроков на разных реках обычно выполняют их картографирование в виде изохрон с использованием пространственной интерполяции на основе данных наблюдений гидрологических постов. Следует отметить, что если влияние аazonальных факторов достаточно велико, то при проведении изохрон необходимо исключить данные этих пунктов наблюдений. Оценку степени влияния аazonальных факторов возможно проводить с использованием генетического и статистического подходов. Рассмотрим последний более подробно.

© Калинин В.Г., Калинин Н.В., 2012

Калинин Виталий Германович, доктор географических наук, профессор кафедры физической географии и ландшафтной экологии Пермского государственного национального исследовательского университета; 614990 Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15; vgakalinin@gmail.com

Калинин Никита Витальевич, экономист Банка России; 103016 Россия, г. Москва, ул. Неглинная, 12; niki_kalinin@mail.ru

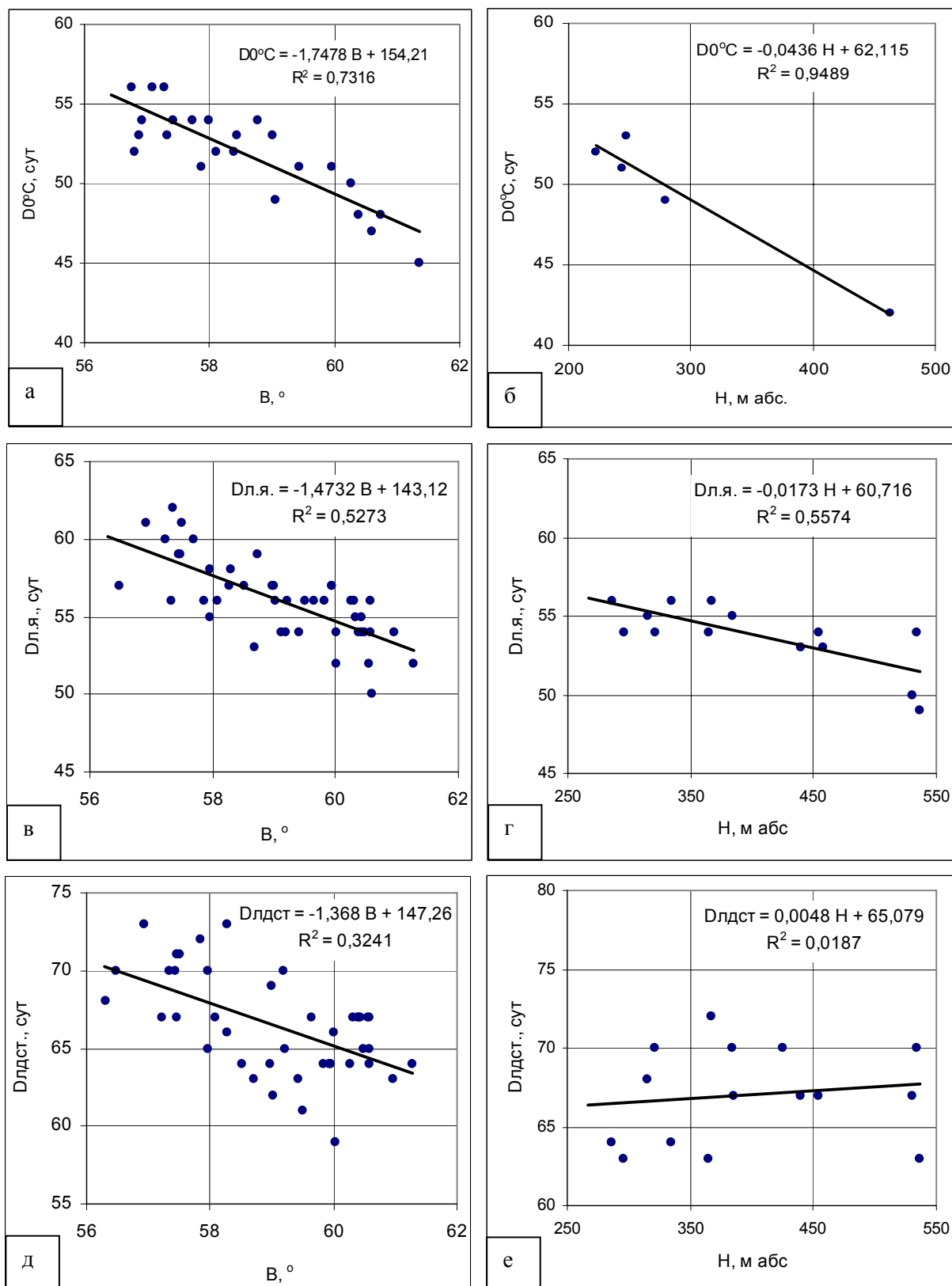


Рис. 1. Зависимость сроков перехода температуры воздуха через 0°C (D0°C) (а, б); сроков появления ледовых явлений (Дл.я.) (в, г) и сроков установления ледостава (Длдст.) (д, е) от широты (B) и высоты (H) места

При выполнении условия локальной однородности можно утверждать, что процессы ледообразования будут протекать приблизительно с одинаковой интенсивностью, если исключить влияние географической зональности. Для этого рассмотрим зависимости сроков появления ледяных

образований (Дл.я.) от даты перехода температуры воздуха через 0°C к отрицательным значениям ($D0^{\circ}\text{C}$) по ближайшей к гидрологическому посту метеостанции. В ходе анализа было выявлено, что данная зависимость имеет линейный вид и описывается уравнением Дл.я. = $aD0^{\circ}\text{C} + b$, где a и b – параметры регрессии. При исключении факторов географической зональности эти зависимости в идеальном случае должны быть одинаковы по всем постам. Однако в реальных условиях этого не наблюдается.

Очевидно, что причиной отклонения от «идеальной» модели процесса будут являться локальные азональные факторы, способствующие более раннему или более позднему появлению ледовых явлений на реках. Таким образом, различия параметров a и b будут определяться разным комплексом локальных факторов в каждом конкретном створе, влияющих на исследуемые процессы. Поскольку «идеальной» модели процесса в природе не существует, то, по мнению авторов, следует рассматривать уравнения с усредненными параметрами a_{cp} и b_{cp} : Дл.я. = $a_{cp}D0^{\circ}\text{C} + b_{cp}$, а отклонения параметров уравнений по каждому створу будет обусловлено влиянием специфического комплекса азональных условий, свойственного пункту наблюдений. В таком случае, чем больше отклонения a_i и b_i от a_{cp} и b_{cp} , тем значительнее доля влияющих азональных факторов или менее однородны условия в районе гидрологического поста. В качестве критерия однородности физико-географических условий в пункте наблюдений рассмотрим факт попадания параметров a_i и b_i в доверительный интервал $\bar{a} \pm t_{1-\alpha} \bar{\sigma}_a$ и $\bar{b} \pm t_{1-\alpha} \bar{\sigma}_b$, соответственно, где $t_{1-\alpha}$ – квантиль распределения Стьюдента, соответствующий двустороннему уровню значимости 2α [1], $\bar{\sigma}_a$ и $\bar{\sigma}_b$ – стандартные ошибки коэффициентов регрессии a и b , соответственно, осредненные по всем гидрологическим постам. Поскольку заранее известен перечень гидрологических постов, на которых явно выражено влияние азональных факторов, выявленных в ходе генетического анализа, то оценка значения параметра t , отвечающего за ширину доверительного интервала, должна проводиться с таким расчетом, чтобы число «азональных» гидрологических постов, попадающих в данный интервал, было минимальным. Как показывают расчеты, такому условию удовлетворяет $t = 1,35$ (рис. 2). Таким образом, при попадании параметров a_i (рис. 2 а) и b_i (рис. 2 б) в заданный интервал (выделенная зона на рис. 2) условия можно считать однородными, а влияние азональных факторов на процессы ледообразования – минимальным или несущественным.

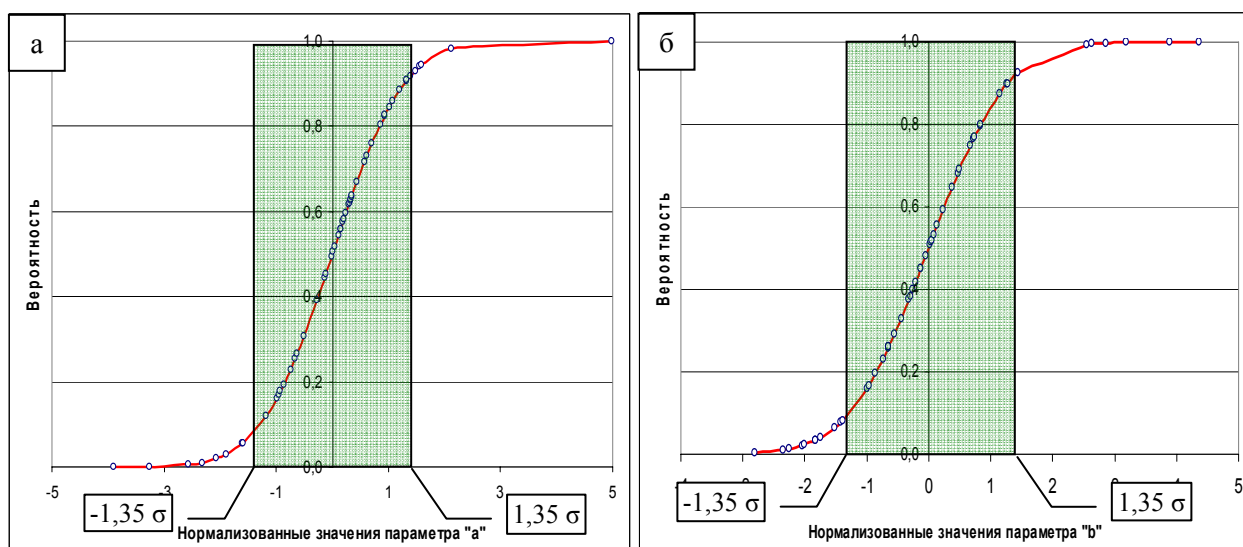


Рис. 2. Вероятность попадания параметров уравнения регрессии a_i (а) и b_i (б) в доверительный интервал $\bar{a} \pm t_{1-\alpha} \bar{\sigma}_a$ и $\bar{b} \pm t_{1-\alpha} \bar{\sigma}_b$. Нормализованные значения параметров a и b определены по

$$\text{выражениям } \frac{a_i - \bar{a}}{\sigma_a} \text{ и } \frac{b_i - \bar{b}}{\sigma_b}$$

октября процессами ледообразования охвачены реки северной и средней частей рассматриваемой территории. На южных реках появление ледяных образований отмечается 26-30 октября.

На малых реках ($A < 1000 \text{ м}^2$) равнинной части территории, таких как Лупья, Кува, Сива, общие зональные закономерности нарушаются и появление ледяных образований наблюдается в более ранние сроки – 21-24 октября, поэтому данные наблюдений на этих постах не использованы при картографировании.

Библиографический список

1. Дружинин В.С., Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации: учеб. пособие. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2001. 168 с.
2. Калинин В.Г., Трофимов Н.А. О выборе необходимой продолжительности периода наблюдений ледового режима рек // Метеорология и гидрология. 2001. № 8. С. 78–88.
3. Калинин Г.С. Ледовые явления на реках водосбора Воткинского водохранилища и влияние на них физико-географических факторов и атмосферной циркуляции: дис. ... канд. геогр. наук. Пермь, 1974. 213 с.

V.G. Kalinin, N.V. Kalinin

EVALUATION OF HOMOGENEITY CONDITIONER ICE FORMATION ON RIVERS OF THE BASIN OF VOTKINSKIY WATER STORAGE RESERVOIR

The research of geographical regularities ice formation on rivers of the basin of Votkinskiy water storage reservoir was done. On the base of statistical approach a criterion assessing the impact azonal factors on these processes is proposed.

К e y w o r d s : river, ice regime, the processes of formation; mapping.

Vitalii G. Kalinin, Doctor of Geography, Professor of Department of Physical Geography and Landscape Ecology, Perm State University; 15 Bukireva st., Perm, Russia 614990; vgakalinin@gmail.com

Nikita V. Kalinin, economist of Bank of Russia; 12 Neglinnaya st., Moscow, Russia 103016; niki_kalinin@mail.ru