

УДК 551.584.34

КРАТКОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ ТОЛЩИНЫ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Фомичева Няиля Николаевна

К.Т.Н.

Сорокина Валерия Сергеевна

Манзюк Екатерина Дмитриевна

студенты

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
университет водного транспорта»

Аннотация: В статье приводятся данные по нарастанию толщины ледяного покрова, показана связь между толщиной льда и высотой снега на льду. Объекты исследований: реки Западной Сибири и Новосибирское водохранилище. Получены опытные коэффициенты, входящие в эмпирические зависимости, для прогнозирования толщины ледяного покрова.

Ключевые слова: толщина ледяного покрова; высота снега на льду; прогнозы нарастания льда на реках.

SHORT-TERM ICE COVER THICKNESS PREDICTIONS BASED ON OBSERVATIONS

Fomicheva Nailya Nikolaevna

Sorokina Valeria Sergeevna

Manzyuk Ekaterina Dmitrievna

Abstract: The article presents data on the increase in the thickness of the ice cover, shows the relationship between the thickness of ice and the height of snow on ice. Objects of research: rivers of Western Siberia and the Novosibirsk reservoir. Experimental coefficients included in the empirical dependences are obtained for predicting the thickness of the ice cover.

Key words: ice cover thickness; height of snow on ice; forecasts of ice buildup on rivers.

Зимой почти все наши реки, озера и водохранилища покрываются льдом. Ежегодные сроки наступления этих ледовых явлений имеют значительные

колебания, что влияет на продолжительность навигации [1, с.340]. Краткосрочные прогнозы, имеющие большое практическое значение при планировании перевозок грузов, имеют заблаговременность несколько дней. Эти прогнозы используются в разных областях народного хозяйства. По ледяному покрову рек, озер и водохранилища нередко прокладывают дороги и переправы. Уже этого достаточно, чтобы видеть практическую сторону краткосрочных прогнозов толщины ледяного покрова [1, с. 360]. При составлении гидрологических прогнозов вследствие сложности и неравномерности гидрологических процессов, а также ограниченности данных наблюдений приходится систематизировать реальные процессы. В силу этого методы прогноза носят эмпирический характер [2, с.5]. Поэтому важную роль играют данные наблюдений. При этом необходимо отметить принципиально новые данные, характеризующие ледовый режим, могут быть получены только при проведении полевых (натурных) исследований. Большим вкладом в изучение процесса роста толщины льда на реках, озерах и водохранилищах являются труды В. В. Пиотровича [3, с.288–295].

Исходя из вышеизложенного, целью настоящей работы является получение исходных данных для составления прогнозов.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- собрать и проанализировать данные по толщине ледяного покрова и высоты снега на льду на реках Чулым и Васюган Западной Сибири;
- провести полевые (натурные) исследования ледового режима на реках Омь и Карасук, включающие измерение нарастания толщины льда и высоты снежного покрова (рис.1).

Некоторые результаты выполненных исследований представлены в работах: [4, с.84–90; 5, с.112–117; 6, с.116–119].



а) Измерение толщины льда б) Измерение снежного покрова

Рис. 1. Полевые работы на реке Омь

Результаты выполненных полевых исследований представлены ниже (рис.2). Графики показывают изменения толщины льда и снега на Новосибирском водохранилище за зимний период 2020–2021 гг. [6, с.116–119] и [5, с.112–117].

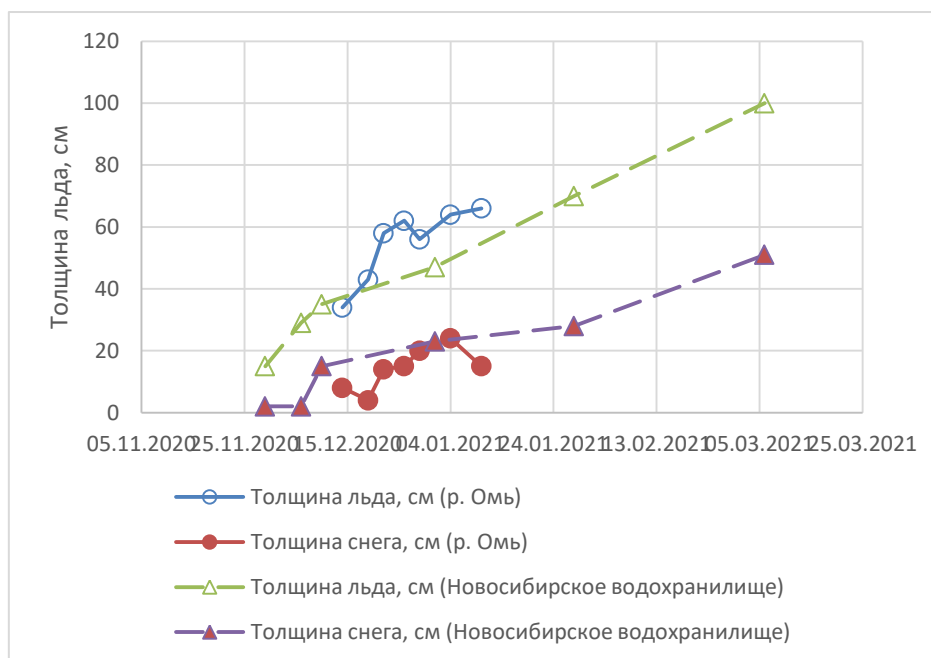


Рис. 2. График нарастания толщины ледяного и снежного покрова на Новосибирском водохранилище и реке Омь

Характер нарастания толщины льда и снежного покрова на реке Омь идентичны (табл.1).

Таблица 1

Результаты натурных исследований по измерению толщины льда и снежного покрова на реке Омь в 2020–2021 гг.

Дата	14.12.2020	19.12.2020	22.12.2020	26.12.2020	29.12.2020	04.01.2021	10.01.2021
Температура, С ⁰	-12	-9	-19	-36	-14	-10	-16
Толщина льда, см. (р. Омь)	34	43	58	62	56	64	66
Толщина снега, см. (р. Омь)	8	4	14	15	20	24	15

Толщина ледяного покрова нарастает в зависимости от суммы градусо-дней отрицательной температуры воздуха (рис.3). Эти результаты получены

непосредственно на данных полевых исследований на реке Карасук и реке Омь Новосибирской области [5, с.315–319].

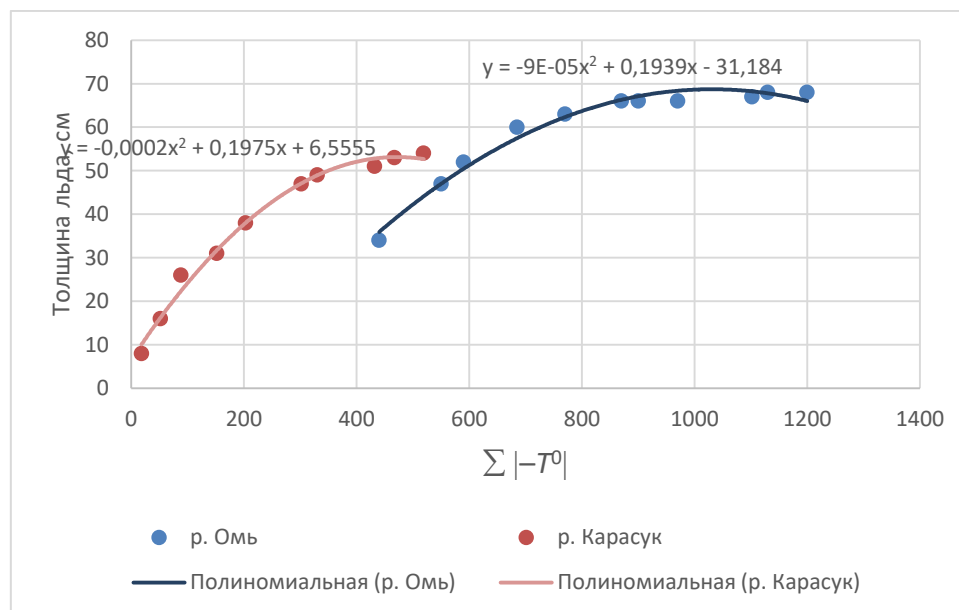


Рис. 3. Увеличение толщины ледяного покрова на реках Карасук и Омь в зависимости от суммы градусо-дней отрицательной температуры воздуха

Анализ данных по нарастанию толщины льда на реке Васюган (рис.4) показывает, что по мере увеличения толщины льда и накопления снега интенсивность нарастания льда уменьшается.

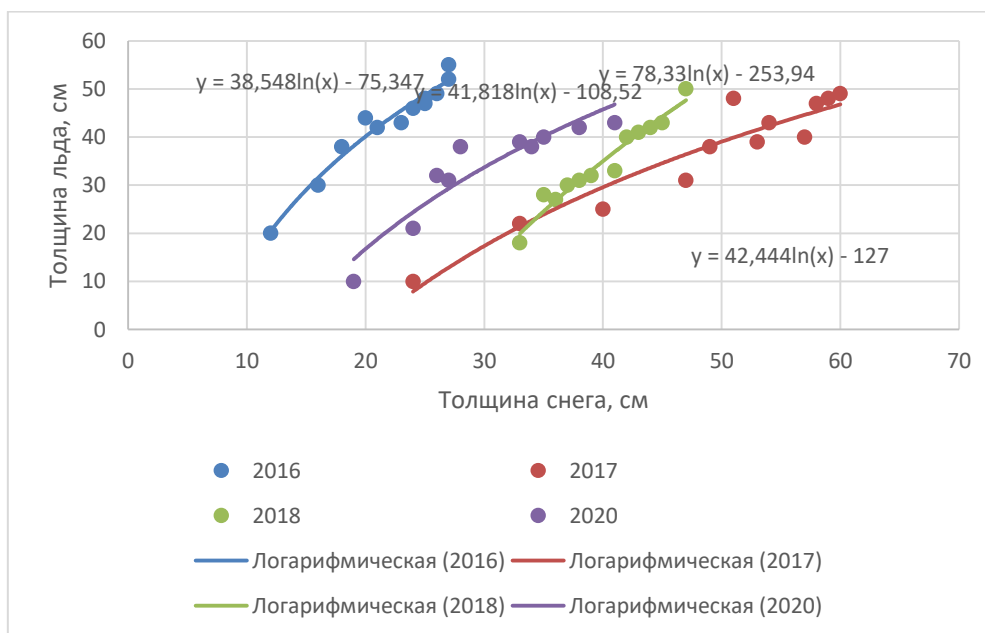


Рис. 4. Связь между толщиной льда и высотой снежного покрова на льду на реке Васюган за 2016–2020 годы

Отношение изменения высоты снега к нарастанию толщины льда составляет для 2016 – 0,33; 2018 – 0,50; 2019 – 0,50, а для снежных зим: 2017 – 0,87; 2020 – 1,0. Высота снежного покрова в 2017 году достигала 60 см, а при этом толщина льда – 50 см. в 2016 году максимальная высота снега – 28 см, толщина льда – 54 см [8, с.19–25].

Оценку средней толщины льда на участке реки на заданную дату можно выполнить по формуле [1, с.364].

$$h_{\text{л}} = \varphi \left(\sum |T^0| \right)^n, (1)$$

где $\sum |T^0|$ – сумма среднесуточных температур воздуха от начала ледостава до заданной даты;

φ и n – параметры, значения которых устанавливаются по данным многолетних наблюдений за толщиной льда и температурой воздуха.

Для льда большой мощности при отсутствии снега в условиях Сибири получена зависимость [1, с.365].

$$h_{\text{л}} = 1,25 \sum |T^0|^{0,61}. (2)$$

По результатам полевых исследований на реке Карасук коэффициенты φ и n соответственно равны 2,72 и 0,5 [4, с.90]. Натурные исследования, проведенные на реке Омь в зимний период 2020–2021 гг., позволили получить значение $\varphi = 2,04$ [5, с.116].

Таблица 2

Вычисление опытного коэффициента

На дату:	14.12.2020	19.12.2020	22.12.2020	26.12.2020	29.12.2020	04.01.2021	10.01.2021	18.01.2021
Сумма отрицательных температур воздуха	457	525	591	692	774	969	1127	1290
Значение опытного коэффициента	1,59	1,88	2,39	2,36	2,16	2,06	1,97	1,89

Разница толщин зависит от многих факторов, включая условия установления ледостава, измерения по площади скорости течения, режим подземных вод, выклинивающихся в реку, и залегание снежного покрова на поверхности ледяного покрова. На перекате толщина ледяного покрова обычно заметно меньше, чем на соседнем плесе [1, с. 366].

В результате оттепелей, а также при выходе воды на лед при возникновении перегрузки ледяного покрова снегом образуется смесь воды и снега. Вода выходит на лед через трещины на льду. При усилении морозов из этой смеси образуется так называемый снежный лед. Для расчета его толщины требуются особые методы [1, с. 366].

Выводы:

1. Собраны и проанализированы данные по толщине ледяного покрова и высоты снега на льду на реках Чулым и Васюган;
2. Проведены натурные исследования на реках Карасук, Омь и Новосибирском водохранилище. Выполнены измерения толщины льда и высоты снега на льду.
3. Во время полевых исследований велись наблюдения за метеоэлементами: выполнены измерения, температуры воздуха.
4. Получены опытные коэффициенты для вычисления и прогнозов нарастания толщины ледяного покрова.

Работа выполнена в рамках госбюджетной НИР «Исследование ледовых нагрузок на гидротехнические сооружения», зарегистрированной за номером государственного учета ААА-Ф19-11903150020-7.

Список литературы

1. Аполлов Б. А., Калинин Г. П., Комаров В. Д. Курс гидрологических прогнозов. – М.: Гидрометеиздат, 1974. – 422 с.
2. Руководство по гидрологическим прогнозам / Краткосрочный прогноз расхода и уровня воды на реках. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – Вып.2. – 246 с.
3. Пиотрович В.В. Аминев В.Я. Расчет толщины ледяного покрова на реках и водохранилищах для целей прогноза ледовых явлений // Труды IV Всес. гидролог. съезда. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – Т.7. – С.288-295.
4. Фомичева Н. Н., Василенко Д. С. Исследования влияния метеоусловий на формирование ледяного покрова и проблемы заторообразования на малых реках Западной Сибири // Высшая школа: научные исследования.

Межвузовский научный конгресс. – М.: Инфинити. – 2020. – Т.2. – С. 84-90. Doi: 10.34660/INF.2020.17.60145.

5. Фомичева Н. Н., Сорокина В. С. Исследование формирования ледяного покрова на реке Омь в районе города Куйбышева Новосибирской области / Международный научный конгресс. – С. 112-117. Doi: 10.34660/INF.2021.81.41.013.

6. Fomicheva N.N., Sorokina V.S., Fomichev M.I. Study of the ice regime of reservoirs and streams on the territory of large Siberia / International conference “Scientific research of the SCO countries: synergy and integration”. – Part 2. – С. 116-117.

7. Фомичева Н. Н. Нарастание толщины ледяного покрова на малых реках Западной Сибири // НАУКОСФЕРА. – Смоленск, 2022. №12(1) – 641 с. Doi: 10.34660/INF.2021.95.46.039.

8. Фомичева Н. Н., Сорокина В. С., Манзюк Е. Д. Оценка доли снегового питания в гидрографе половодья // Старт в науке – 2022. Сборник статей II международной научно-исследовательского конкурса. – Петрозаводск: МЦНП «Новая жизнь», 2022. – 305 с. Doi: 10.46916/16112022-5-978-5-00174-764-2.

© Н.Н. Фомичева, В.С. Сорокина, Е.Д. Манзюк, 2023