

ГИДРОЛОГИЯ СУШИ И ГИДРОХИМИЯ

<https://doi.org/10.30758/0555-2648-2020-66-4-463-481>
УДК 556.545.2 (292.256.26)



ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ORIGINAL ARTICLE

КРИТИЧЕСКИЕ УРОВНИ ЛЕТНЕЙ МЕЖЕНИ НА УСТЬЕВЫХ
УЧАСТКАХ РЕК ОБСКО-ТАЗОВСКОГО РЕГИОНА

А.А. ПИСКУН

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия

piskun@aari.ru

Резюме

Выполнены анализ продолжительности стояния уровня воды ниже проектных отметок и оценка его характеристик за навигационный период на постах Салехард, Аксарка, Ныда, Надым, Самбург, Сидоровск, Тазовский, Находка на рядах наблюдений по 2013 г. Выделены случаи непрерывного стояния уровней не менее 10 суток, что относится к опасным явлениям. В результате анализа получены оценки продолжительности и повторяемости непрерывного стояния уровней в периоды открытого русла за каждый год, за 10-летние интервалы, за многолетие. Определены соотношения частоты и продолжительности опасных случаев с продолжительностью навигационных периодов. Установлены превышения критических уровней над минимальными за периоды наиболее продолжительных случаев непрерывного стояния за сезон открытого русла. Выполнено сравнение суммарной за сезон продолжительности стояния уровней ниже проектных значений с характеристиками стока воды для постов при наличии необходимой информации.

Ключевые слова: навигационные периоды, опасные явления, повторяемость, продолжительность, проектные отметки, характеристики.

Для цитирования: Пискун А.А. Критические уровни летней межени на устьевых участках рек Обско-Тазовского региона // Проблемы Арктики и Антарктики. 2020. Т. 66. № 4. С. 463–481. <https://doi.org/10.30758/0555-2648-2020-66-4-463-481>.

Поступила 02.07.2020

После переработки 20.08.2020

Принята 02.09.2020

CRITICAL LEVELS OF THE SUMMER SEASON IN THE MOUTH
AREAS OF THE RIVERS OF THE OB-TAZ REGION

ALEXANDER A. PISKUN

State Scientific Center of the Russian Federation Arctic and Antarctic Research Institute,
St. Petersburg, Russia

piskun@aari.ru

Summary

Situations in which water levels in summer fall below design (critical) marks for at least 10 days are considered dangerous phenomena. In such situations, navigation is hampered or stopped, resulting in significant economic damage. As our previous studies have shown, the mouth areas of the rivers of the Ob-Taz region that are used for navigation are prone to these dangerous phenomena. The aim of this work is to analyze the duration of the water level standing below the design marks and to estimate its characteristics for the navigation period at the posts Salekhard, Aksarka, Nyda, Nadym, Samburg, Sidorovsk, Tasovsky, Nahodka over an extended series of observations. Of the posts listed, the analysis has not previously covered Aksarka and Nadym data. Project levels have changed for some of the posts over the years, requiring updated estimates. The analysis was carried out on the basis of average daily levels at the posts for the period 1936–2013 published in the annual edition of the Water cadastre. If necessary, information on the water flow was included. Unfortunately, the quality of the data for most of the posts except Salekhard is not satisfactory due to numerous passes. The technique consists in the analysis of continuous level standing relative to the design values by specified intervals of duration. The results show that all the posts experienced levels lower than the design marks. In Nahodka it happened annually, in Nadym, Samburg, Sidorovsk — in 75.6 %, 68.3 %, 54.2 % of all the years of observations, respectively. Of all the cases of standing levels below the design mark, those of continuous standing with a dangerous duration were observed in Sidorovsk 71 %, Nadym 67.3 %, Samburg 41.1 %, Nahodka 40.0 %, Aksarka 26.1 %, Nyda 19.1 %, Salekhard 16.7 %. Only in Tasovsky were there no cases of dangerous duration. The largest number of years with dangerous cases fall on the 10-th anniversary of 1981–1990. In individual navigation seasons, two to four cases of continuous standing levels of dangerous duration were observed. At the same time, minimum average daily levels fell below critical values by a value from 189 cm (Nahodka) to 53 cm (Samburg). The maximum number of days with cases of dangerous duration in one season was in shares from the period of open channel from 91.4 % (Nahodka) to 36.6 % (Salekhard). The sum of days with levels below the design values for the season depends inversely on the amount of river flow.

Keywords: characteristics, design marks, duration, hazards, navigation periods, repeatability.

For Citation: *Piskun A.A.* Critical levels of the summer season in the mouth areas of the rivers of the Ob-Taz region. *Problemy Arktiki i Antarktiki*. Arctic and Antarctic Research. 2020, 66 (4): 463–481. <https://doi.org/10.30758/0555-2648-2020-66-4-463-481>.

Received 02.07.2020

Revised 20.08.2020

Accepted 02.09.2020

ВВЕДЕНИЕ

При гидрологическом обеспечении хозяйственных организаций зачастую требуется информация о продолжительности непрерывного стояния уровней воды выше или ниже определенных значений. Согласно перечню опасных природных явлений низкий уровень воды (низкая межень) в навигационный период относится к опасным гидрологическим явлениям [1]. Критерием порога опасности этого явления на судоходных реках служит уровень воды, когда он опускается ниже проектных отметок и удерживается в течение не менее 10 суток подряд. В случае таких понижений уровня, как правило, затрудняется или полностью прекращается судоходство, что приводит к существенному материальному ущербу.

Согласно ГОСТ 23903-79 [2] проектный уровень воды — это условный низкий уровень с заданной обеспеченностью. Используется при путевых работах на внутренних водных путях и установлении гарантированных габаритов судового хода. На водных путях местного значения за проектный уровень рекомендовано принимать меженный навигационный уровень обеспеченностью от 80 до 90 % [3].

Устьевые участки рек Обь, Надым, Nyda, Пур и Таз представляют собой часть нижнего течения этих рек, на которой проявляется влияние приемного водоема [4, 5]. Режим уровней на устьевых участках характеризуется постепенным уменьшением

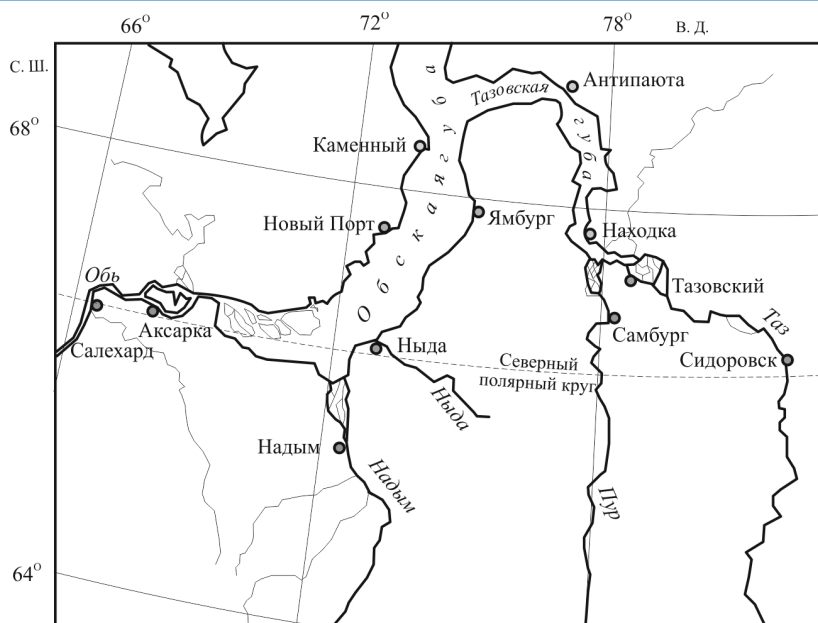


Рис. 1. Схема расположения уровенных постов

Fig. 1. The layout of the level posts

влияния стока воды по мере движения вниз по течению с одновременным возрастанием влияния колебаний уровня приемного водоема [6, 7], которым в данном случае являются Обская и Тазовская губы (рис. 1).

Верхней (речной) границей устьевым участку реки считается створ, до которого обычно распространяются непериодические и периодические колебания уровня приемного водоема в период наименьших значений речного стока [4, 5]. Если колебания уровня приемного водоема затухают в пределах дельты, то за верхнюю границу устьевым участку принимается вершина современной дельты, а именно — место ответвления первого дельтового рукава или протоки, впадающей непосредственно в приемный водоем или в один из рукавов дельты.

Нижняя граница устьевым участку, т. е. граница между устьевым участком реки и устьевым взморьем, проходит в многорукавных устьях рек по линии, огибающей надводную дельту со стороны приемного водоема, а в одорукавных устьях — по устьевому створу. Под устьевым створом понимается условная линия, соединяющая мысы противоположных берегов (концы устьевых кос) или островов на выходе реки в приемный водоем [4, 5].

Верхняя (речная) граница устьевым участку р. Оби находится в 64 км выше по течению поста Салехард, являющегося замыкающим гидрометрическим створом, на котором выполняются измерения стока р. Оби (табл. 1). Подобная ситуация характерна и для устьевым участку р. Пур, речная граница которого расположена в 58 км выше Самбурга. Для р. Таз такая граница приурочена к местоположению замыкающего гидрометрического створа Сидоровск. Для поста Надым верхняя граница устьевым участку совпадает с вершиной дельты р. Надым, вблизи которой расположен замыкающий гидрометрический створ.

Таблица 1

**Сведения о местоположении постов в границах устьевых участков судоходных рек
Обско-Тазовского региона**

Table 1

**Information on the location of posts within the borders of the mouth areas
of navigable rivers in the Ob-Taz region**

Водный объект	Пост	Расстояние (км)	
		от вершины устьевой области	от морского края дельты
р. Обь	Салехард	64	287
	Аксарка	128	213
р. Ныда	Ныда	–	1,0*
р. Надым	Надым	0	110
р. Пур	Самбург	58	86
р. Таз	Сидоровск	0	259
	Тазовский	249	10
Тазовская губа	Находка	312**	–

Примечание: * — для р. Ныды местоположение вершины устьевой области не определено, расстояние дано только от устьевого створа р. Ныды, расположенного при впадении ее в Обскую губу; ** — для поста Находка приведено расстояние от Сидоровска.

Устьевые участки рек Обь, Надым, Ныда, Пур и Таз на всем протяжении используются для судоходства. По данным табл. 1 видно, что наиболее протяженным из них является устьевой участок р. Оби, длина которого составляет 351 км. Протяженность устьевого участка р. Таз равна 259 км, р. Пур — 144 км, р. Надым — 110 км.

Основные закономерности гидрологического режима на устьевых участках перечисленных рек, за исключением Ныды, обобщены в монографии [8] по данным предшествующих публикаций. При этом тема критических уровней на этих объектах в монографии не рассматривается.

Вопрос о продолжительности непрерывного стояния уровней воды ниже проектных значений на постах устьевых участков рек Обь, Ныда, Пур, Таз и поста Находка, расположенного в Тазовской губе вблизи морского края дельты р. Таз (рис. 1), был рассмотрен в работе [9]. На примере данных по посту Ныда в ней изложен метод обработки данных, представлены результаты анализа для отмеченных постов по рядам наблюдений за уровнем по 1994 г. за исключением поста Самбург (по 1991 г.). Было высказано обоснованное мнение о том, что для поста Ныда в материалах лоции, использованных для анализа, был назначен явно завышенный проектный уровень. Почерпнутые из лоций значения проектных уровней, относительно которых ранее вычислялись характеристики продолжительности стояния низких уровней над нулем поста в работе [9], были следующими: 70 см для Салехарда, 315 см для Самбурга, 220 см для Сидоровска и Ныды, 570 см для Тазовского, 680 см для Находки. К сожалению, в лоциях не указываются периоды, за которые вычислены представленные в них проектные уровни. Это не позволяет провести анализ связи этих уровней с другими элементами гидрологического режима за период совместных наблюдений.

Целью настоящей работы является анализ продолжительности стояния уровня воды ниже проектных отметок и оценка его характеристик за навигационный период на устьевых участках рек Обь, Пур, Таз, Ныда и в районе поста Находка на про-

дленных рядах наблюдений с учетом уточненных проектных уровней, приведенных в лощиях последних лет издания (для постов, где это имело место). Кроме того, такой же анализ необходимо выполнить для постов Аксарка и Надым, не представленных в предыдущей работе [9].

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ

Исходными данными послужили материалы наблюдений за уровнями воды на перечисленных стационарных постах, опубликованные в ежегодных изданиях Водного кадастра. Сведения о периодах, за которые выполнен анализ данных наблюдений, отметках нулей постов и проектных уровнях, относительно которых выполнялись расчеты, приведены в табл. 2. Проектные уровни, имеющие критическое значение для судоходства на реках региона, включая их устьевые участки, приняты по соответствующим навигационным картам поздних лет выпуска. Представленные в них обеспеченности проектных уровней даны в табл. 2. Они показывают, что на практике, исходя из местных условий конкретного водного объекта, департамент речного транспорта Министерства транспорта РФ назначает обеспеченности проектных уровней летней межени в более широких пределах, чем рекомендовано в работе [3]. Применительно к условиям судоходных трасс на устьевых участках рек Обь, Надым, Ныда, Пур и Таз обеспеченность проектного уровня находится в пределах от 48,6 % до 95,7 %, что отражено в материалах лощий последних лет изданий. Периоды, за которые вычислены эти обеспеченности, в лощиях не приводятся.

Как видно из табл. 2, наиболее продолжительный ряд непрерывных наблюдений за уровнем воды, использованный для анализа, принадлежит посту Салехард (78 лет). За ним следует Самбург, но наблюдения здесь полностью отсутствуют в течение всего года в 1992–1999, 2002, 2003 гг. Отсутствие наблюдений за уровнем в течение

Таблица 2

Сведения об исходной информации по стационарным постам, для которых выполнен анализ данных

Table 2

Information about the source data for stationary posts for which data analysis was performed

Водный объект	Пост	Отметка нуля поста (система высот)	Период, за который выполнен анализ данных наблюдений	Проектный уровень ($H_{пр}$), см над нулем поста	Обеспеченность проектного уровня, %
р. Обь	Салехард	0,52 м (БС–77)	1936–2013	70	95,1
	Аксарка	0,39 м (БС–77)	1959–2013	60	95,7
р. Ныда	Ныда	–1,92 м (БС)	1962–2013	200	62,5
р. Надым	Надым	7,59 м (БС–77)	1968–2013	50	80,6
р. Пур	Самбург	–2,12 м (БС–77)	1938–2013	315	—
р. Таз	Сидоровск	2,83 м (БС–77)	1950–1996	230	88,3
	Тазовский	–5,23 м (БС–77)	1947–2013	500	94,2
Тазовская губа	Находка	–5,94 м (БС)	1966–2013	650	—

Примечание: * — для р. Ныды местоположение вершины устьевой области не определено, расстояние дано только от устьевого створа р. Ныды, расположенного при впадении ее в Обскую губу; ** — для поста Находка приведено расстояние от Сидоровска; *** — для постов Самбург и Находка обеспеченность проектного уровня в навигационных картах не приведена; БС — Балтийская система высот.

всего года отмечены также на постах Аксарка (1968, 1993, 1994, 1999, 2000 гг.), Ныда (1998 г.), Находка (1998–2003 гг.), Тазовский (1993 г.). Неполные в течение года наблюдения были на постах Тазовский (1966, 1976, 1977 гг.), Самбург (1984, 2000 гг.), Сидоровск (1985, 1993 гг.), Надым (1992–1996 гг.). На посту Надым уровенные наблюдения ведутся с 1937 г., но в 1967 г. ряд прерван в связи с переносом поста на новое место без увязки с предыдущими наблюдениями. В 1992 г. пост на р. Надым был еще раз перенесен (на 1 км ниже по течению), но на сей раз уровни были увязаны с предыдущими начиная с 1968 г. Пост Самбург до 1943 г. находился в 3 км ниже по течению, после переноса ряды не увязаны. Перечисленные нарушения однородности уровней были полностью учтены при формировании рядов для их дальнейшего анализа в данной работе.

Дискретность наблюдений за уровнем на указанных в табл. 2 постах — два срока в течение суток. И лишь в период весеннего половодья проводились учащенные наблюдения.

Для сопряженного анализа с уровнями использовались данные о расходах воды на замыкающих створах исследуемых водных объектов. Наиболее полные данные о расходах воды получены по Салехарду (с 1936 г.). Наблюдения за водным стоком, хотя и с перерывами, велись также в Самбурге (1939–1991 гг.), Сидоровске (1962–1996 гг.). В данных о стоке воды по Надыму имеется особенно большой перерыв (1991–2010 гг.); для анализа могут быть использованы данные о расходах воды за 1968–1990, 2010–2013 гг.

Принятая нами методика анализа данных изложена в работе [9]. В отличие от обработки, предназначенной для получения обычных кривых природной повторяемости и обеспеченности уровней [3], методика сводится к анализу интервалов их изменения не по амплитуде, а по продолжительности непрерывного стояния относительно заданного значения.

Понятно, что за отдельный год или сезон наглядное представление о продолжительности непрерывного стояния уровней выше или ниже определенного значения дает обычный график хода ежедневных уровней, на который также нанесена линия проектного уровня. В нашем случае для получения численных характеристик за многолетний период удобно воспользоваться табличной обработкой, представленной в работе [9]. По ежедневным данным об уровнях (H) за каждый год отмечаются случаи непрерывного стояния уровней ниже заданного критического значения ($H_{пр}$) в период открытого русла. Определяется их количество и продолжительность ($\tau_{пр}$) каждого из них. Выделяются случаи продолжительностью не менее 10 суток. Для полноты информации за каждый год выбираются также продолжительность периода открытого русла, значение минимального уровня ($H_{мин}$) в этот период и минимальный уровень наиболее продолжительного стояния уровня ниже проектного.

По итогам обработки для каждого поста составляется таблица за многолетний период, позволяющая проследить изменчивость полученных характеристик по годам за весь период наблюдений. Для сравнения характеристик между постами формируется сводная таблица, включающая итоговые выборочные за многолетие их значения из предыдущей таблицы. Выполняется анализ полученных результатов, основные из которых представлены далее. Подчеркнем, что анализу подлежали уровни за период открытого русла, условно приравненный к навигационному периоду.

Употребляемое далее для краткости словосочетание «число лет» следует понимать равнозначным числу периодов (сезонов) открытого русла. Равнозначность принимаем также в отношении словосочетаний «число суток» и «число дней», характеризующих продолжительность явлений, т. к. выборки осуществлялись по среднесуточным данным. Словосочетания «случаи опасной продолжительности» и «периоды непрерывного стояния уровня ниже проектной отметки в течение не менее 10 сут» также считаем равнозначными.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В табл. 3 и на рис. 2 представлена информация о непрерывном стоянии уровней воды ниже проектных значений за период наблюдений на постах устьевых участков рек Обско-Тазовского региона.

Как видно из табл. 3 и рис. 2, случаи стояния уровней воды ниже проектных значений наблюдались на всех постах региона. При этом на посту Находка они имели место ежегодно, на посту Ныда занимали 98 % из всех лет наблюдений, на посту Надым — 75,6 %, Самбург — 68,3 %, Сидоровск — 54,3 %, на остальных — менее 40 %, реже всего отмечались на посту Тазовский.

Наибольшее число лет с опасными периодами непрерывного стояния $H < H_{пр}$, продолжительность которых более 10 сут ($n_{тав}$), за все годы наблюдений отмечено

Таблица 3

Число лет (сезонов) и случаев непрерывного стояния уровня ниже проектных значений за многолетний период

Table 3

The number of years (seasons) and cases of continuous standing of the level below the design values for a multi-year period

Пост	n , лет	$n_{пр}$, лет	Характеристика лет с наличием $\tau \geq 10$ суток			$n_{сл}$, случаев	$n_{че}$, случаев	$m_{сл}$, случаев	Годы с $m_{сл}$
			$n_{тав}$, лет	$n_{тав}/n$, %	$n_{тав}/n_{пр}$, %				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Салехард	78	23 (29,5)	10	12,8	43,5	66	11 (16,7)	7	1951
Аксарка	48	18 (37,5)	7	14,6	38,9	46	12 (26,1)	7	1967
Ныда	51	50 (98,0)	43	84,3	86,0	419	80 (19,1)	18	2012
Надым	45	34 (75,6)	32	71,1	94,1	55	37 (67,3)	4	1982, 1985
Самбург	60	41 (68,3)	29	48,3	70,7	112	46 (41,1)	6	2005
Сидоровск	46	25 (54,3)	20	43,5	80,0	31	22 (71,0)	2	1950, 1951, 1984, 1988, 1995, 1996
Тазовский	65	7 (10,8)	0	0,0	0,0	9	0 (0,0)	2	1957, 1991
Находка	40	40 (100)	34	85,0	85,0	175	70 (40,0)	9	1976

Примечания: n — длина исследуемого ряда (число сезонов открытого русла); $H_{пр}$ — проектный (критический) уровень; $n_{пр}$ — число лет с наличием случаев $H < H_{пр}$; $\tau_{пр}$ — продолжительность непрерывного стояния уровня ниже проектного значения; $n_{тав}$ — число лет с наличием $\tau \geq 10$ суток; $n_{сл}$ — суммарное число случаев с $H < H_{пр}$ любой продолжительности за n лет; $n_{че}$ — число случаев с $\tau_{пр} \geq 10$ суток; в колонке 3 в скобках даны величины $n_{пр}$ в % от длины исследуемого ряда (n); в колонке 8 в скобках приведено отношение (%) числа случаев с $\tau_{пр} \geq 10$ суток к суммарному числу случаев с $H < H_{пр}$ любой продолжительности за n лет, т.е. $n_{че}/n_{сл}$; макс. — максимум; $m_{сл}$ — максимальное за год число периодов любой продолжительности с $H < H_{пр}$.

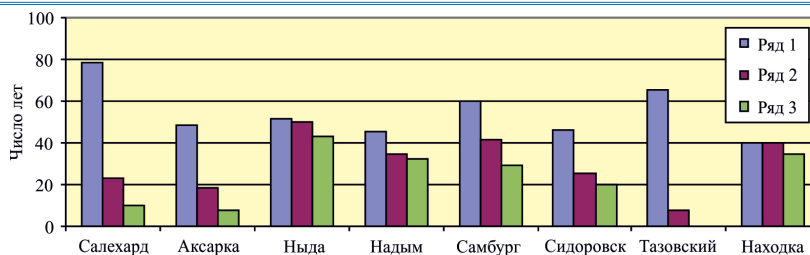


Рис. 2. Число лет наблюдений (ряд 1), лет с наличием периодов с $H < H_{пр}$ (ряд 2) и лет с периодами непрерывного стояния уровня ниже проектных значений не менее 10 суток (ряд 3)

Fig. 2. Number of years of observations (row 1), years with periods with $H < H_{пр}$ (row 2) and years with periods of continuous level standing below the design values of at least 10 days (row 3)

на посту Ныда (43 навигационных сезона из 50). Находка по числу таких периодов находится на втором месте (34 сезона из 40), далее следует Надым (32 сезона из 34), Самбург (29 сезонов из 41). В Тазовском не было ни одного случая продолжительностью не менее 10 сут непрерывного стояния уровня ниже критических значений.

Отношение числа лет с опасными периодами непрерывного стояния $H < H_{пр}$ к числу всех лет наблюдений оказалось наиболее высоким для постов Находка (85,0 %), Ныда (84,3 %), Надым (71,1 %).

Доля лет с опасными периодами стояния уровня по отношению к числу только тех лет, в которые отмечены случаи с $H < H_{пр}$, составляет для поста Надым 94,1 %, Находка — 85,0 %, Ныда — 86,0 %, Сидоровск — 80,0 %, Самбург — 70,7 %. Для Салехарда и Аксарки это соотношение составляет 43,5 и 38,9 % соответственно.

В целом данные табл. 3 показывают, что по всем показателям и соотношениям, которые характеризуют *число лет* со случаями непрерывного стояния уровней ниже проектных, наибольшее число лет со случаями опасной продолжительности за годы наблюдений характерно для постов Находка, Ныда, Надым, Сидоровск и Самбург.

Понятно, что число отдельных *периодов (случаев) непрерывного стояния* уровней ($n_{сл}$) ниже проектных значений будет больше, чем число лет с проявлением таких случаев, поскольку в году может наблюдаться несколько случаев с $H < H_{пр}$. Из табл. 3 видно, что наибольшее суммарное число случаев с $H < H_{пр}$ любой продолжительности за n лет наблюдалось в Ныде (419 случаев). Затем следуют Находка (175 случаев), Самбург (112), Салехард (66), Надым (55 случаев), остальные насчитывают менее 50 случаев. Как видно, по суммарному числу случаев пост Надым не вошел в тройку постов с наиболее высокими показателями. Это объясняется тем, что случаи непрерывного стояния уровня ниже проектного значения здесь отличались затяжным характером и большинство их (67,3 %) относятся к опасным явлениям. Похожая ситуация складывается и с постом Сидоровск. Для этого поста, как и для Надыма, преобладают случаи непрерывного стояния опасной продолжительности (71 %). За Сидоровском и Надымом следуют Самбург (41,1 %), Находка (40 %), Аксарка (26,1 %), Ныда (19,1 %), Салехард (16,7 %).

Первенство по *максимальному за один год* числу случаев непрерывного стояния $H < H_{пр}$ различной продолжительности принадлежит посту Ныда (18 случаев в навигацию 2012 г.). Из них лишь 1 случай по продолжительности относится к опасным. В Находке наибольшее за 1 год число случаев с $H < H_{пр}$ отмечено в 1976 г. (9 случаев), но среди них не было случаев продолжительностью от 10 суток и выше.

По 7 случаев за год отмечено в Салехарде (1951 г.) и Аксарке (1967 г.); они также не относятся к опасным по продолжительности. В Самбурге отмечен один случай опасной продолжительности (2005 г.) из максимального (6) за один год числа случаев стояния $H < H_{пр}$. В Надыме максимальное за один год число случаев с $H < H_{пр}$ различной продолжительности наблюдалось по 4 раза в 1982 и 1985 гг. Из них имели продолжительность от 10 суток два случая в 1982 г. и один в 1985 г. По Сидоровску набирается 6 лет, в каждом из которых отмечено по два случая с $H < H_{пр}$. Это максимальное за один сезон число таких случаев для данного поста. При этом случаи опасной продолжительности наблюдались в 1950, 1951, 1988 гг. (по одному), в 1995 и 1996 гг. (по два случая).

В табл. 4 приведена повторяемость случаев непрерывного стояния уровня ниже проектных значений по заданным интервалам продолжительности этих случаев за все годы. Данные табл. 4 представляют собой детализацию данных по колонкам 7 и 8 из табл. 3. Как следует из табл. 4, для поста Надым, имеющего наибольшую из всех постов продолжительность стояния уровня ниже проектного значения, характерно наличие случаев по всем 9-суточным интервалам продолжительности. По Ныде также присутствуют данные по всем интервалам продолжительности в пределах наблюдаемых ее значений на этом посту. По остальным постам имеются пропуски от одного до четырех интервалов, что обусловлено дискретностью разбиения продолжительности явления на интервалы. Принятая нами дискретность разбиения на интервалы выбрана таким образом, чтобы отделить опасные периоды непрерывного стояния уровня от остальных (до 10 сут).

Таблица 4

**Повторяемость числа случаев непрерывного стояния $H < H_{пр}$
по заданным интервалам ее продолжительности за все годы наблюдений**

Table 4

**Frequency of cases of continuous standing of $H < H_{пр}$
at specified intervals of its duration for all the years of observations**

Интервал, сутки	Салехард	Аксарка	Ныда	Надым	Самбург	Сидоровск	Тазовский	Находка
1–9	55	34	339	18	66	9	9	105
10–18	6	6	62	7	26	8	–	32
19–27	3	5	14	2	10	3	–	12
28–36	1	0	3	1	4	0	–	7
37–45	0	0	1	4	3	1	–	5
46–54	1	0	–	3	0	1	–	4
55–63	–	0	–	1	2	6	–	6
64–72	–	1	–	3	0	1	–	2
73–81	–	–	–	6	1	1	–	0
82–90	–	–	–	3	–	1	–	1
91–99	–	–	–	3	–	–	–	1
100–108	–	–	–	2	–	–	–	–
109–117	–	–	–	1	–	–	–	–
118–	–	–	–	1	–	–	–	–

Примечание: прочерк означает отсутствие случаев в заданном интервале.

Таблица 5

**Повторяемость опасных случаев непрерывного стояния уровня $H < H_{np}$
за один навигационный сезон**

Table 5

**Frequency of dangerous cases of continuous standing of the $H < H_{np}$ level
in one navigation season**

Пост	Заданное значение числа случаев с $\tau_{np} \geq 10$ сут за один навигационный сезон				Годы с числом случаев наибольшего заданного значения
	4	3	2	1	
Салехард	–	–	1	9	2012
Аксарка	1	–	2	4	2012
Ныда	1	9	16	17	2005
Надым	–	–	5	27	1982, 1997, 1998, 2004, 2011
Самбург	1	3	8	17	2009
Сидоровск	–	–	2	18	1995, 1996
Тазовский	–	–	–	–	–
Находка	2	8	14	10	2011, 2012

Табл. 5 дает ответ на вопрос о том, сколько раз за один навигационный сезон имели место случаи с $\tau_{np} \geq 10$ сут с определенным (заданным) значением частоты этих случаев. Отметим, что сумма этих случаев по каждому посту равна значению в колонке 4 табл. 3. Как следует из табл. 5, наибольшее число случаев с $\tau_{np} \geq 10$ сут за один навигационный сезон отмечено в Находке, где два года (2011, 2012 гг.) наблюдалось по 4 случая опасной продолжительности стояния уровня ниже критических значений. Четырежды за один сезон складывалась подобная ситуация в Аксарке (2012 г.), Ныде (2005 г.), Самбурге (2009 г.). В 2012 г. в Салехарде было отмечено 2 случая опасной продолжительности за один сезон. Ныде принадлежит первенство по варианту трехразовой повторяемости числа случаев непрерывного стояния уровня опасной продолжительности, что наблюдалось в 9 сезонах. За Ныдой следует Находка с количеством 8 сезонов, в каждом из которых трижды отмечалось стояние низких уровней опасной продолжительности. Наибольшее число двукратной повторяемости опасных случаев за сезон наблюдалось в Ныде (16 лет), Находке (14 лет). Наиболее часто по всем постам кроме Находки имели место случаи однократного появления за сезон навигации опасного случая непрерывного стояния уровня. В Надыме это наблюдалось в течение 27 лет.

В табл. 6 представлены сведения о сумме дней с уровнями ниже проектных за весь период наблюдений и наибольшей сумме за год, а также о значениях минимальных уровней для наиболее продолжительных периодов стояния уровня ниже проектных.

Как следует из табл. 6, наибольшее за весь период наблюдений суммарное число дней с уровнями ниже проектных принадлежит посту Ныда (2480 дней). Свыше двух тысяч дней с $H < H_{np}$ имеют также Находка и Надым. По Самбургу таких дней наблюдалось 1313, по остальным постам — менее тысячи. Меньше всего подвержен понижению уровня ниже проектных отметок пост Тазовский.

Из всех постов максимальная за один навигационный сезон сумма дней с уровнями ниже критических отмечалась в Надыме в 2000 г. (124 дня). Доля максимальной за навигацию суммы дней с $H < H_{np}$ (см. табл. 6 в скобках) по отношению к сумме таких дней за весь период наблюдений имеет обратную зависимость. Для поста Та-

Таблица 6

Продолжительность стояния уровней ниже проектных ($H_{пр}$) и минимальные среднесуточные уровни ($H_{мин}$) наиболее продолжительного случая с $H < H_{пр}$

Table 6

The duration of standing levels below the design ($H_{пр}$) and the minimum average daily levels ($H_{мин}$) of the longest case with $H < H_{пр}$

Пост	Сумма дней с $H < H_{пр}$ за весь период наблюдений	Макс. за год сумма дней с $H < H_{пр}$		Макс. за год отношение суммы дней с $H < H_{пр}$ к $\tau_{ор}$		$H_{мин}$ среднесуточный наиболее продолжительного случая с $H < H_{пр}$		
		число дней	год	%	год	см над нулем поста	год	разность ($H_{пр} - H_{мин}$)
Салехард	434	61 (14,1)	1989	42,1	1989	-4	1989	74
Аксарка	376	77 (20,5)	2012	49,4	2012	-27	1977	87
Ныда	2480	89 (3,6)	1981	69,5	1981	22	1977	178
Надым	2339	124 (5,3)	2000	83,8	2000	-33	1988	83
Самбург	1313	84 (6,4)	2009	66,7	2009	262	2009	53
Сидоровск	901	83 (9,2)	1967	63,0	1990	155	1967	75

Примечание: в скобках указано число дней в % от суммы дней с $H < H_{пр}$ за весь период наблюдений; $\tau_{ор}$ — продолжительность периода открытого русла, приравненного к навигационному периоду.

зовский она оказалась равной 26,9 % при сумме дней, равной 26, с $H < H_{пр}$ за весь период наблюдений для поста Ныда — 3,7 % при сумме дней равной 2480.

Наибольшее превышение проектного уровня ($H_{пр}$) относительно минимального среднесуточного уровня ($H_{мин}$) за весь период наблюдений характерно для поста Находка (189 см). Для поста Ныда превышение составляет 178 см. За ним следуют Аксарка (87 см), Надым (83), Сидоровск (75 см), Салехард (74 см), Самбург (53 см), Тазовский (28 см).

Таблица 7

Экстремальные значения периода открытого русла ($\tau_{ор}$) и максимальная за сезон продолжительность опасного стояния уровня ($\tau_{пр}$)

Table 7

Extreme values of the open riverbed period ($\tau_{ор}$) and the maximum duration of dangerous level standing during the season ($\tau_{пр}$)

Пост	Продолжительность периода открытого русла ($\tau_{ор}$)				Макс. за навигационный сезон продолжительность $\tau_{пр}$		Отношение макс. за сезон $\tau_{пр}$ к $\tau_{ор}$	
	мин.		макс.		число дней	год	%	год
	число дней	год	число дней	год				
Салехард	118	1990	168	2010	53	1989	36,6	1989
Аксарка	112	1970	165	2010	64	1977	42,7	1977
Ныда	105	1978	153	2011	39	1981	30,5	1981
Надым	110	1978	165	2011	117	2005	79,9	1988
Самбург	90	2001	151	2011	73	1967	53,3	1967
Сидоровск	106	1981	141	1967	83	1967	63,0	1990
Тазовский	97	1981	150	2011	7	1968	6,4	1968
Находка	87	1992	140	2011	96	2006	91,4	2006

В табл. 7 приведены сведения о максимальной наблюдавшейся за навигационный сезон продолжительности опасного стояния уровня ($\tau_{пр}$) и экстремальных значениях продолжительности навигационного сезона, приравненного к периоду открытого русла ($\tau_{ор}$).

Из табл. 7 видно, что продолжительность периода открытого русла ($\tau_{ор}$) на постах региона находилась в пределах от 87 до 140 дней в Находке и от 118 до 168 включительно в Салехарде. Обращает на себя внимание тот факт, что максимальная продолжительность периода открытого русла приурочена к 2010 и 2011 гг. на всех постах за исключением Сидоровска, наблюдения в котором в эти годы уже не велись.

Таблица 8

Многолетняя изменчивость основных характеристик непрерывного стояния уровня ниже проектных значений по заданным периодам лет наблюдений

Table 8

Long-term variability of the main characteristics of continuous standing of the level below the design values for the specified periods of years of observations

Характеристика	1936–1940	1941–1950	1951–1960	1961–1970	1971–1980	1981–1990	1991–2000	2001–2010	2011–2013
Салехард									
$n_{пр}$, лет	4	0	4	3	2	6	1	2	1
$n_{тау}$, лет	1	0	1	2	2	3	0	0	1
$n_{че}$, случаев	1	0	1	2	2	3	0	0	2
Аксарка									
$n_{пр}$, лет	–	–	–	3	2	6	2	4	1
$n_{тау}$, лет	–	–	–	1	1	3	0	1	1
$n_{че}$, случаев	–	–	–	2	1	4	0	1	4
Ныда									
$n_{пр}$, лет	–	–	–	9	10	10	9	10	3
$n_{тау}$, лет	–	–	–	9	10	10	9	6	2
$n_{че}$, случаев	–	–	–	16	10	22	15	13	4
Надым									
$n_{пр}$, лет	–	–	–	–	3	10	9	9	3
$n_{тау}$, лет	–	–	–	–	3	9	9	8	3
$n_{че}$, случаев	–	–	–	–	3	10	11	9	4
Самбург									
$n_{пр}$, лет	–	5	8	7	4	7	(1)	6	3
$n_{тау}$, лет	–	5	5	5	2	6	(1)	3	2
$n_{че}$, случаев	–	8	6	6	5	9	(1)	7	4
Сидоровск									
$n_{пр}$, лет	–	(1)	4	4	3	7	(6)	–	–
$n_{тау}$, лет	–	(1)	4	3	2	6	(4)	–	–
$n_{че}$, случаев	–	(1)	4	3	2	6	(6)	–	–
Находка									
$n_{пр}$, лет	–	–	–	(3)	10	10	7	7	3
$n_{тау}$, лет	–	–	–	(1)	6	10	7	7	3
$n_{че}$, случаев	–	–	–	(1)	12	17	14	16	10

Примечание: в скобках приведены значения, полученные по неполным наблюдениям в заданном периоде лет; прочерк означает отсутствие наблюдений.

На посту Надым в 2005 г. зафиксирована наибольшая из всех постов максимальная продолжительность непрерывного стояния уровня ($\tau_{\text{пр}}$) ниже критической отметки (117 дней). Далее следуют посты Находка с максимальной за навигацию продолжительностью, равной 96 дней, Сидоровск (83 дня), Самбург (73 дня), Аксарка (64 дня), Салехард (53 дня), Тазовский (7 дней).

Рассмотрим многолетнюю изменчивость основных характеристик непрерывного стояния уровня ниже проектных значений по заданным периодам лет наблюдений. В табл. 8 даны значения числа лет с наличием любых случаев с $H < H_{\text{пр}}(n_{\text{пр}})$, числа лет с наличием $\tau_{\text{пр}} \geq 10$ суток ($n_{\text{тау}}$) и числа случаев с $\tau_{\text{пр}} \geq 10$ суток ($n_{\text{чс}}$). Дискретность выбранных периодов равна 10 годам за исключением первого и последнего периодов. Пост Тазовский в данную таблицу не включен ввиду крайне редкой повторяемости исследуемого явления.

Как видно из табл. 8, наибольшее число лет с наличием случаев с $H < H_{\text{пр}}$ любой продолжительности ($n_{\text{пр}}$) приходится на период 1981–1990 гг. (Салехард, Аксарка, Ныда, Надым, Сидоровск, Находка). Посты Ныда и Находка выделяются тем, что такая же высокая повторяемость случаев с $H < H_{\text{пр}}$ на первом отмечена еще в двух 10-летних периодах, на втором — еще в одном десятилетии. В Самбурге наибольшее число лет с наличием случаев различной продолжительности наблюдалось в период 1951–1960 гг.

Наибольшее число лет с наличием опасных случаев непрерывного стояния уровня ($n_{\text{тау}}$), т. е. от 10 суток и выше, приходится также на период 1981–1990 гг., при этом — для всех постов. По Ныде и Надыму максимум этой характеристики приурочен еще к двум 10-летиям (1971–1980 и 1991–2000 гг. соответственно).

Наконец, наибольшее число непосредственно случаев непрерывного стояния уровней ниже проектных отметок в течение 10 суток и выше ($n_{\text{чс}}$) для большинства постов также наблюдалось в период 1981–1990 гг. Исключение составляет пост Надым, для которого максимум этой характеристики отмечен в периоды 1981–1990 и 1991–2000 гг.

Из табл. 8 видно, что значительное число анализируемых характеристик для некоторых постов приходится на 2011–2013 гг. Их численность только за три последних года сравнима с численностью в течение некоторых предыдущих полных 10-летий.

Рассмотрим, какую долю составляет сумма дней за периоды опасной продолжительности ($\tau_{\text{сум}}$) по отношению к общей сумме дней (T) с уровнями ниже проектных значений за сезон открытого русла и к продолжительности этого сезона ($\tau_{\text{ор}}$). Рис. 3 дает наглядное представление об изменчивости указанных соотношений по годам, а в табл. 9 приведены их средние и экстремальные значения за многолетие.

Как видно из рис. 3 и табл. 9, по всем постам, кроме Ныды, отмечались годы, когда все дни стояния уровня ниже проектной отметки за период открытого русла полностью относились к критическим. Наиболее часто такое равенство общей суммы дней с уровнями ниже критических значений и суммы дней, приуроченных к периодам опасной продолжительности, наблюдалось в Надыме, Сидоровске, Самбурге. Самая высокая суммарная продолжительность опасного стояния уровня относительно продолжительности навигационного периода наблюдалась на постах Находка (88,6 %), Надым (79,9 %), Сидоровск (63,0 %), Самбург (62,7 %). Отметим, что в Надыме в период 1968–1975 гг. за всю навигацию не было случаев с уровнями ниже критических. Следует иметь в виду, что значительные пробелы на диаграммах для

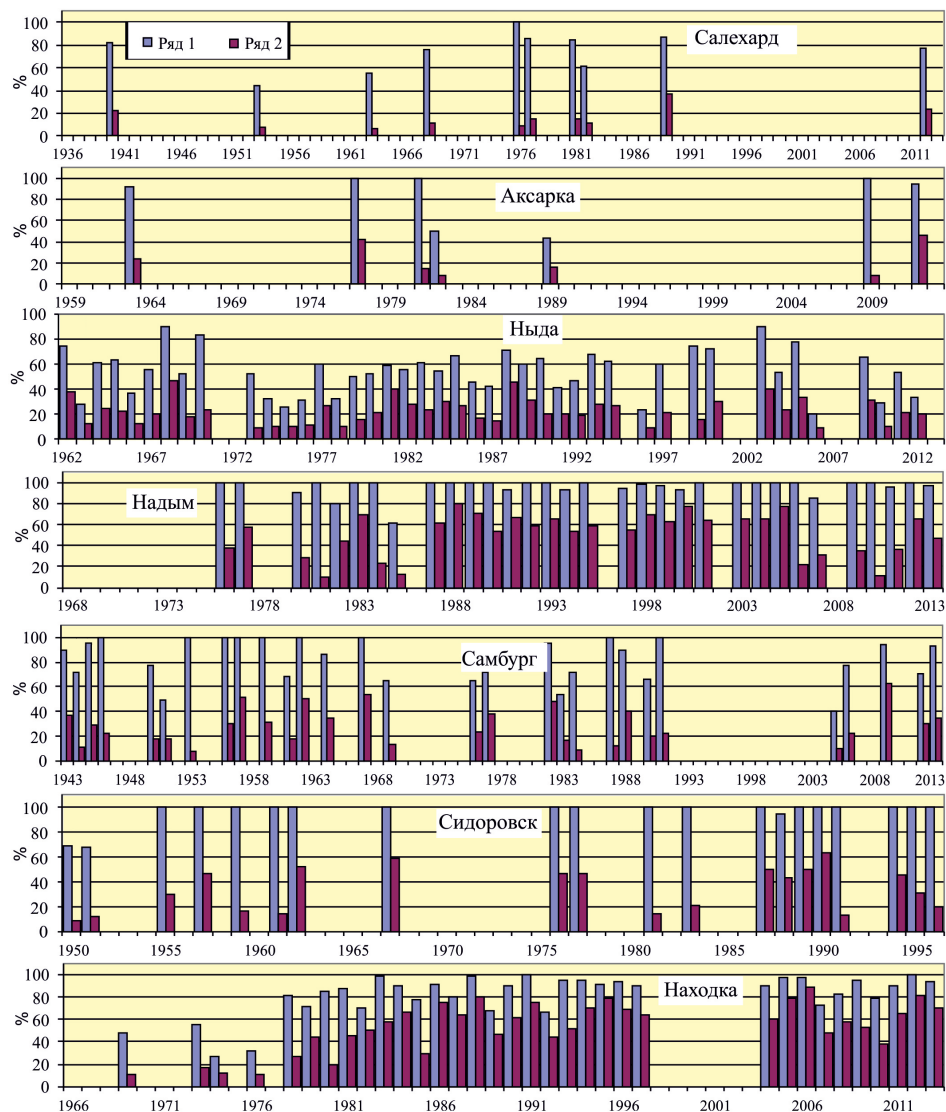


Рис. 3. Отношение (%) суммы дней с $\tau_{np} \geq 10$ сут к общей сумме дней с уровнями ниже проектного за сезон (ряд 1) и к продолжительности открытого русла (ряд 2)

Fig. 3. The ratio (%) of the sum of days with a $\tau_{np} \geq 10$ days to the total sum of days with levels below the project level for the season (row 1) and to the duration of the open riverbed (row 2)

постов Самбург (1992–1999, 2002–2003 гг.) и Находка (1988–2003 гг.) обусловлены отсутствием наблюдений, что отмечено ранее при описании изученности уровней. Там же приведены сведения об отдельных пропусках в наблюдениях по другим постам, что также необходимо принимать во внимание.

Сопоставим характеристики меженных уровней ниже проектных значений с расходами воды. Такая возможность имеется для устьевых участков рек Обь, Пур,

Таблица 9

Отношение суммы дней опасной продолжительности ($\tau_{\text{сум}}$) к общей за сезон сумме дней (T) с уровнями ниже $H_{\text{пр}}$ и к продолжительности навигационного периода ($\tau_{\text{оп}}$)

The ratio of the sum of days of dangerous duration ($\tau_{\text{сум}}$) to the total amount of days (T) for the season with levels below the $H_{\text{пр}}$ and to the length of the navigation period ($\tau_{\text{оп}}$)

Пост	$\tau_{\text{сум}}/T, \%$			$\tau_{\text{сум}}/\tau_{\text{оп}}, \%$		
	Среднее	Макс.	Мин.	Среднее	Макс.	Мин.
Салехард	75,2	100	44,0	15,9	36,6	6,8
Аксарка	82,7	100	43,4	23,0	46,2	8,3
Ныда	54,2	89,4	20,8	22,7	46,5	9,1
Надым	96,1	100	60,7	51,0	79,9	9,6
Самбург	83,1	100	40,0	28,3	62,7	7,5
Сидоровск	96,6	100	68,0	34,2	63,0	8,4
Находка	80,6	100	26,7	53,3	88,6	10,5

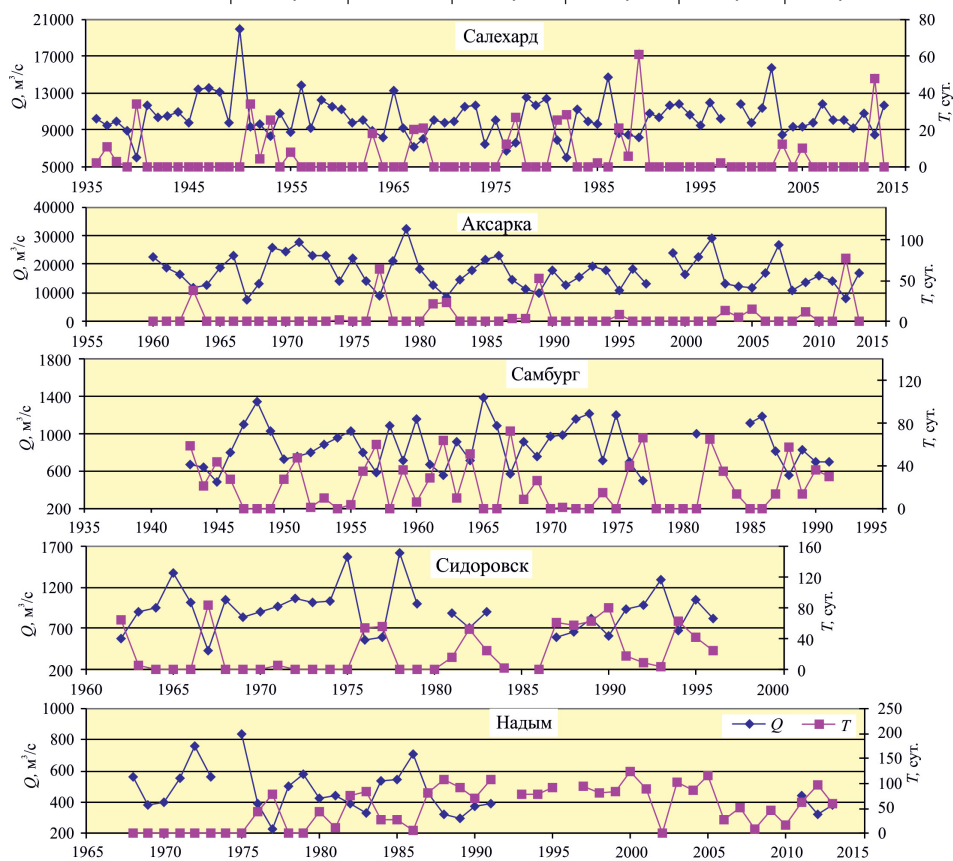


Рис. 4. Ход суммарной продолжительности (T) стояния уровней ниже проектных значений за сезон и расходов воды (Q)

Fig. 4. The course of the total duration (T) of standing levels below the design values for the season and water consumption (Q)

Таз, Надым, на замыкающих створах которых велись наблюдения за стоком. На рис. 4 представлены графики хода суммарной продолжительности (T) стояния уровней ниже проектных значений за сезон совместно с расходами воды (Q), осредненных за период с наиболее тесной связью суммарной продолжительности стояния уровня ниже $H_{пр}$ за сезон со среднемесячными расходами воды.

Предварительно анализировалась связь суммарной продолжительности стояния уровня ниже $H_{пр}$ за сезон со среднемесячными расходами воды за каждый месяц с июля по ноябрь, а также со средними значениями расходов за периоды июль–октябрь, август–октябрь, сентябрь–октябрь. Установлено, что для Салехарда наиболее тесная связь суммы дней (T) за сезон с расходами воды (Q) оказалась для среднемесячных значений стока за октябрь. Коэффициент корреляции (r) равен $-0,51$. Для Аксарки такая связь имеет наилучшую тесноту со средними расходами реки Оби за июль–октябрь ($r = -0,70$), для Сидоровска и Самбурга — со средними расходами за август–октябрь ($r = -0,76$ и $r = -0,85$ соответственно), для Надыма — со средними расходами за июль–октябрь ($r = -0,70$).

Как видно из рис. 4, по всем постам отмечается обратная связь суммы дней при уровнях ниже проектных значений со стоком воды, который является определяющим фактором формирования водного режима на постах, расположенных вблизи речной границы устьевых участков.

Можно отметить, что для Салехарда и Аксарки длительное уменьшение стока воды р. Оби в навигационный период ниже $9000\text{--}10000\text{ м}^3/\text{с}$ создает угрозу снижения уровня ниже проектных значений, в том числе опасной продолжительности. В ряд опасных явлений рискует попасть стояние уровня ниже проектных значений в Самбурге и Сидоровске при стоке воды ниже $800\text{ м}^3/\text{с}$, в Надыме — при стоке ниже $400\text{ м}^3/\text{с}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Низкая межень является весьма негативным явлением для водопользователей, включая население, промышленность, энергетику, водный транспорт, сельское хозяйство, рыбоводство и рыболовство. В данной работе выполнена оценка важных для судоходства характеристик меженного уровня в период свободного ото льда русла на постах Салехард, Аксарка, Ныда, Надым, Самбург, Сидоровск, Тазовский, Находка, расположенных в зоне судоходства на водных объектах Обско-Тазовского региона. К таким характеристикам относятся уровни воды при их падении ниже проектных отметок, которые назначаются исходя из условий судоходства и водного режима по участкам судоходной трассы. Согласно руководящим документам при снижении уровня воды ниже проектных значений наиболее негативные последствия для судоходства с экономической точки зрения представляют случаи непрерывного его стояния от 10 суток и более. Такие случаи приравнены к опасным природным явлениям.

Исходными данными для анализа послужили среднесуточные уровни воды, опубликованные в изданиях Водного кадастра за период наблюдений по 2013 г. При этом все нарушения однородности уровней были полностью учтены при формировании рядов по каждому посту. Проектные (критические) уровни, относительно которых проводился анализ, взяты из навигационных карт. Для сопряженного анализа использовались также среднемесячные расходы воды на замыкающих створах рек Обь, Надым, Пур, Таз.

Методика обработки данных аналогична стандартной методике анализа повторяемости уровней по заданным интервалам их изменчивости, но вместо уровней выбираются периоды непрерывного стояния уровней ниже проектных значений за каждый сезон открытого русла, и анализируется их повторяемость по заданным интервалам продолжительности.

Установлено, что снижение уровней воды ниже проектных отметок в навигационный период отмечалось на всех постах. По всем показателям и соотношениям, которые характеризуют число лет со случаями непрерывного стояния уровней ниже проектных, наибольшее число лет со случаями опасной продолжительности за годы наблюдений характерно для постов Находка, Ныда, Надым, Сидоровск и Самбург.

Наибольшее число лет с наличием опасных случаев непрерывного стояния уровня от 10 суток и выше отмечено в период 1981–1990 гг. для всех постов кроме Тазовского, в котором при заданном значении критического уровня за все годы наблюдений ни разу не отмечено случаев с опасной продолжительностью.

По всем постам, где велись наблюдения за стоком воды, отмечается обратная связь суммы дней при уровнях ниже проектных значений со стоком воды, который является определяющим фактором формирования водного режима на постах, расположенных вблизи речной границы устьевых участков. На нижележащей акватории устьевого участка роль стока воды в формировании уровня режима ослабевает с одновременным возрастанием влияния колебаний уровня приемного водоема [6, 7], однако определить характеристики этого влияния не представляется возможным из-за отсутствия необходимых наблюдений.

Анализ данных выявил низкое качество рядов данных, преимущественно из-за перерывов в наблюдениях. Качество данных по уровням воды также понижено из-за недостаточной дискретности наблюдений, особенно в условиях резких сгонно-нагонных колебаний уровня, наиболее характерных для районов, прилегающих к морской границе устьевых участков [10]. Эта проблема может быть решена организацией ежечасных уровенных наблюдений на постах.

Приведенные в статье характеристики могут быть полезны в первую очередь для речного флота, осуществляющего грузоперевозки на внутренних водных путях Обско-Тазовского региона, при планировании путевых работ, ретроспективном анализе прямых и косвенных экономических потерь, вызванных продолжительным стоянием низких уровней летней межени. В информации о критических уровнях заинтересованы органы МЧС.

Следует подчеркнуть, что весь представленный анализ выполнен лишь для одного заданного значения уровня по каждому из постов. Разумеется, что в случае изменения значений критических уровней все расчеты и анализ по приведенной выше технологии должны быть повторены заново, уже относительно новых отметок. Подобный анализ может быть выполнен также по отношению к датам проявления данного явления.

Конфликт интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-60192.

Competing interests. The author has no competing interests.

Funding. The reported study was funded by RFBR, project number 18-05-60192.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководящий документ. Инструкция. Критерии опасных гидрометеорологических явлений и порядок подачи штормового сообщения. РД 52.04.563-2002. СПб., 2002. 27 с.
2. ГОСТ 23903-79: Пути водные внутренние и их навигационное оборудование. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1980. 12 с.
3. Федоров В.В. Гидрологический анализ и расчеты проектного уровня дноуглубления. М.; Л.: Изд-во Минречфлота, 1953. 136 с.
4. Иванов В.В. Основные принципы гидролого-морфологического районирования устьевых областей крупных рек // Труды ААНИИ. 1974. Т. 308. С. 4–13.
5. Михайлов В.Н., Горин С.Л. Новые определения, районирование и типизация устьевых областей рек и их частей — эстуариев // Водные ресурсы. 2012. Т. 39. № 3. С. 243–257.
6. Залогин Б.С.; Родионов Н.А. Устьевые области рек СССР. М.: Мысль, 1969. 312 с.
7. Михайлов В.Н., Алексеевский Н.И., Сидорчук А.Ю., Rogov M.M., Михайлова М.В. Гидролого-морфологические процессы в устьевых областях рек и их антропогенные изменения // Труды V Всесоюзного гидрологического съезда. Устья рек. Л.: Гидрометеиздат, 1990. Т. 9. С. 88–94.
8. Михайлов В.Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС, 1997. 413 с.
9. Пискун А.А. Анализ продолжительности непрерывного стояния уровней воды ниже заданного значения на устьевых участках рек Обско-Тазовского региона // Современное состояние природной среды и экологический мониторинг Обско-Тазовского района: Сб. науч. тр. СПб.: Гидрометеиздат, 2004. С. 100–107.
10. Пискун А.А. О точности определения средних и экстремальных уровней воды при сокращении сроков наблюдений на постах Обской и Тазовской губ // Проблемы Арктики и Антарктики. 2017. № 4 (114). С. 23–36.

REFERENCES

1. *Rukovodiashchii dokument. Instruktziia. Kriterii opasnykh gidrometeorologicheskikh iavlenii i poriadok podachi shtormovogo soobshcheniia.* Guidance document. Instruction manual. Criteria for dangerous hydrometeorological events and the procedure for submitting a storm message. RD 52.04.563-2002. St. Petersburg, 2002: 27 p. [In Russian].
2. *GOST 23903-79: Puti vodnye vnutrennie i ikh navigatsionnoe oborudovanie. Terminy i opredeleniia.* GOST 23903-79: Inland waterways and their navigational aids. Terms and definitions. State Committee of standards of the USSR. Moscow, 1980: 12 p. [In Russian].
3. *Fedorov V. V. Gidrologicheskii analiz i raschety proektnogo urovnia dnouglublennii.* Hydrological analysis and calculations of the design level of dredging. Moscow; Leningrad: Publishing house of Minrechflot, 1953: 136 p. [In Russian].
4. *Ivanov V. V. Basic principles of hydrological and morphological zoning of estuaries of large rivers. Trudy Arkticheskogo i antarkticheskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta.* Proc. of AARI. 1974, 308: 4–13. [In Russian].
5. *Mikhailov V.N., Gorin S.L. New definitions, zoning and typification of estuarine areas of rivers and their parts — estuaries. Vodnye resursy.* Water resources. 2012, 39 (3): 243–257. [In Russian].
6. *Zalogin B.S.; Rodionov N.A. Ust'evye oblasti rek SSSR.* Mouth areas of the rivers of the USSR. Moscow: Mysl', 1969: 312 p. [In Russian].
7. *Mikhailov V.N., Alekseevskii N.I., Sidorchuk A.Iu., Rogov M.M., Mikhailova M.V. Gidrologo-morfologicheskie protsessy v ust'evykh oblastiakh rek i ikh antropogennye izmeneniia. Trudy V Vsesoiuznogo gidrologicheskogo s"ezda. Ust'ia rek.* Hydrological and morphological processes in

the mouth areas of rivers and their anthropogenic changes. Proc. of the V All-Union Hydrological Congress. Mouths of rivers. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1990, 9: 88–94. [In Russian].

8. Mikhailov V.N. *Ust'ia rek Rossii i sopredel'nykh stran: proshloe, nastoiashchee i budushchee*. Mouths of rivers in Russia and neighboring countries: past, present and future. Moscow: GEOS, 1997: 413 p. [In Russian].

9. Piskun A.A. Analysis of the duration of continuous standing of water levels below the set value in the estuaries of rivers of the Ob-Taz region. *Sovremennoe sostoianie prirodnoi sredy i ekologicheskii monitoring Obsko-Tazovskogo raiona*. The current state of the natural environment and environmental monitoring of the Ob-Tazovsky district: Collection of scientific works. St. Petersburg: Hydrometeoizdat, 2004: 100–107. [In Russian].

10. Piskun A.A. About the accuracy of determining the average and extreme water levels at reduction of terms of observation on posts of the Ob and Taz estuaries. *Problemy Arktiki i Antarktiki*. Problems of the Arctic and Antarctic. 2017, 4 (114): 23–36. [In Russian].