

УДК 556.043, 556.535.5

Анализ ледового режима реки Пур для определения продолжительности навигационного периода

Н. А. Волкова^{1,2}¹Российский государственный гидрометеорологический университет, Россия, 192007, Санкт-Петербург, ул. Воронежская, 79²Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Россия, 199397, Санкт-Петербург, ул. Беринга, 38

Для цитирования: Волкова Н. А. Анализ ледового режима реки Пур для определения продолжительности навигационного периода // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения. СПб.: ПГУПС, 2026. Т. 23, вып. 1. С. 209–220. DOI: 10.20295/1815-588X-2026-1-209-220

Аннотация

Цель: анализ пространственно-временной динамики ледовых явлений на реке Пур с учетом различий между верховьями (район Тарко-Сале) и нижним течением (район Самбурга) для выявления закономерностей и тенденций в условиях меняющегося климата. **Методы:** основаны на обработке многолетних данных (за 1937–2024 годы) о датах начала и окончания ледовых явлений с применением статистического анализа. Используются географические и гидрологические параметры для объяснения различий между пунктами наблюдения. **Результаты:** продолжительность ледового периода в нижнем течении (Самбург) в среднем на 15–20 дней больше, чем в верховьях (Тарко-Сале), из-за более мощного водного потока и влияния арктического климата. Выявлена устойчивая тенденция к сокращению ледового периода на всей протяженности реки, особенно выраженная после 2000 года. При этом пространственный градиент между верховьями и нижним течением сохраняется, несмотря на общее потепление. **Практическая значимость:** возможность использования полученных данных для прогнозирования ледового режима, что важно для планирования судоходства, инфраструктурных проектов и оценки экологических рисков в Арктической зоне. Результаты также вносят вклад в понимание реакции северных рек на климатические изменения.

Ключевые слова: внутренние водные пути, ледовый режим, климатические изменения, река Пур

Введение

В условиях активного освоения Арктической зоны Российской Федерации и наличия значительных запасов природных ресурсов существенно возрастает транспортная роль речных систем Западной Сибири. В связи с этим изучение ледового режима данных водных артерий приобретает особую значимость. Ключевым гидрологическим параметром, определяющим продолжительность судоходства на реках северных регионов, является динамика установления и схода ледового покрова, ока-

зывающая непосредственное влияние на условия навигации.

Река Пур образуется от слияния рек Пяку-Пур и Айваседа-Пур. Площадь бассейна в месте слияния этих рек — 57 500 км² и возрастает к устью Пура до 112 000 км². От истоков реки Пяку-Пур общая длина Пура составляет 1024 км (рис. 1) [1].

Водосборный бассейн реки Пур характеризуется ярко выраженными чертами аккумулятивной равнины с минимальными уклонами поверхности (0,1–0,3%), постепенно

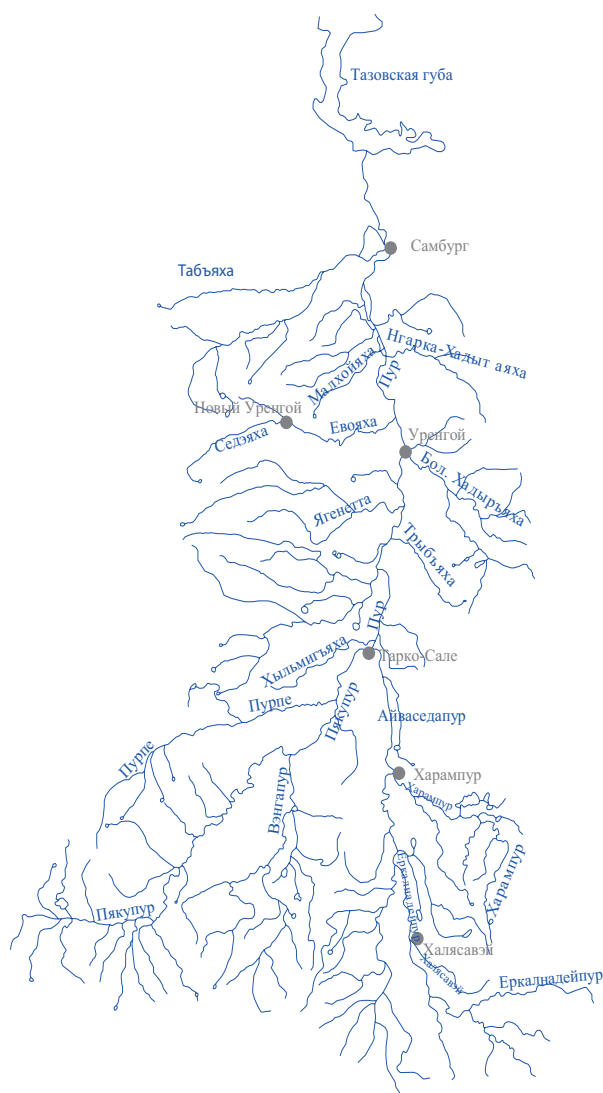


Рис. 1. Гидрографическая сеть бассейна р. Пур (разработана автором)

понижающейся в направлении побережья. Гидрографическая сеть бассейна отличается значительной степенью озерности (до 10% общей площади водосбора) и высокой заболоченностью (до 50% на отдельных участках) [2].

Ландшафтная структура бассейна отличается преобладанием плоских и крупнобугристых болотных массивов, развитой системой пойменных озер и ярко выраженной гидроморфностью ландшафтов. Гидроморфность — это степень выраженности и интенсивности про-

цессов переувлажнения и заболачивания территории, обусловленная близким залеганием грунтовых вод и особенностями рельефа [3].

В настоящее время постоянные наблюдения за уровнем воды в бассейне р. Пур ведутся на постах, представленных в табл. 1.

В колебании уровня воды реки Пур можно выделить следующие фазы: весеннее половодье, кратковременная и неустойчивая летняя межень, незначительные летне-осенние дождевые паводки и зимняя устойчивая низкая межень. Та же картина уровня режима отмечается и на реках Пяку-Пур и Айваседа-Пур. По мере приближения к устью Пура все большее влияние на уровень реки оказывает Тазовская губа, но и здесь основные черты годового хода уровня режима определяются речным стоком.

Река Пур берет начало на Сибирских Увалах на высоте 130–150 м. В верхнем течении речная долина хорошо выражена, ширина ее от 2–3 км постепенно увеличивается до 11 км (район Тарко-Сале). Склоны долины пологие, высотой 10–12 м, сложены песчано-илистыми грунтами и вследствие этого подвержены заметному разрушению. В среднем течении долины рек выражены слабее, склоны постепенно сливаются с окружающей местностью (район Уренгой).

Пойма в верховьях симметрично двухсторонняя, в среднем течении переходящая в левобережную до 6–9 км шириной. На всем протяжении она сильно изрезана старицами, протоками, ручьями, озерами, значительно заболочена и поросла смешанным лесом, сменяющимся к северу от Самбурга кустарником [3].

Русло реки на всем протяжении песчаное, подверженное значительным деформациям при изменениях скоростного режима потока. В паводковый период на различных участках реки наблюдаются довольно сильные размыв

ТАБЛИЦА 1. Перечень действующих гидрологических (уровенных) постов в бассейне р. Пур

Код поста	Пост	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²	Дата открытия поста	Отметка нуля поста, м БС
11571	р. Пур — пгт Уренгой	244	80 400	07.09.1948	5,86
11574	р. Пяку-Пур — г. Тарко-Сале	2,90	31 400	01.08.1938	15,31
11575	р. Еркал-Надей-Пур — пос. Халесовая	108	6600	27.08.1958	57,85
11636	р. Седэ-Яха — г. Новый Уренгой	4,10	1300	19.07.1984	43,55
11639	р. Хале-Савой — пос. Халесовая	1,50	822	20.08.1985	58,72
11807	р. Пур — с. Самбург	86,0	95 100	07.10.1936	-2,12

и намыв. В русле реки отлагается масса песка, образуя множество песчаных осередков, кос, островов. Паводок сопровождается значительными подъемами воды, превышающими межень на 3,6–4,8 м. Продолжительность разлива, когда вода выходит на пойму, составляет 6–8 дней.

Навигационные условия реки Пур

В настоящее время река Пур от устья до Тарко-Сале является судоходной (табл. 2). По навигационным условиям Пур можно разделить на два участка: верхний — от пос. Тарко-Сале до пгт Уренгой и нижний — от Уренгоя до устья. Верхний участок имеет большое количество перекатов и менее удобен для судоходства, чем нижний. При снижении уровня до межени в средний по водности год на верхнем участке реки насчитывается 14 перекатов с глубинами ниже гарантированных. Характерной особенностью реки на этом участке является незначительная протяженность отдельных перекатов, достигающая 150–200 м при длине плесов 5–7 км. Наиболее затруднительным на верхнем участке является перекат, расположенный на 33 км ниже Тарко-Сале.

По условиям обеспечения безопасности судоходства установлены следующие категории внутренних водных путей для реки Пур [7]:

- внутренние водные пути с гарантированными габаритами судовых ходов и освещаемой навигационной обстановкой (первая категория);
- внутренние водные пути с гарантированными габаритами судовых ходов и со светоотражающей навигационной обстановкой (вторая категория);
- внутренние водные пути без гарантированных габаритов судовых ходов и без навигационной обстановки (седьмая категория).

Нижний участок Пура является более благоприятным для судоходства. Глубины здесь сравнительно одинаковы и удерживаются на уровне гарантированных. Наиболее трудный перекал в многоводные годы находится на 185–187-м километре вниз по течению от Тарко-Сале. В маловодные и средние по водности годы с глубинами меньше гарантированных насчитывается до пяти-шести перекатов [2].

Общее описание ледового режима

Река Пур, как и другие крупные водотоки севера Западной Сибири (Обь, Надым, Таз), характеризуется типичным для этого региона суровым ледовым режимом, формирующимся под действием комплекса климатических, гидравлических и морфологических факторов (рис. 2).

Таблица 2. Категории внутренних водных путей, определяющих для участков внутренних водных путей габариты судовых ходов и навигационно-гидрографическое обеспечение условий плавания судов в навигацию 2025 года [7]

Наименование водного пути	Верхняя граница по течению	Нижняя граница по течению	Протяженность (км)	Категория ВВП	Глубина, м	Ширина, м	Радиус закругления (R), м	Водпост	Проектный уровень воды над «0» графика, см	Дата открытия (дд.мм.гг)	Дата закрытия (дд.мм.гг)	Продолжительность, дней
Река Пяку-Пур	85 км	14 км	71	7								
Река Айваседа-Пур	171 км	устье (слияние с р. Пяку-Пур)	171	7								
Река Еркал-Надей-Пур	с. Халясавэй	устье (р. Айваседа-Пур)	113	7								
Река Пур	исток (слияние рек Пяку-Пур и Айваседа-Пур)	г. Уренгой	138	7								
Река Пур	г. Уренгой	6 км	256	2	1.2	30	200	Уренгой	360	12.06.2025	01.10. 2025	112
Река Пур	6 км	устье (Тазовская губа)	6	1	2.1	40	200	Находка	650	28.06.2025	01.10.2025	96

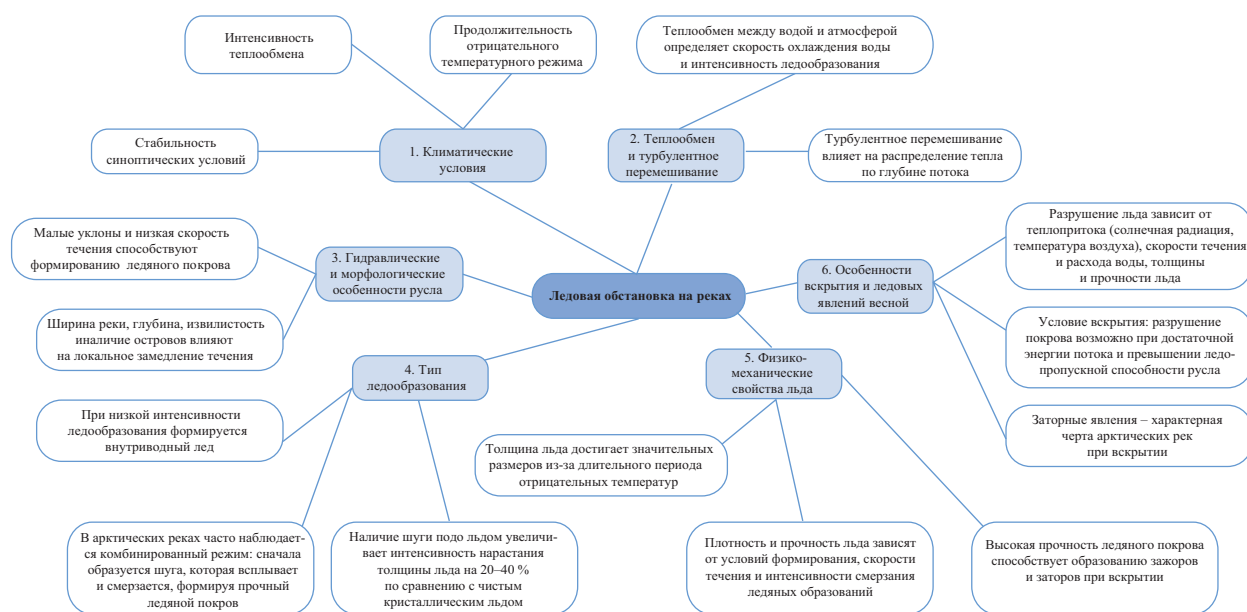


Рис. 2. Схема факторов, определяющих ледовый режим (разработана автором)

Ледовый режим реки Пур формируется в условиях сурового арктического климата, что определяет его основные фазы: раннее замерзание, длительный ледостав и позднее, бурное вскрытие. Реки севера Западной Сибири замерзают в октябре-ноябре и находятся подо льдом в течение 7–8 месяцев [9]. Для этих рек характерны интенсивное шугообразование, значительная толщина льда и заторные явления при вскрытии. Река Пур, протекающая в пределах Ямало-Ненецкого автономного округа, полностью соответствует этой обобщенной характеристике. Суровые метеорологические условия, включающие раннее и устойчивое понижение температуры воздуха, способствуют интенсивным теплопотерям с поверхности воды, что приводит к переохлаждению водной толщи и началу ледообразования.

Учитывая, что Пур — равнинная река с широкой поймой и относительно низкими уклонами, на ее участках с более высокой скоростью течения (особенно в верховьях и на перекатах) происходит интенсивное образование внутриводной шуги. Эта шуга, всплывая, накапливается и формирует шуговые ковры и венки, которые затем смерзаются, способствуя быстрому установлению сплошного ледяного покрова. На участках с малой скоростью течения ($< 0,2$ м/с) ледостав формируется за счет роста и смыкания заберегов. Наличие подледной шуги значительно ускоряет нарастание толщины льда, увеличивая ее на 20–40% по сравнению с чистым кристаллическим льдом.

Вскрытие реки Пур, как и других арктических рек, сопровождается высокой вероятностью заторообразования. Заторные явления являются характерной чертой вскрытия рек Сибири [9], где ледяной покров отличается большой толщиной и прочностью. Разрушение покрова происходит, когда энергия потока (определяемая расходом воды и скоростью

течения) превышает ледопропускную способность русла. На реке Пур, имеющей извилистое русло и участки сужения, условия для формирования заторов особенно благоприятны. Процесс вскрытия проходит с динамическим разрушением льда под действием паводочной волны. Это приводит к резкому подъему уровня воды, который может превышать максимальные уровни весеннего половодья, что создает угрозу подтопления прибрежных территорий. Условием начала вскрытия является достижение критического значения числа Фруда ($Fr_{кр} \approx 0,08–0,15$), при котором ледяной покров теряет устойчивость.

В настоящее время ледовый режим реки Пур может испытывать антропогенное влияние. Бассейн реки активно осваивается в нефтегазодобывающей отрасли. Строительство инфраструктуры, транспортных коридоров и возможное регулирование стока на притоках могут локально нарушать естественные гидрологические и термические условия. Соответственно, могут образовываться участки с неустойчивым ледовым режимом и меняться сроки замерзания и вскрытия.

Анализ дат начала ледовых явлений

При анализе дат начала ледовых явлений (табл. 3, рис. 3) на реке Пур в створах Тарко-Сале (верховья), Уренгой (среднее течение) и Самбург (низовья, замыкающий створ), а также с учетом общих закономерностей ледового режима арктических рек можно сделать следующие выводы о пространственно-временной динамике замерзания Пура.

В створе Тарко-Сале замерзание в среднем начинается 13 октября, крайние значения лежат в диапазоне от 28 сентября до 30 октября. Самые ранние сроки наблюдались в 1992 и 1981 годах (28 и 29 сентября соответственно), самые поздние — в 1944 (30 октября), 2011 и 2022 годах (27 октября) годах.

ТАБЛИЦА 3. Обобщенные характеристики дат начала ледовых явлений по постам за период наблюдений

Характеристика	Тарко-Сале	Уренгой	Самбург
Период наблюдений	1938–1943, 1944–1945, 1947–2023	1948–2023	1937–1991, 2000–2001, 2004, 2006, 2008–2023
Средняя дата	13 октября	11 октября	10 октября
Ранняя	28 сентября	28 сентября	26 сентября
Поздняя	30 октября	26 октября	27 октября

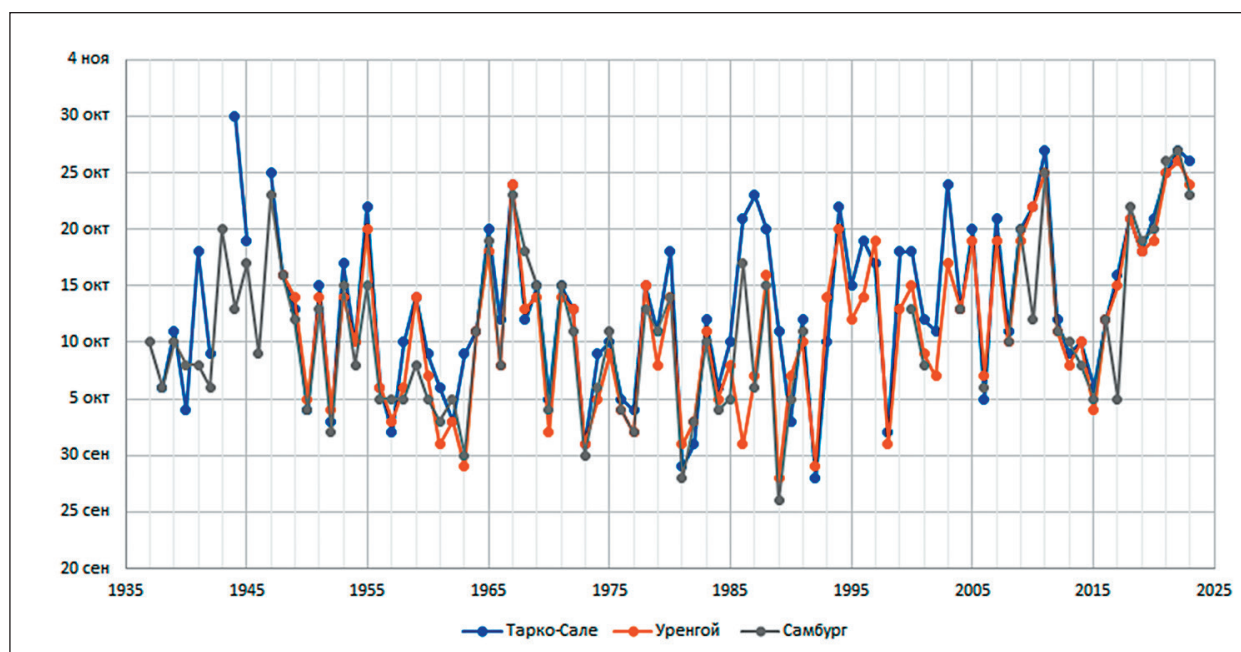


Рис. 3. Хронологический ход дат начала ледовых явлений (разработан автором)

В створе Уренгой даты варьируются от 28 сентября до 26 октября с наиболее ранними сроками в 1989 (28 сентября), 1963 и 1992 (29 сентября) годах и самыми поздними в 2022 (26 октября), 2011 и 2021 (25 октября) годах.

В замыкающем створе Самбург есть данные не за все годы, однако и имеющийся ряд составляет 75 значений, и по ним можно сделать основные выводы. Замерзание происходит с 26 сентября по 27 октября с ранними сроками в 1989 году (26 сентября) и поздними в 2022 (27 октября) году.

При сравнении средних значений видно, что замерзание в низовьях (Самбург) начи-

нается на три дня раньше, чем в верховьях (Тарко-Сале), что соответствует географической зональности.

В среднем изменчивость сроков ледовых явлений на реках Западной Сибири составляет 7–8 суток [9]. Анализ данных по реке Пур показывает, что разброс дат в каждом створе значительно превышает это значение. Например, в Тарко-Сале разница между самой ранней (28 сентября) и самой поздней (30 октября) датами составляет 32 дня. Это свидетельствует о высокой чувствительности ледового режима Пура к годовым колебаниям метеорологических условий (температура воздуха, скорость

ветра, облачность) и гидрологического режима (расход воды, скорость течения, влияние при-токов). В отдельные годы (например, в 1986-м) наблюдается аномально позднее появление ледовых явлений в верховьях (21 октября) при относительно раннем в среднем течении (1 октября), что может быть связано с конкретными гидрометеорологическими ситуациями.

После 2000 года участились случаи ледообразования во второй половине октября (особенно в 2021–2023 годах) из-за влияния глобального потепления.

Анализ дат окончания ледовых явлений

Устье Пура находится в более высоких широтах, где весеннее потепление наступает позже, чем в более южных, континентальных районах. Сроки вскрытия рек зависят от широты, толщины льда, расхода воды и морфологии русла [9]. В естественных условиях вскрытие, как правило, начинается в среднем течении или в низовьях, где ледовый покров тоньше и подвержен большему тепловому воздействию. Однако для Пура эта закономерность нарушается из-за географического положения и течения с юга на север.

При анализе дат окончания ледовых явлений (табл. 4, рис. 4) видно, что в створе Тарко-Сале окончание ледовых явлений находится в диапазоне от 7 мая до 14 июня. Самые ранние сроки наблюдались в 2020 и 1995 годах (7 и 8 мая соответственно), самые поздние — в 1981 (14 июня) и 1972 (12 июня) годах.

В створе Уренгой даты варьировались от 12 мая до 16 июня с наиболее ранними сроками в 2020 (12 мая), 1997 (15 мая) годах и самыми поздними в 1981 (16 июня), 1961, 1970, 1972 (14 июня) годах.

В замыкающем створе Самбург окончание ледовых явлений происходило с 15 мая по 22 июня с ранними сроками в 2020 году (15 мая) и поздними в 1981 (22 июня) году.

В большинстве годов окончание ледовых явлений в Самбурге происходит на 5–10 дней позже, чем в Тарко-Сале, что объясняется более северным расположением (холоднее) и большим объемом воды в низовьях, требующим больше времени для прогресса.

Весной 2020 года разница в датах составила всего 8 дней (7 мая в Тарко-Сале, 15 мая в Самбурге), что может указывать на аномально теплую весну.

Вскрытие реки Пур начинается в верховьях (район Тарко-Сале) и заканчивается в устьевой области (Самбург) из-за совокупности географических и климатических факторов. В верховьях реки, где водный поток менее мощный, а глубина меньше, ледовый покров прогревается быстрее под воздействием весеннего повышения температур. Кроме того, верховья расположены южнее, что способствует более раннему таянию снега и льда. В низовьях, напротив, больший объем воды, замедленный прогрев из-за северного положения, а также влияние холодных арктических воздушных масс приводят к более позднему

ТАБЛИЦА 4. Обобщенные характеристики дат окончания ледовых явлений по постам за период наблюдений

Характеристика	Тарко-Сале	Уренгой	Самбург
Период наблюдений	1939–1945, 1947–2024	1949–2024	1938–1993, 2004–2023
Средняя дата	29 мая	2 июня	9 июня
Ранняя	7 мая	12 мая	15 мая
Поздняя	14 июня	16 июня	22 июня

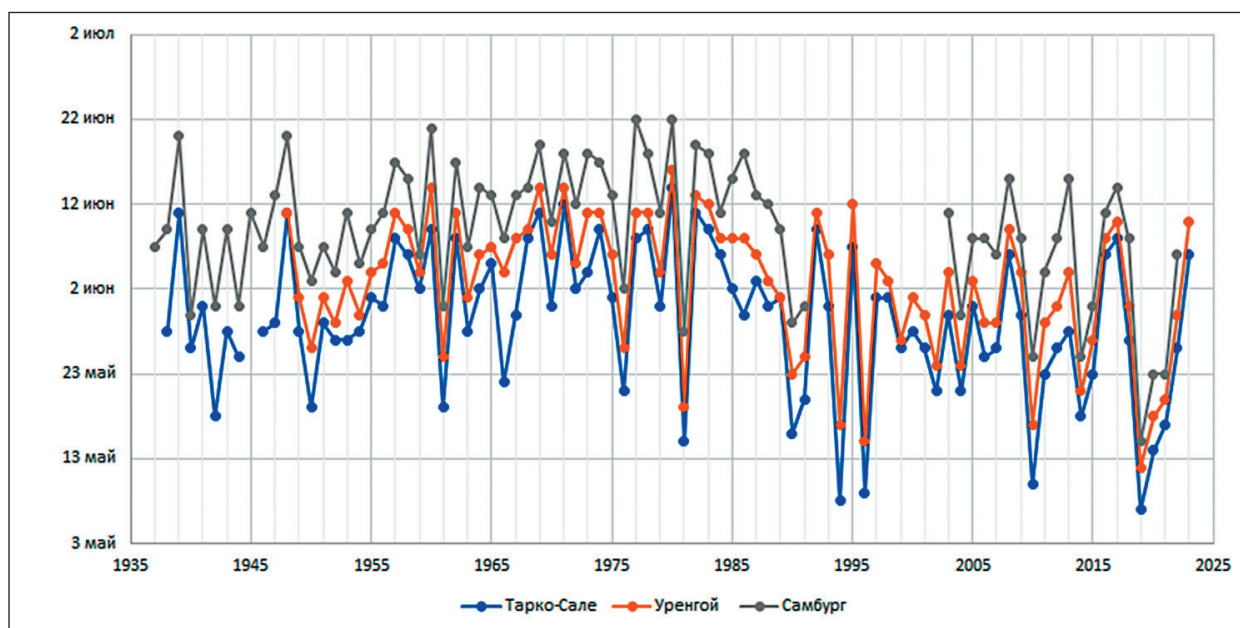


Рис. 4. Хронологический ход дат окончания ледовых явлений (разработан автором)

вскрытию. Это явление характерно для многих северных рек и объясняется закономерностями теплообмена в речных системах.

Анализ данных показывает, что разница в сроках вскрытия между верховьями и нижним течением может достигать 10–15 дней, что особенно заметно в годы с затяжной весной. В последние десятилетия наблюдается тенденция к сокращению этого временного разрыва, вероятно, из-за общего потепления климата, которое ускоряет таяние льда даже в северных районах. Однако географический градиент сохраняется: более раннее вскрытие в верховьях и позднее в устьевой области остаются устойчивой закономерностью.

Анализ продолжительности ледовых явлений

Ледовый режим реки Пур характеризуется значительной пространственной изменчивостью, обусловленной различиями в гидрологических и климатических условиях между верховьями (район Тарко-Сале) и нижним те-

чением (район Самбурга). В верховьях, где река имеет меньшую водность и более подвержена влиянию континентального климата, ледовые явления начинаются раньше, но и заканчиваются быстрее. В нижнем течении, напротив, из-за большего объема воды, замедленного теплообмена и близости к арктическому побережью ледостав формируется позже, а вскрытие происходит значительно позднее. В результате общая продолжительность ледового периода в Самбурге в среднем на 15–20 дней больше, чем в Тарко-Сале. Например, в 1977–1978 годах разница составила 20 дней (ледовый период в Тарко-Сале завершился 8 июня, а в Самбурге — 22 июня).

Анализ многолетних данных выявляет устойчивую тенденцию к сокращению продолжительности ледовых явлений на всей протяженности реки (табл. 5, рис. 5), однако пространственный градиент между верховьями и низовьями сохраняется. В последние десятилетия (2000–2024 годы) средняя длительность ледового покрова в Тарко-Сале уменьшилась

ТАБЛИЦА 5. Обобщенные характеристики продолжительности ледовых явлений по постам за период наблюдений

Характеристика	Тарко-Сале	Уренгой	Самбург
Период наблюдений	1938–1943, 1944–1945, 1947–2023	1948–2023	1937–1991, 2000–2001, 2004, 2006, 2008–2023
Средняя продолжительность	229	235	243
Наименьшая	199	207	209
Наибольшая	255	256	264

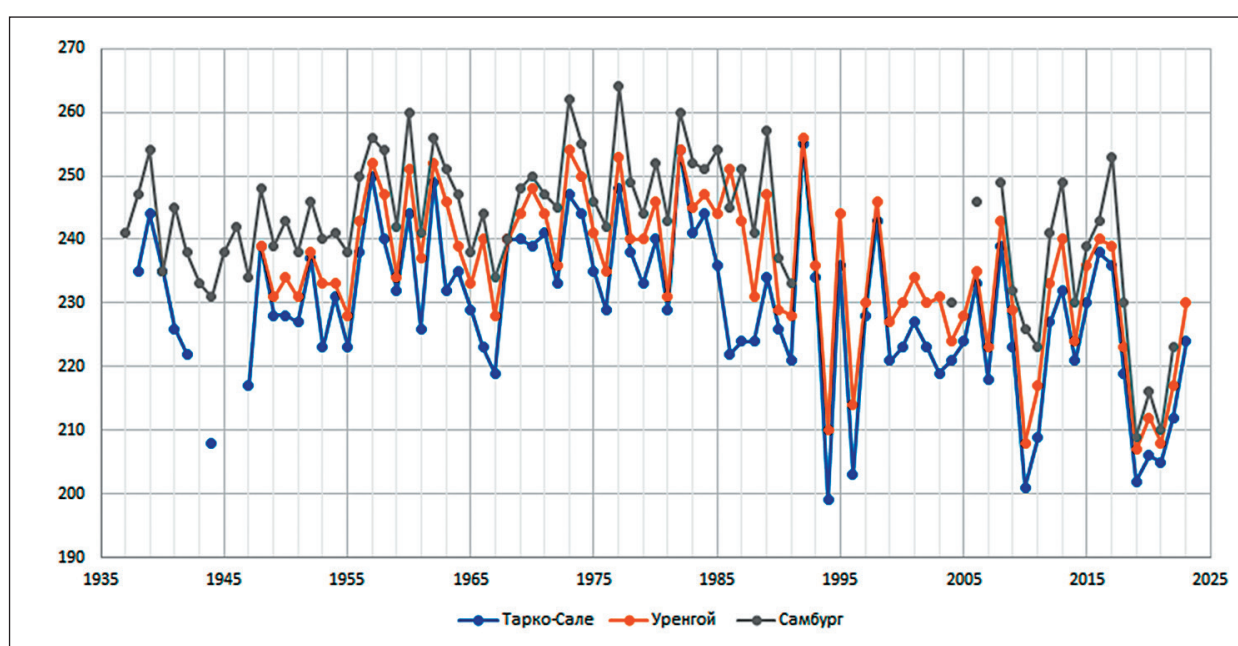


Рис. 5. Хронологический ход продолжительности ледовых явлений (разработан автором)

до 200–210 дней, тогда как в Самбурге она по-прежнему составляет 215–225 дней. Это связано с тем, что, несмотря на общее потепление, нижнее течение остается более чувствительным к низким температурам из-за затяжного весеннего ледохода и более позднего прогрева водных масс. Кроме того, в отдельные годы (например, 2019–2020-е) аномально раннее вскрытие в верховьях (уже в начале мая) привело к рекордному сокращению ледового периода, но в Самбурге даже в такие годы лед сохраняется до середины мая.

Наблюдаемые изменения ледового режима реки Пур согласуются с глобальными климатическими трендами, но их пространственная неоднородность подчеркивает важность учета локальных факторов, таких как морфометрия русла, водность и удаленность от арктического побережья. Дальнейшие исследования должны быть направлены на моделирование этих процессов с учетом прогнозируемого роста температур, что особенно актуально для оценки устойчивости транспортной инфраструктуры и экосистем в условиях меняющегося климата.

Заключение

Ледовый режим реки Пур является типичным для арктических рек Западной Сибири: он характеризуется длительным и мощным ледоставом, интенсивным шугообразованием и высокой опасностью заторных явлений при вскрытии. Его особенности определяются суровым климатом, равнинным рельефом и гидравлическими характеристиками потока, что делает его устойчивым в естественных условиях, но потенциально уязвимым к техногенным воздействиям.

Проведенный анализ ледового режима реки Пур за 1938–2024 годы позволил выявить ключевые закономерности формирования и разрушения ледового покрова в различных частях речной системы. Установлено, что продолжительность ледовых явлений демонстрирует четкую географическую зависимость: в нижнем течении (Самбург) ледовый период в среднем на 15–20 дней длиннее, чем в верховьях (Тарко-Сале), что обусловлено сочетанием гидрологических и климатических факторов.

Высокая изменчивость сроков начала ледовых явлений, превышающая средние показатели для Западной Сибири, указывает на сложный баланс между климатическими колебаниями и гидрологическими условиями, что делает прогнозирование ледового режима на Пуре особенно важным для хозяйственной деятельности в регионе.

Наблюдаемая в последние десятилетия тенденция к сокращению продолжительности ледового периода на всей протяженности реки свидетельствует о заметном влиянии климатических изменений на гидрологический режим арктических рек. Особенно показательным является сокращение разницы в сроках ледохода между верховьями и низовьями в аномально теплые годы. Полученные результаты имеют важное значение для разработки адаптацион-

ных мер в условиях меняющегося климата, особенно для транспортной инфраструктуры и хозяйственной деятельности в регионе.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на уточнение прогнозных моделей ледового режима с учетом современных климатических трендов. Особо следует уделить внимание мониторингу экстремальных гидрологических ситуаций, частота которых, согласно полученным данным, имеет тенденцию к увеличению.

Также проведенное исследование ледового режима реки Пур имеет важное практическое значение для нормативного регулирования сроков навигации. Полученные данные о пространственно-временной динамике ледовых явлений позволяют повысить точность установления периодов судоходства в нормативных документах, таких как распоряжения Росморречфлота [7].

Список источников

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 15, вып. 3. Л.: Гидрометеоздат, 1964.
2. Соловьева З.С. Уровненный режим р. Пур // Труды ААНИИ. Т. 297. Проблемы гидрологии устьевых областей сибирских рек. Л.: Гидрометеоздат, 1972. С. 92–103.
3. Всеволожский В.А., Павлова К.К. Особенности формирования подземного питания рек Пурского района // Тр. Гос. гидрол. ин-та. Л., 1964. Вып. 114.
4. Кочеткова Е.Д. Пространственно-временная изменчивость метеорологических элементов на юго-востоке Обской губы // Азимут геонаук: материалы Всероссийской междисциплинарной молодежной научной конференции (Томск, 6–9 декабря 2022 года). Вып. 3. Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2023. С. 244–249.
5. Гидрологический ежегодник. Т. 6, вып. 0–9. Л.: Гидрометеоздат, 1936–2012.

6. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов. URL: <https://gmvo.skniivh.ru> (дата обращения: 30.06.2025).

7. Об установлении категорий внутренних водных путей, определяющих для участков внутренних водных путей габариты судовых ходов и навигационно-гидрографическое обеспечение условий плавания судов, перечень судовых ходов, а также сроки работы средств навигационного оборудования и судоходных гидротехнических сооружений в навигацию 2025 года: распоряжение Росморречфлота от 27.12.2024 № АТ-531-р.

8. Волкова Н. А. Подход к прогнозированию гидрологических явлений в Арктической зоне Российской Федерации и пути повышения достоверности прогнозов в условиях изменения климата // Гидротехника. 2024. № 4 (77). С. 21–27.

9. Донченко Р. В. Ледовый режим рек СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 242 с.

10. Сумачев А. Э., Банщикова Л. С. Ледовый режим реки Печора и особенности прогнозирования высшего уровня ледохода // Гидрометеорология и экология. 2020. № 61. С. 446–459.

11. Опыт применения вероятностных подходов при прогнозировании уровня режима реки Мармарик / А. Э. Сумачев [и др.] // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2024. Т. 516, № 2. С. 662–670.

Дата поступления: 22.11.2025

Решение о публикации: 24.01.2026

Контактная информация:

ВОЛКОВА Надежда Александровна — канд. физ.-мат. наук; navolkova@aari.ru.

Assessing the Pur River freeze-thaw cycles to determine the length of its navigation season

N. A. Volkova^{1,2}

¹ Russian State Hydrometeorological University, 79 Voronezhskaya st., Saint Petersburg, 193007, Russia

² Arctic and Antarctic Research Institute, 38, Beringa st., Saint Petersburg, 199397, Russia

For citation: Volkova N.A. Assessing the Pur River freeze-thaw cycles to determine the length of its navigation season // Proceedings of Petersburg State Transport University. 2026. Vol. 23, iss. 1. Pp. 209–220. DOI: 10.20295/1815-588X-2026-1-209-220. (In Russian)

Abstract

Objective: to analyze the spatiotemporal dynamics of ice-thaw cycles on the Pur River, contrasting the upper reach (Tarko-Sale) with the lower reach (Samburg), in order to identify patterns and trends relevant to climate change. **Methods:** long-term records of 1937-2024 of ice onset and breakup dates were analyzed using statistical techniques. Geographical and hydrological parameters of the observation sites were incorporated to account for intersite observation points. **Results:** On average, the ice period in the lower reach (Samburg) is 15-20 days longer than that in the upper reach (Tarko-Sale), a difference linked to stronger river flow and greater Arctic climate influence. A persistent shortening of the river ice season has been detected, with the trend becoming particularly pronounced since 2000. At the same time, a spatial gradient between the upper and lower reaches persists despite the overall warming. **Practical significance:** the study's practical value lies in the potential application of the obtained data to predict the ice season, which is important for planning shipping, infrastructure projects and assessing environmental risks in the Arctic zone. The findings also advance the understanding of how northern rivers react to climate change.

Keywords: inland waterways, ice season, climate change, Pur River

References

1. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Gidrologicheskaya izuchennost'. T. 15, vyp. 3. L.: Gidrometeoizdat, 1964. (In Russian)
2. Solov'eva Z. S. Urovennyj rezhim r. Pur // Trudy AANII. T. 297. Problemy gidrologii ust'evykh oblastej sibirskikh rek. L.: Gidrometeoizdat, 1972. S. 92–103. (In Russian)
3. Vsevolozhskij V.A., Pavlova K.K. Osobennosti formirovaniya podzemnogo pitaniya rek Purskogo rajona // Tr. Gos. gidrol. in-ta. L., 1964. Vyp. 114. (In Russian)
4. Kochetkova E.D. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' meteorologicheskikh elementov na yugovostoke Obskoj guby // Azimut geonauk: materialy Vserossijskoj mezhdistsiplinarnoj molodezhnoj nauchnoj konferentsii (Tomsk, 6–9 dekabrya 2022 goda). Vyp. 3. Tomsk: Izd-vo Tomskogo TsNTI, 2023. S. 244–249. (In Russian)
5. Gidrologicheskij ezhegodnik. T. 6, vyp. 0–9. L.: Gidrometeoizdat, 1936–2012. (In Russian)
6. Avtomatizirovannaya informatsionnaya sistema gosudarstvennogo monitoringa vodnykh ob'ektov. URL: <https://gmvo.skniivh.ru> (data obrashcheniya 30.06.2025). (In Russian)
7. Ob ustanovlenii kategorij vnutrennikh vodnykh putej, opredelyayushchikh dlya uchastkov vnutrennikh vodnykh putej gabarity sudovykh khodov i navigatsionno-gidrograficheskoe obespechenie uslovij plavaniya sudov, perechen' sudovykh khodov, a takzhe sroki raboty sredstv navigatsionnogo oborudovaniya i sudokhodnykh gidrotekhnicheskikh sooruzhenij v navigatsiyu 2025 goda: rasporyazhenie Rosmorrechflota ot 27.12.2024 No. AT-531-r. (In Russian)
8. Volkova N.A. Podkhod k prognozirovaniyu gidrologicheskikh yavlenij v Arkticheskoy zone Rossijskoj Federatsii i puti povysheniya dostovernosti prognozov v usloviyakh izmeneniya klimata // Gidrotehnika. 2024. No. 4 (77). S. 21–27. (In Russian)
9. Donchenko R. V. Ledovyj rezhim rek SSSR. L.: Gidrometeoizdat, 1987. 242 s. (In Russian)
10. Sumachev A.E., Banshchikova L.S. Ledovyj rezhim reki Pechora i osobennosti prognozirovaniya vysshego urovnya ledokhoda // Gidrometeorologiya i ekologiya. 2020. No. 61. S. 446–459. (In Russian)
11. Opyt primeneniya veroyatnostnykh podkhodov pri prognozirovanii urovennogo rezhima reki Marmarik / A. E. Sumachev [i dr.] // Doklady Rossijskoj akademii nauk. Nauki o Zemle. 2024. T. 516, no. 2. S. 662–670. (In Russian)

Received: 22.11.2025

Accepted: 24.01.2026

Author's information:

Nadezhda A. VOLKOVA — PhD in Physics and Mathematics; navolkova@aari.ru