

МНОГОЛЕТНЯЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ПРОГНОЗЫ СРОКОВ ВЕСЕННИХ ЛЕДОВЫХ ФАЗ В УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ РЕКИ ЕНИСЕЙ

Е.В.ШЕВНИНА, З.С.СОЛОВЬЕВА

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт

Представлены многолетние характеристики сроков весенних ледовых фаз в устьевой области реки Енисей. Разработаны методики их прогноза.

ВВЕДЕНИЕ

Ледовый режим устьевой области реки Енисей во многом определяет условия хозяйственной деятельности человека в регионе. Обеспечение жизнедеятельности населения и работа промышленных объектов в этом районе связаны с использованием речного водного транспорта, который осуществляет грузоперевозки из южных областей в северные районы и далее по Северному морскому пути. Один из основных транспортных путей проходит через устьевую область реки Енисей. Знания особенностей вскрытия устья Енисея и прогнозирование сроков очищения акватории ото льда необходимы для своевременного планирования сроков навигации.

Изыскания возможностей прогнозирования весенних ледовых фаз в устьевой области Енисея началось в 1940-е годы. Основы прогнозирования сроков вскрытия были сформулированы В.С.Антоновым в [2], метод базируется на расчетах времени добегания паводочной волны от верхних постов к нижним. В 1950-е годы автор предложил использовать в прогностической практике приемы графической экстраполяции сглаженных по трехлетиям рядов сроков наступления ледовых фаз в сопоставлении с типами атмосферной циркуляции по Г.Я.Вангенгейму [1, 3, 21, 23]. Данные связи оказались значимыми и оценивались коэффициентами корреляции 0,70–0,80 при заблаговременности 2–3 месяца.

В работах [6–8] А.И.Бурдыкиной рассматриваются прогностические связи, где в качестве предикторов предложены суммы групповых аномалий атмосферного давления и температуры воздуха в приземном слое и на высоте 500 и 750 гПа в осенне-зимний период, а также ледовитость Карского моря и преобладающие направления ветров. Данная методика оказалась действующей для короткого периода наблюдения [5].

К концу 1970-х годов предложены синоптико-статистические методы прогнозирования сроков вскрытия рек в разных климатических зонах [14, 22]. На протяжении многих лет Ю.В.Налимов разрабатывает методики, основанные на уравнениях теплового баланса, для расчета и прогноза продвижения кромок льда и очищения ото льда открытых акваторий губ и заливов [17, 18, 24].

В последние годы широко известны исследования специалистов Гидрометеоцентра (ГМЦ) [9–12], где описано влияние распределения температуры поверхности океанов на сроки вскрытия рек России и СНГ. Обобщения методик, разработанных

в ГМЦ и региональных УГМС на основе физико-статистических закономерностей, представлены в руководстве по гидрологическим прогнозам [20].

Все вышеописанные методы для получения прогностических зависимостей используют два подхода: первый основан на учете характеристик атмосферных процессов (качественные оценки атмосферной циркуляции, однородность преобладающих атмосферных процессов синоптического периода, подбор лет-аналогов). Второй подход базируется на установлении корреляционных связей сроков ледовых фаз с метеорологическими, гидрологическими и геофизическими предикторами.

Настоящая публикация освещает результаты разработки методов прогнозов, основанных на связи сроков наступления ледовых фаз с повторяемостью синоптических процессов над Атлантикой и Евразией, характерными сроками температурных изменений в средней части бассейнов (переход через нулевую отметку, даты накопления сумм $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и т.д.), а также сроками вскрытия на верхних створах.

МНОГОЛЕТНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРОКОВ НАСТУПЛЕНИЯ ВЕСЕННИХ ЛЕДОВЫХ ФАЗ

Речная часть устьевой области реки Енисей ограничивается гидрологическими постами (г/п) Селиваниха и Караул, в морской части реки расположены г/п Байкалово и Сопочная Карга [15]. Однородность рядов сроков наступления ледовых фаз нарушена вводом в эксплуатацию Красноярского водохранилища [16]. Поэтому для оценки многолетних характеристик сроков наступления ледовых фаз и анализа связи сроков вскрытия Енисейской устьевой области с различными предикторами использовались данные за 1968–2005 гг.

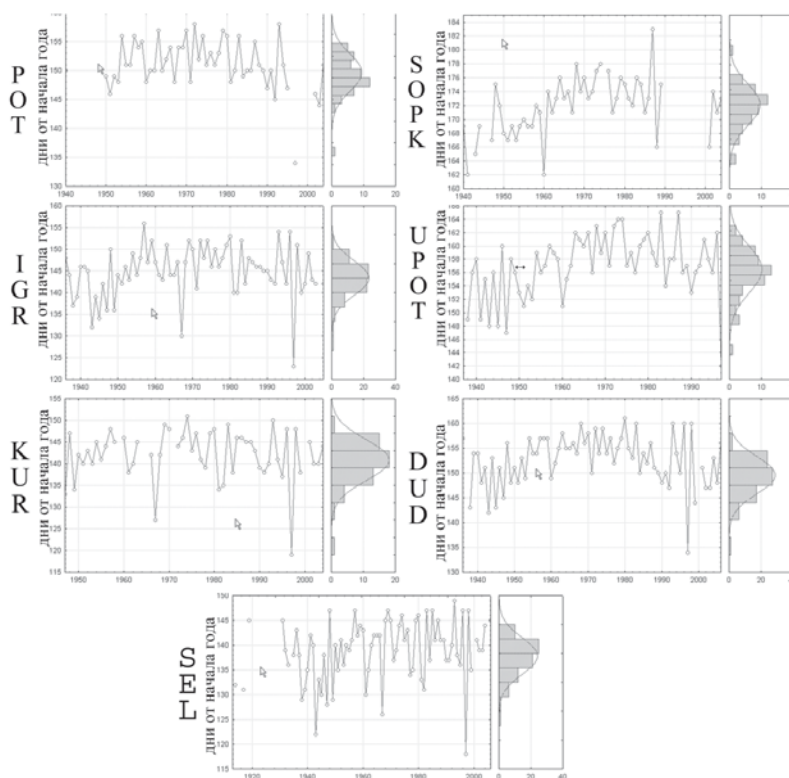


Рис. 1. Многолетняя изменчивость сроков начала ледохода на гидрологических постах низовьев Енисея. Коды постов приведены в примечании к табл. 1

Первая подвижка льда в устьевой области Енисея происходит в среднем во второй–третьей декадах мая на речном участке и во второй декаде июня в морской части области. Начало ледохода происходит в среднем в конце мая – начале июня на речном участке и 13–27 июня в морской части области. Очищение ото льда начинается в среднем в начале июня на речном участке и в конце июня в морской части области (табл. 1). Анализ данных наблюдений за сроками первой подвижки льда на г/п Селиваниха, Усть-Порт и Сопочная Карга показал отсутствие многолетнего тренда, функции распределения асимметричны с модальными значениями, соответствующими поздним срокам. Функция распределения дат первой подвижки льда на г/п Потапово имеет асимметрию в сторону ранних сроков.

В многолетних рядах наблюдений за сроками начала ледохода на г/п Селиваниха и Курейка отсутствует тренд, а функции распределения имеют слабую асимметрию в сторону поздних сроков. Функции распределения дат начала ледохода на г/п Потапово, Усть-Порт, Игарка и Дудинка близки к нормальным (рис. 1). В многолетних рядах наблюдений за сроками начала ледохода на г/п Сопочная Карга имеется выраженный тренд в сторону ранних сроков.

Таблица 1

Многолетние характеристики сроков вскрытия Енисейской устьевой области (за период 1967–2005 гг.)

Г/пост (коды на рис. 1)	Первая подвижка льда					Начало весеннего ледохода					Очищение ото льда				
	AVE*	MIN	MAX	A	σ	AVE	MIN	MAX	A	σ	AVE	MIN	MAX	A	σ
SEL	19/05	27/04	27/05	31	5,4	22/05	01/05	31/05	30	5,3	01/06	19/05	09/06	32	5,7
KUR	21/05	28/04	30/05	32	4,7	24/05	01/05	02/06	33	4,8	01/06	18/05	10/06	33	4,2
IGR	24/05	02/05	02/06	33	4,3	30/05	13/05	07/06	26	4,9	08/06	25/05	19/06	26	4,3
LIP	28/05	07/05	07/06	32	6,3	31/05	18/05	10/06	24	5,7	06/06	25/05	14/06	21	4,9
POT	30/05	13/05	10/06	29	4,1	04/06	21/05	09/06	20	3,2	11/06	28/05	18/06	22	3,9
DUD	02/06	13/05	09/06	27	5,5	06/06	21/05	13/06	25	4,7	11/06	28/05	22/06	26	5,1
UPOT	07/06	21/05	13/06	23	4,3	10/06	26/05	16/06	22	4,2	14/06	28/05	21/06	25	4,2
KAR	07/06	22/05	14/06	24	5,6	10/06	27/05	18/06	23	4,0	17/06	02/06	26/06	26	4,5
BAY	12/06	03/05	19/06	48	3,9	13/06	31/05	21/06	22	4,8	18/06	08/06	30/06	23	5,4
SOPK**	21/06	14/06	01/07	17	3,7	27/06	10/06	13/07	34	5,0	01/07	19/06	16/07	18	6,3

* Коды гидрологических постов: SEL – Селиваниха, KUR – Курейка, IGR – Игарка, LIP – Липатниково, POT – Потапово, DUD – Дудинка, UPOT – Усть-Порт, KAR – Караул, BAY – Байкалово, SORK – Сопочная Карга.

**AVE – средняя дата, MIN – наиболее ранняя дата, MAX – наиболее поздняя дата, A – амплитуда колебания, σ – среднеквадратичное отклонение.

*** Для фазы первой подвижки и очищения использовались ряды, в которых отсутствуют данные за 1990–2000 гг.

В многолетних рядах наблюдений за сроками полного очищения ото льда на большинстве постов устьевой области Енисея отсутствуют тренды, лишь на г/п Игарка наблюдается слабая тенденция смещения в сторону ранних сроков. Функции распределения сроков очищения ото льда для всех гидрологических постов близки к нормальным.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СРОКОВ НАСТУПЛЕНИЯ ВЕСЕННИХ ЛЕДОВЫХ ФАЗ

Сроки разрушения ледяного покрова низовьев и устьевых областей определяются развитием атмосферных процессов в бассейнах этих рек, а также высотой и скоростью продвижения волны половодья и характером вскрытия рек. Процесс вскрытия и очищения ото льда происходит под воздействием как тепловых, так и механических факторов [2, 6, 7].

Связь сроков наступления ледовых фаз в устьевой области Енисея и повторяемостью синоптических процессов типа *W*, *C* и *E* над Атлантикой и Евразией в осенние, зимние и весенние месяцы [13, 23] не значима и характеризуется значениями коэффициента корреляции ниже 0,50. Наиболее тесная связь сроков наступления

ледовых фаз выявляется с повторяемостью синоптических процессов за периоды ноябрь–декабрь и март–апрель (0,79–0,88 – для г/п Игарка, Дудинка, Усть-Порт для сглаженных по трехлетиям рядов). Обеспеченность методик составляет 71–82 % при природной 45–52 %, но для оперативной практики не пригодна, может быть использована для предсказания фона вскрытия.

Весеннее вскрытие и подъем весеннего половодья во многом определяются метеорологическими условиями в бассейне реки в зимние и весенние месяцы. Сроки перехода температуры воздуха через нулевую отметку, продолжительные периоды положительных температур и связанные с ними даты накопления сумм +5 °С, +10 °С, +20 °С, +30 °С и +40 °С влияют на интенсивность снеготаяния в бассейне, наряду с количественными характеристиками содержания воды в снежном покрове [4].

В настоящей работе использованы исторические данные сети наблюдений на 12 станциях Всемирной метеорологической организации (ВМО) (табл. 2), расположенных в бассейне реки Енисей. Архивы многолетних наблюдений за среднесуточными температурами воздуха опубликованы в рамках системы CLIMATE. Выборочная проверка качества данных показала их соответствие метеорологическим ежемесячникам.

Таблица 2

Метеорологические станции ВМО в бассейне реки Енисей

Станция	Высота над уровнем моря, м	Период наблюдений	ТМР0°С	ТМР+5°С	ТМР+10°С	ТМР+20°С	ТМР+30°С	ТМР+40°С
Диксон	42	1936-2005	02/06	02/06	16/06	21/06	26/06	30/06
Туруханск	32	1960-2005	12/04	13/04	25/04	02/05	09/05	16/05
Бор	58	1936-1995	01/04	01/04	11/04	16/04	23/04	27/04
Байкит	179	1936-2005	08/04	07/04	18/04	24/04	30/04	05/05
Тура	188	1928-1995	11/04	11/04	23/04	30/04	06/05	10/05
Ербогачен	284	1936-1995	11/04	11/04	20/04	24/04	01/05	05/05
Ванавара	259	1932-1995	03/04	03/04	16/04	21/04	28/04	02/05
Енисейск	77	1884-1995	26/03	25/03	05/04	12/04	19/04	23/04
Богучаны	131	1930-1995	25/03	25/03	07/04	13/04	20/04	23/04
Красноярск	285	1914-1995	20/03	19/03	28/03	03/04	09/04	15/04
Нижнеуэдинск	410	1966-1995	25/03	25/03	03/04	06/04	13/04	18/04

* среднегоголетняя дата накопления сумм положительных температур до указанного значения в °С

В низовьях Енисея тесная связь сроков первой подвижки льда наблюдается на г/п Селиваниха, Курейка и Игарка с датами накопления сумм температур +40 °С по наблюдениям на ст. Байкит, Туруханск и Тура. Значения коэффициентов корреляции составляют 0,71–0,78. В нижней части устья Енисея коэффициенты корреляции ниже и составляют 0,48–0,54 для сроков первой подвижки льда (г/п Потапово и Дудинка). Даты первой подвижки льда на г/п Караул имеют тесную связь со сроками перехода температуры воздуха через ноль и накопления сумм температур +5 °С и +10 °С на станциях Бор и Красноярск (0,71–0,74) и на Ербогачен (0,81–0,84). В морской части устьевой области наиболее тесная связь сроков первой подвижки льда характеризуется коэффициентами корреляции 0,43–0,69, значения которых соответствуют датам накопления сумм температур +5 °С (ст. Тура) и +10 °С (ст. Енисейск). Тесная связь сроков первой подвижки льда на г/п Сопочная Карга наблюдается со сроками накопления температур +10 °С и +20 °С, по данным наблюдений за температурой воздуха на ст. Диксон коэффициенты корреляции составляют 0,60–0,61.

Наибольшие значения коэффициентов получены в случае корреляции дат накопления сумм температур +40 °С на ст. Байкит и Туруханск и сроков начала ледохода на г/п речной части (0,66–0,79). В морской части Енисейского залива у г/п Сопочная Карга наилучшая связь последней наблюдается со сроками накопления сумм

температур +10 °С и +20 °С, по данным наблюдений за температурой воздуха на ст. Диксон коэффициент корреляции составляет 0,54. Высокие значения коэффициента корреляции (0,68–0,75) характеризуют связь сроков начала ледохода на ст. Байкалово и дат накопления сумм температур +5 °С и +10 °С на ст. Аян.

Сроки полного очищения на большинстве станций хорошо коррелируют с датами накопления температур +40 °С по на станциях Байкит, Туруханск, Бор и Тура, значения коэффициентов корреляции изменяется от 0,57 до 0,78. Для сроков полного очищения в районе г/п Сопочная Карга тесная связь получена для дат +20 °С, +30 °С и +40 °С по наблюдениям за температурой воздуха на ст. Диксон (0,79–0,80). Высокие значения коэффициента корреляции получены для сроков полного очищения ото льда в районе г/п Байкалово и сроками перехода температуры воздуха через ноль на ст. Ербогачен (0,71 и 0,56).

Процесс вскрытия устьевой области Енисея начинается на юге и распространяется на север, его продолжительность составляет 2–4 месяца. Данные о сроках наступления ледовых фаз на верхнем посту устьевой области использованы для оценки связи их со сроками первой подвижки льда, начала ледохода и дат очищения ото льда на нижерасположенных постах. В Енисейской устьевой области в качестве верхнего поста взят г/п Селиваниха. Связь сроков первой подвижки льда убывает с севера на юг, по направлению к морской границе, и характеризуется значениями коэффициентов корреляции 0,77–0,83 (речная часть) и 0,44–0,61 (морская часть), связь сроков первой подвижки на г/п Игарка и г/п Селиваниха значительна. Она характеризуется коэффициентом корреляции 0,83, выпуск поверочных прогнозов показал 83 % их оправдываемости при средней заблаговременности 7 суток.

Связь сроков начала ледохода и сроков очищения ото льда, наблюдаемых на верхнем посту (Селиваниха) и нижележащих постах в устьевой области Енисея, характеризуется коэффициентами корреляции 0,49–0,75, однако выпущенные поверочные прогнозы показали низкую оправдываемость (25–63 %).

Проведен анализ связи сроков наступления ледовых фаз на г/п устьевой части Енисея со сроками начала ледохода верхних постов Енисея и Нижней Тунгуски. Используются данные о сроках начала ледохода на г/п Верхнее Имбатское и Подкаменная Тунгуска, расположенных выше по течению р. Енисей на расстояниях 325 и 488 км соответственно, а также наблюдения на г/п Большой Порог и Тура (Нижняя Тунгуска). Значения коэффициентов корреляции значительны, меняются от 0,64 до 0,94 на участке от г/п Селиванихи до г/п Караул. Для г/п морской части устьевой области Енисея связь отсутствует. Заблаговременность прогнозов сроков наступления ледовых фаз, полученных по уравнениям регрессии

Таблица 3

Оценки прогнозов сроков начала ледохода за период 2001–2006 гг., выпущенных на основе комплексных зависимостей с использованием синоптических и гидрологических предикторов

Пункт	Предикторы	R*	P, %	PN, %	τ	D
Дудинка	E_{XI-II}^{**} , E_{III-IV} , Q_V^{***} , ТМР0С (ст. Туруханск)	0,87	82	58	6	3
Дудинка	Q_V , E_{III-IV} , ТМР+40 (ст. Туруханск)	0,87	78	50	6	3
Игарка	E_{III-IV} , $Q_{2ая дек. V}$, ТМР+40 (ст. Байкит)	0,69	67	57	10	4
Дудинка	E_{III-IV} , $Q_{2ая дек. V}$, ТМР+40 (ст. Байкит)	0,76	76	62	15	4
Дудинка	E_{III-IV} , ТМР+40 (ст. Байкит), ДМІС В.Им****	0,77	74	50	20	3
Игарка	E_{III-IV} , ТМР+40 (ст. Туруханск), ДМІС В.Им	0,85	79	53	14	4
Селиваниха	E_{III-IV} , ТМР+30 (ст. Байкит), ДМІС В.Им	0,92	88	47	7	5

* R – коэффициент множественной регрессии, P – оправдываемость поверочных прогнозов, PN – природная оправдываемость прогнозов, τ – заблаговременность, в днях; D – допустимая погрешность, в днях;

** E_{XI-II} – повторяемость синоптических процессов типа E в осенне-зимние и весенние месяцы;

*** Q_V – расход воды в мае месяце;

**** ДМІС В.Им – дата начала ледохода на г/п Верхнее Имбатское.

с использованием сроков начала ледохода на г/п Верхнее Имбатское, Подкаменная Тунгуска, составляет от 3 до 26 суток в среднем для сроков первой подвижки льда и от 16 до 50 суток для сроков полного очищения ото льда .

Для г/п Игарка, Дудинка и Селиваниха неплохие результаты были получены с использованием уравнений множественной регрессии, куда в качестве предикторов входили индексы атмосферной циркуляции за ноябрь-декабрь предыдущего года и март-апрель текущего года, наблюдаемые расходы воды у г/п Игарка за предшествующий вскрытию период (вторая декада мая), характерные температурные даты по ст. Байкит и Туруханск и даты начала ледохода на г/п Верхнее Имбатское. Коэффициенты корреляции таких комплексных зависимостей составляют 0,76–0,92 при заблаговременности 6–20 дней (табл. 3).

В табл. 4 представлены оправдываемость поверочных прогнозов, их заблаговременность и используемые предикторы. Сроки накопления сумм положительных температур +30 °С и +40 °С, а также сроки начала ледохода на верхних постах Енисея и Нижней Тунгуски обнаруживают тесную и значимую связь со сроками ледовых фаз на постах устьевой области Енисея и могут быть использованы в прогностической практике [19].

Таблица 4

Оценки прогнозов сроков наступления ледовых фаз на постах низовьев Енисея, полученных на основе уравнений регрессии

Ледовая фаза	Гидрологический пост	Оправдываемость прогнозов по уравнению регрессии, %	Природная оправдываемость прогнозов, %	Заблаговременность прогноза, дни	Группа предикторов*
Первая подвижка льда	Сопочная Карга	75	63	2–3	ТМР
	Караул	75	56	14–25	НУД
	Игарка	86	61	7–28	НУД
	Курейка	86	64	7–15	НУД
	Селиваниха	83	58	6–14	НУД
Начало ледохода	Усть Порт	83	63	32–70	ТМР
	Игарка	71	48	5–23	НУД
	Курейка	86	60	6–25	НУД
	Селиваниха	86	58	8–17	ТМР

* ТМР – сроки накопления сумм положительных температур до значений +5÷+40 °С; НУД – сроки наступления ледовых фаз на вышерасположенных гидрологических постах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены зависимости сроков наступления ледовых фаз, позволяющие выпускать прогнозы с заблаговременностью от 3 до 110 суток для гидрологических постов, расположенных в устьевой области реки Енисей (табл. 4). Оправдываемость поверочных прогнозов выше природной на 10–20 % в большинстве случаев и достигает 71–86 % по различным фазам весеннего ледового режима. Однако в ряде случаев природная оправдываемость сравнима или даже выше полученной по регрессионным моделям. Такая ситуация чаще всего наблюдается в морской части устьевой области, где сроки наступления ледовых фаз больше определяются ледовым режимом Карского моря, чем гидрологическим режимом реки Енисей и температурными условиями на речных водосборах.

Взаимосвязь сроков ледовых фаз вскрытия устьевой области Енисея с повторяемостью синоптических процессов над Атлантикой и Евразией в целом не значи-

ма и не может быть использована для прогностических целей. Лишь по г/п Дудинки и Байкалово оправдываемость поверочных прогнозов составляет 70–75 %, при заблаговременности 2–3,5 месяца.

Наилучшие оценки поверочных прогнозов сроков наступления ледовых фаз получены по регрессионным зависимостям с использованием сроков накопления сумм положительных температур до +30 °С и +40 °С (по данным метеостанций средней части бассейнов). Оправдываемость таких прогнозов от 70 до 86 %, при средней заблаговременности 20–30 суток. Для гидрологических постов, расположенных в верхней части устьевой области Енисея, оправдываемость прогнозов первой подвижки льда, полученных по уравнениям регрессии, составляет 75–86 % (г/п Селиваниха, Курейка и Игарка). Заблаговременность таких прогнозов составляет 6–19 суток. В средней и нижней частях устьевой области Енисея оправдываемость прогнозов значительно хуже – от 25 до 60 % (от г/п Потапово до г/п Байкалово). Оправдываемость прогнозов сроков первой подвижки льда на г/п Сопочная Карга составляет 75 %, при заблаговременности 2–3 дня.

Для большинства постов устьевой области Енисея наблюдается низкая оправдываемость прогнозов сроков начала ледохода по уравнениям регрессии, которая составляет от 20 до 67 %. Исключением является г/п Селиваниха, где оправдались 86 % прогнозов, средняя заблаговременность составляет 12 дней. Оправдываемость прогнозов сроков полного очищения ото льда акватории Енисейской устьевой области, полученных по уравнениям регрессии, для большинства постов низкая и составляет 25–50 %. Лишь на г/п Селиваниха и Сопочная Карга оправдываемость прогнозов составляет 71 и 75 %, при заблаговременности 18–36 суток и до 5 дней соответственно.

Использование данных наблюдений на верхних створах Енисея и Подкаменной Тунгуски для прогноза сроков наступления ледовых фаз на устьевых постах дает хорошие результаты для речной части. Оправдываемость прогнозов сроков ледовых фаз на г/п устьевой области Енисея составляет 67–86 % для речной части и 33–51 % для морских г/п Енисейской устьевой области. Оправдываемость прогнозов сроков наступления ледовых фаз, полученных по уравнениям регрессии с использованием сроков начала ледохода на г/п Большой Порог и Тура, составляет 50–70 % для речной части, при заблаговременности от 4 до 20 суток в среднем для сроков первой подвижки льда и от 11 до 43 суток – для сроков полного очищения ото льда. Поверочные прогнозы, выпущенные для г/п морской части устьевой области, показали низкую оправдываемость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов В.С. Методы прогнозирования вскрытия устьевых участков рек моря Лаптевых // Труды ААНИИ. 1958. Т. 209. Вып. 3. С. 5–19.
2. Антонов В.С. О методе предсказания вскрытия и замерзания низовий реки Енисея // Труды АНИИ. 1941. Т. 176. 78 с.
3. Антонов В.С., Соловьева З.С., Усанкина Г.Е. Методические основы долгосрочных ледовых прогнозов для устьев арктических рек // Проблемы Арктики и Антарктики. 1977. Вып. 5. С. 60–66.
4. Аполлов Б.А., Лисаченко Ф.П. Принципиальные возможности краткосрочного фоновых прогноза начала весеннего половодья на малых реках // Труды ЦИП. 1947. Вып. 2. С. 49–56.
5. Беляков А.Г., Налимов Ю.В., Усанкина Г.Е. К вопросу эффективности методов долгосрочных прогнозов по низовьям и устьям рек бассейна Карского моря // Труды ААНИИ. 1983. Т. 378. С. 122–131.
6. Бурдыкина А.П. Метод долгосрочного прогноза вскрытия и замерзания низовьев Оби и Енисея // Труды ААНИИ. 1963. Т. 234. С. 28–75.

7. Бурдыкина А.П. О методике фоновых прогнозов сроков вскрытия и замерзания рек арктической зоны Сибири // Труды АНИИ. 1949. Т. 22. 170 с.
8. Бурдыкина А.П. Особенности вскрытия устья и низовьев Енисея // Труды ААНИИ. 1970. Т. 290. С. 34–55.
9. Гинзбург Б.М. Влияние температуры поверхности океанов на сроки замерзания и вскрытия рек. Методы его учета в прогнозах. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 99 с.
10. Гинзбург Б.М., Солдатова И.И. Многолетние колебания сроков замерзания и вскрытия рек в различных географических зонах // Метеорология и гидрология. 1996. № 6. С. 101–108.
11. Гинзбург Б.М., Сильницкая М.И., Полякова К.Н. Влияние распределения температуры поверхности океанов на сроки вскрытия рек европейской территории России // Метеорология и гидрология. 1999. № 6. С. 84–89.
12. Гинзбург Б.М., Сильницкая М.И. Влияние распределения температуры поверхности океанов на сроки замерзания и вскрытия рек азиатской территории России // Метеорология и гидрология. 2004. № 1. С. 89–95.
13. Дмитриев А.А., Белязо В.А. Космос, планетарная климатическая изменчивость и атмосфера полярных регионов. СПб.: Гидрометеиздат, 2006. 358 с.
14. Ефремова Н.Д., Каракаш Е.С. Метод долгосрочного прогноза сроков вскрытия рек Лены и Енисея // Труды ГМЦ. 1977. Вып. 186. С. 78–87.
15. Иванов В.В. Основные принципы гидролого-морфологического районирования устьевых областей крупных рек // Труды ААНИИ. 1974. Т. 308. С. 4–13.
16. Иванов В.В., Налимов Ю.В. Оценка изменения режима вскрытия в низовьях и устье р. Енисей при регулировании стока // Труды координационного совещания по гидротехнике. 1976. Вып. 3. С. 81–84.
17. Налимов Ю.В. Оценка роли факторов взаимодействия ледяного покрова в устьях арктических рек (на примере устья р. Енисей) // Труды ААНИИ. 1972. Т. 297. С. 60–68.
18. Налимов Ю.В., Усанкина Г.Е., Балабаев А.П. Характеристики процесса очищения ото льда эстуариев Западной Арктики, полученные на основе материалов наблюдения ледовых авиационных разведок и ИЗС // Труды ААНИИ. 2004. Т. 449. С. 290–298.
19. Наставление по службе прогнозов. Разд. 3. Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1962. 193 с.
20. Руководство по гидрологическим прогнозам. М.: Гидрометецентр СССР. 1989. Вып. 3. 168 с.
21. Соловьева З.С. Долгосрочные прогнозы вскрытия низовьев и устьев арктических рек Сибири и их оправдываемость // Труды ААНИИ. 1976. Т. 314. С. 44–50.
22. Соловьева З.С. Применение разложения метеорологических полей по полиномам Чебышева для прогноза сроков вскрытия устьевой области Енисея // Труды ААНИИ. 1980. Т. 358. С. 32–34.
23. Соловьева З.С. Связь сроков вскрытия рек Сибири с особенностями циркуляции атмосферы // Труды ААНИИ. 1984. Т. 394. С. 89–96.
24. Усанкина Г.Е., Налимов Ю.В., Балабаев А.П. Применение регрессионных моделей для прогноза ледово-гидрологических явлений в устьевых областях рек Сибири // Тезисы докладов Итоговой сессии Ученого совета ААНИИ. 2005. С. 60–61.

E.V.SHEVNINA, Z.S.SOLOV'eva

LONG TERM VARIATION AND FORECASTING OF ICE BREAK UP PHASES FOR THE YENISEI RIVER MOUTH

The long term features of the ice moving (ICM), main ice moving (MIC) and free ice (FIC) dates for the Yenisei river mouth has been estimated. The forecasting methods were developed.