

ФОРМИРОВАНИЕ ВОЗРАСТНОГО СОСТАВА ЛЬДА В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД

В.П. КАРКЛИН, С.В. ХОТЧЕНКОВ, А.В. ЮЛИН, В.М. СМОЛЯНИЦКИЙ

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, e-mail: karklin@aari.ru

На основе анализа архива электронных ледовых карт за 1997–2017 гг. выполнены расчеты возрастного состава ледяного покрова в юго-западной части Карского моря в осенне-зимний период. Полученные данные позволили установить с декадной дискретностью изменения количества (площади) и соответствующие им толщины льда всех возрастных градаций и периоды их преобладания с начала формирования ледяного покрова и до его завершения. Выявлены существенные различия в возрастном составе дрейфующих и припайных льдов, проявляющиеся в более раннем появлении однолетних льдов в припае и в относительном их количестве.

Подобного рода работы ранее не выполнялись. Ее результаты дополняют режимные характеристики ледяного покрова юго-западной части Карского моря в «теплый» климатический период.

Ключевые слова: юго-западная часть Карского моря, возраст льда, дрейфующий лед, припай.

ВВЕДЕНИЕ

Возрастной состав ледяного покрова является одним из важнейших элементов ледового режима арктических морей в зимний период. Пространственно-временные изменения возрастного состава во многом определяют ледовые условия моря. Общие сведения о зимнем ледовом режиме получены в период визуальных авиационных ледовых разведок, которые в зимние месяцы (с декабря по май) производились один раз в месяц по стандартным маршрутам с последующей интерполяцией ледовых характеристик по акваториям морей или их районов.

Спутниковые данные существенно изменили ситуацию в изучении ледового режима морей в летний и в зимний периоды. Регулярные данные ИСЗ позволили получать пространственное распределение ледовых характеристик, что существенно расширило представления об элементах зимнего ледового режима, таких как припай, заприпайные полыньи, возраст льда.

Юго-западная часть Карского моря является районом наиболее активного судоходства, которое осуществляется здесь как в летний, так и в зимний периоды года. Поэтому исследование режимных особенностей формирования возрастного состава ледяного покрова в этой части моря в зимний период имеет и прикладное значение. Тем более что возрастной состав льдов является одним из основных параметров для определения типа ледовых условий, которые используются Администрацией Северного Морского пути в разрешительной системе для плавания судов в арктических морях.

Для оценки количества льдов различного возраста в период осеннего формирования и зимнего нарастания ледяного покрова в юго-западной части Карского моря использованы электронные ледовые карты ААНИИ за 1997–2017 гг. и их последующий анализ с помощью ГИС-технологий.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕДОВОГО РЕЖИМА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД

По климатическим и ледовым условиям юго-западная часть Карского моря значительно мягче, чем северо-восточная часть. В среднем за зимние месяцы температура воздуха в юго-западной части почти на 10° выше, чем в северо-восточной. Юго-западная часть значительно позже замерзает полностью и раньше очищается ото льда. Ледовый период здесь в среднем составляет 7–9 месяцев.

Ледообразование. Процессы ледообразования в юго-западной части Карского моря в среднем начинаются в первой декаде октября, когда «волна» ледообразования из северо-восточной части моря достигает района распресненных вод Обь-Енисейского района.

Вследствие большого теплозапаса вод и адвекции теплых вод из Баренцева моря ледообразование в юго-западной части моря происходит значительно медленнее, чем в других арктических морях, и только 20–25 ноября первичные формы льда появляются в проливе Карские Ворота. Характер распространения процессов устойчивого ледообразования в юго-западной части Карского моря отражает расположение изохрон, представленных на рис. 1.

Метеорологические и ледово-гидрологические условия летнего и осеннего периодов, от которых зависят условия ледообразования, испытывают значительные межгодовые изменения. Поэтому сроки устойчивого ледообразования конкретного года могут существенно отличаться от средних сроков. Изменчивость сроков устой-

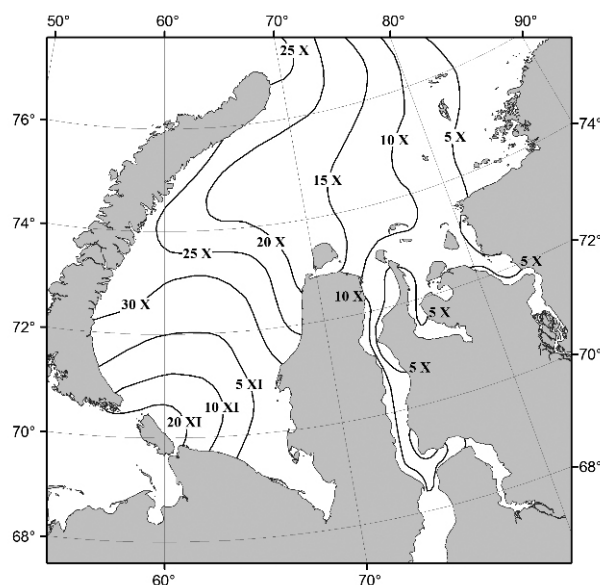


Рис. 1. Изохроны средних многолетних сроков устойчивого ледообразования в юго-западной части Карского моря.

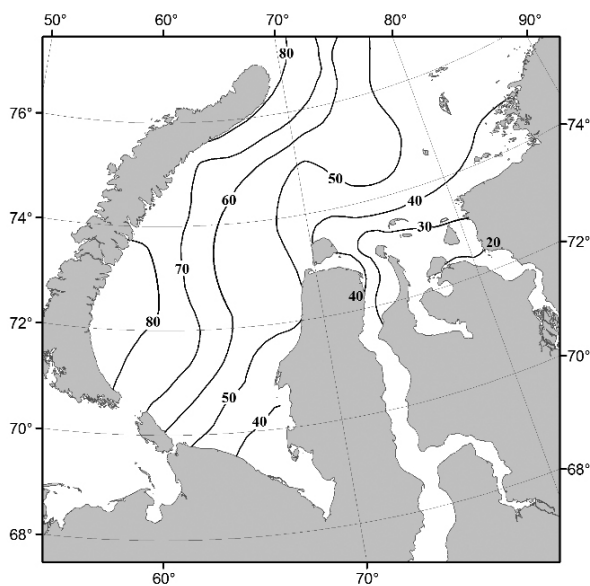


Рис. 2. Размах многолетних колебаний сроков устойчивого ледообразования в юго-западной части Карского моря, сутки.

чивого ледообразования в юго-западной части Карского моря можно охарактеризовать размахом их многолетних колебаний, показанных на рис. 2.

Пространственное распределение величины размаха в значительной степени отражает некоторые режимные особенности условий охлаждения вод, предшествующих замерзанию. В зоне наиболее сильного влияния речного стока, в Обь-Енисейском районе и в Байдаракской губе, размах колебаний сроков устойчивого ледообразования составляет 30–40 суток. В районах моря, подверженных влиянию адвекции тепла течениями из Баренцева моря, величина размаха составляет 70–80 суток.

Нарастание ледяного покрова. По мере распространения «волны» устойчивого ледообразования происходит нарастание толщины образовавшегося льда. Пространственное распространение льдов различных возрастных градаций и соответствующих им толщин (легенда), сформировавшихся в октябре–ноябре в юго-западной части Карского моря, представлено на рис. 3 (см. цвет. вклейку).

Карта на рис. 3 построена по данным Мирового центра данных по морскому льду ААНИИ за 1933–1994 гг.

Толщины льдов различных возрастных градаций, приведенные на рис. 3 и далее в статье, соответствуют Международной номенклатуре морских льдов (Номенклатура..., 1984).

Из сравнения рисунков 1 и 3 можно видеть, что в районах юго-западной части Карского моря, в которых ледообразование происходило в октябре, к концу ноября сформировалась зона однолетних тонких льдов толщиной в пределах 30–70 см. Южнее этой зоны наблюдается зональное распределение молодых льдов серо-белых, серых и ниласов толщиной от 15–30 см до 5 см и менее вблизи пролива Карские Ворота.

Дрейфующий лед. Основу ледяного покрова юго-западной части Карского моря составляют дрейфующие льды, которые находятся в постоянном движении под влиянием динамических факторов, основными из которых являются ветер, а также

течения. В зимний период, в феврале–апреле, в юго-западной части Карского моря преобладают обширные ледяные поля ровного льда, а также поля сморозей размерами в среднем 3–5 км и до 10 км. С конца апреля – в мае усиливаются подвижки льдов, увеличивается их раздробленность, уменьшаются размеры ледяных полей, в ледяном покрове преобладают ледяные поля размерами 500–2000 м.

Толщина ледяных полей ровного однолетнего льда в марте–апреле в среднем достигает 1,4–1,6 м (Романов, 1991).

При постоянных подвижках ледяных полей на их стыках происходит торошение льда. Наибольшая торосистость наблюдается в апреле–мае и составляет на большей части акватории юго-западной части Карского моря 2 балла, а в южном районе моря — 3 балла, что соответствует 30 и 50 % покрытия площади акватории соответственно. Средняя высота торосов составляет 1,2–1,5 м, максимальная — 2,0–2,5 м (Романов, 1991).

Припай. Средняя площадь припая в юго-западной части Карского моря составляет 14 % от ее общей площади. В годы максимального развития припай занимает 26 % акватории района (Гудкович и др., 1972). Образование припая начинается в Обь-Енисейском районе в октябре, и только в первой-второй декадах ноября припай устанавливается вдоль Ямальского и Амдерминского побережий.

Наиболее значительные изменения в положении границ припая наблюдаются в Байдарацкой губе и к северу от устья Оби, где размах колебаний между минимальной и максимальной границами составляет 70–80 км. От 8 до 18 км изменяется многолетнее положение границы припая вдоль амдерминского побережья и в пределах 20–30 км — вдоль полуострова Ямал (Карелин, Карклин, 2012).

Толщина льда в припае юго-западной части Карского моря в период нарастания ледяного покрова достигает максимальных значений в мае. При этом в течение всех месяцев осенне-зимнего сезона толщина припайного льда в среднем увеличивается от Карских Ворот на север. Так, средняя толщина припайного льда в мае в Амдерме составляет 120, в Марре-Сале — 140 и в районе о. Диксон — 160 см.

Полыньи. Полыньи, протяженные зоны чистой воды или молодого льда (до 30 см), образуются за границей припая с момента его становления и до разрушения. В арктических морях заприпайные полыньи образуются под влиянием ветра. В отечественной научной литературе заприпайные полыньи получили названия по месту их образования. В юго-западной части Карского моря образуется пять полыней: Северная Новоземельская, Южная Новоземельская, Амдерминская, Ямальская и Обь-Енисейская (Карелин, Карклин, 2012).

Повторяемость полыней является основанием для их классификации по устойчивости. К стационарным полыньям относятся полыньи с повторяемостью 75 % и более, к устойчивым — 50–74 %, к эпизодическим — менее 50 %. По этой классификации Амдерминская, Ямальская и Обь-Енисейская полыньи являются стационарными, Северная Новоземельская, Южная Новоземельская — устойчивыми.

Средняя ширина полыней за период ноябрь–июнь составляет 30–40 км. При максимальном развитии ширина Обь-Енисейской полыни может достигать 85 км, остальных полыней — 50–60 км. В зимний период полыньи активно используются для плавания судов и ледоколов в устье Оби и Енисея.

Формирование ледяного покрова в юго-западной части Карского моря завершается в конце апреля – мае. К этому времени ледяной покров в море достигает наибольшей толщины.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЗРАСТНОГО СОСТАВА (ТОЛЩИНЫ) ДРЕЙФУЮЩИХ И ПРИПАЙНЫХ ЛЬДОВ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ

Следует отметить, что года с 1997 по 2017-й относятся к «теплому» климатическому периоду в арктической зоне, который начался во второй половине 1980-х гг. и продолжается в настоящее время (Фролов и др., 2007; Гудкович, Карклин и др., 2013). Этот период характеризуется пониженной ледовитостью в арктических морях, повышенной повторяемостью легких ледовых условий в летний период, поздними сроками устойчивого ледообразования в осеннее время и пониженными толщинами льда зимой. Выполненный анализ площадей дрейфующих и припайных льдов и их возрастного состава характеризует режимные особенности юго-западной части Карского моря в осенне-зимние месяцы в «теплый» климатический период. Результаты анализа представлены в табл. 1 и 2.

Возраст дрейфующих льдов. В октябре, когда процессы ледообразования распространяются на треть акватории в юго-западной части Карского моря, ледяной покров формируется из начальных и молодых льдов. Молодые льды преобладают в море до начала января. Их количество постепенно уменьшается от 72 % в конце октября до 50 % в начале января. С конца октября среди молодых льдов преобладают серо-белые льды, их максимальное количество наблюдается в ноябре и составляет около 50 % (табл. 1).

В конце октября в северных районах юго-западной части Карского моря серо-белые льды частично переходят в следующую возрастную градацию — появляются однолетние тонкие льды (табл. 1). Несмотря на постоянный переход серо-белых льдов в градацию однолетних тонких льдов, общее количество серо-белых льдов в море остается преобладающим до начала января (табл. 1). Причиной этому является значительная широтная протяженность юго-западной части Карского моря. Расстояние от условной границы моря мыс Желания – остров Диксон до пролива Карские Ворота составляет около 750 км. В то время как в северных районах моря серо-белые льды переходят в возрастную градацию однолетних тонких льдов, в центральных и южных его районах серо-белые льды продолжают формироваться.

Как можно видеть из табл. 1, максимальное количество однолетних тонких льдов наблюдается в середине января, после чего их содержание в ледяном покрове начинает сокращаться в связи с увеличением толщины льда и постепенным их перерастанием в следующую возрастную градацию однолетних средних льдов, которые начали формироваться с конца декабря.

К особенностям зимних ледовых условий в юго-западной части Карского моря последнего 20-летия следует отнести преобладание однолетних средних льдов с конца февраля и до конца периода нарастания ледяного покрова, в мае. Их максимум приходится на апрель и составляет в среднем 43 % от общей площади льдов в море. С конца апреля количество этих льдов начинает сокращаться, однако и в конце мая оно в среднем несколько превышает количество самых мощных однолетних льдов — толстых (табл. 1).

Начало формирования однолетних толстых льдов приходится на конец февраля. К концу мая количество этих льдов в юго-западной части Карского моря постепенно увеличивается и достигает 33 % от общей площади ледяного покрова (табл. 1).

Начиная с середины января однолетние льды составляют большую часть ледяного покрова. Их общая площадь увеличивается от 51 до 80 % в конце мая. Рис. 4

Таблица 1

**Изменения возрастного состава (толщины) дрейфующих льдов
в период нарастания ледяного покрова в юго-западной части Карского моря
по данным за 1997–2017 гг., %**

Месяц	Декады	Начальные виды < 10 см	Молодые льды		Однолетние льды		
			Серый (10–15 см)	Серо-белый (15–30 см)	Тонкий (30–70 см)	Средний (70–120 см)	Толстый (> 120 см)
X	1	38	38	0	0	0	0
	2	24	33	28	0	0	0
	3	13	26	46	5	0	0
XI	1	15	22	50	13	0	0
	2	12	18	48	19	0	0
	3	8	16	50	24	0	0
XII	1	8	13	48	26	0	0
	2	7	11	46	35	0	0
	3	4	10	46	37	2	0
I	1	5	9	41	38	6	0
	2	2	8	39	42	9	0
	3	3	5	34	41	17	0
II	1	2	5	31	35	26	0
	2	3	5	30	31	30	0
	3	2	5	27	27	34	4
III	1	2	3	26	27	37	4
	2	2	1	22	26	41	6
	3	2	2	20	23	42	9
IV	1	2	2	19	19	44	13
	2	2	1	19	17	43	18
	3	2	1	17	13	42	23
V	1	3	1	15	14	39	26
	2	1	2	14	13	39	28
	3	1	0	12	12	37	33

наглядно демонстрирует последовательный переход однолетних тонких льдов в средние льды, а средних — в толстые. Как видно из рисунка, все виды однолетних льдов присутствуют в ледяном покрове до конца его формирования. Так же, как и однолетние льды, в ледяном покрове юго-западной части Карского моря в течение всего зимнего периода наблюдаются начальные и молодые льды, которые образуются в районах формирования заприпайных полыней, а также в разводах и трещинах среди ледяного покрова (табл. 1).

Согласно работам (Гудкович и др., 1972; Бородачев, 1998), в которых анализировались данные наблюдений 1950–1990 гг., в конце периода нарастания ледяного покрова, в мае, в юго-западной части Карского моря в среднем наблюдалось около 60 % однолетних толстых льдов. Из анализа электронных ледовых карт, результаты

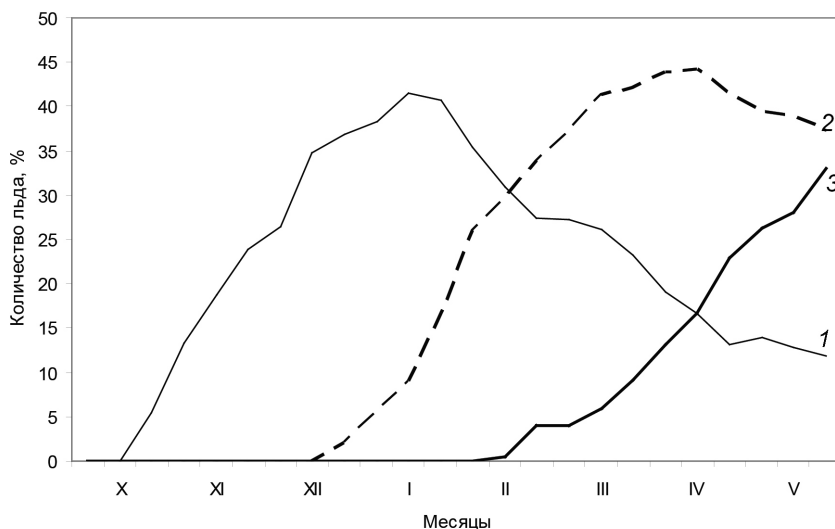


Рис. 4. Изменения количества дрейфующих однолетних тонких (1), средних (2) и толстых (3) льдов в период нарастания ледяного покрова в юго-западной части Карского моря по данным за 1997–2017 гг., %.

которого приведены в табл. 1, следует, что в среднем за период 1998–2017 гг. количество однолетних толстых льдов в это время составляло 33 %.

Данные, приводимые в более ранних работах, относятся к «холодному» периоду, для которого характерна повышенная повторяемость суровых зим. Как уже упоминалось выше, годы 1998–2017 относятся к периоду «потепления» в Арктике, с повышенной повторяемостью сравнительно мягких зим, чем и объясняется пониженное количество наиболее мощных — однолетних толстых льдов. Однако в течение анализируемого периода количество этих льдов в конце мая существенно колебалось и в некоторые годы превышало 60 %, что можно видеть на рис. 5.

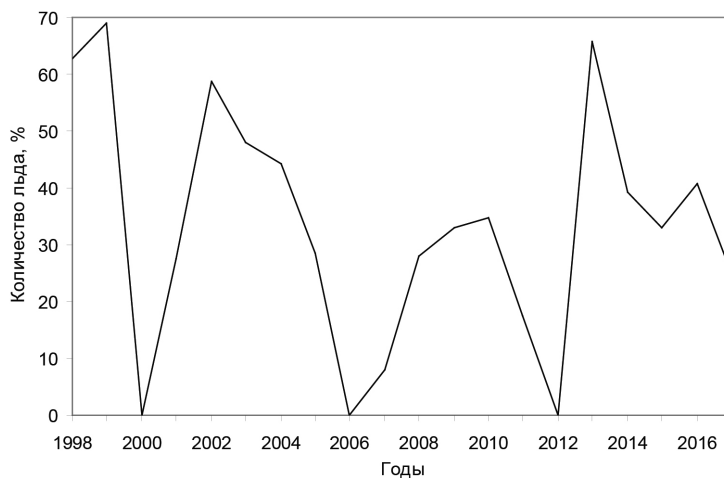


Рис. 5. Межгодовые колебания количества однолетних толстых льдов в юго-западной части Карского моря в конце периода нарастания ледяного покрова по данным за 1998–2017 гг.

В течение трех зимних сезонов 1999–2000, 2005–2006 и 2011–2012 гг. однолетние толстые льды среди дрейфующих льдов отсутствовали (рис. 5). Как показал анализ температурных условий по данным трех полярных станций моря (о. Диксон, о. Белый и Марре-Сале), эти сезоны в юго-западной части Карского моря характеризовались крупными отрицательными аномалиями сумм градусо-дней мороза.

Возраст припайных льдов. Как уже отмечалось выше, формирование припая в юго-западной части Карского моря начинается в октябре в Обь-Енисейском районе. В это время площадь припая в среднем составляет около 1 % от площади моря. К концу октября припайный лед состоит в основном из молодых льдов, превышающих 80 % от возрастного состава льда, из них 73 % приходится на серо-белые льды. В конце октября в припаях появляется незначительное количество однолетних тонких льдов (табл. 2).

Таблица 2

**Изменения возрастного состава (толщины) льдов
в припаях в осенне-зимний период
в юго-западной части Карского моря за период 1997–2017 гг., %**

Месяц	Декады	Начальные виды < 10 см	Молодые льды		Однолетние льды		
			Серый (10–15 см)	Серо-белый (15–30 см)	Тонкий (30–70 см)	Средний (70–120 см)	Толстый (≥ 120 см)
X	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	10	73	16	0	0
XI	1	0	5	40	51	4	0
	2	0	2	33	62	6	0
	3	0	1	32	62	7	0
XII	1	0	0	30	59	7	4
	2	0	0	13	56	13	5
	3	0	0	1	53	36	5
I	1	0	0	0	38	56	6
	2	0	0	0	19	73	8
	3	0	0	0	16	72	11
II	1	0	0	0	15	62	24
	2	0	0	0	12	53	36
	3	0	0	0	10	38	52
III	1	0	0	0	12	33	55
	2	0	0	0	9	32	60
	3	0	0	0	8	29	63
IV	1	0	0	0	8	25	65
	2	0	0	2	6	23	71
	3	0	0	4	7	17	72
V	1	0	0	2	11	15	72
	2	0	0	0	13	14	73
	3	0	0	0	13	13	74

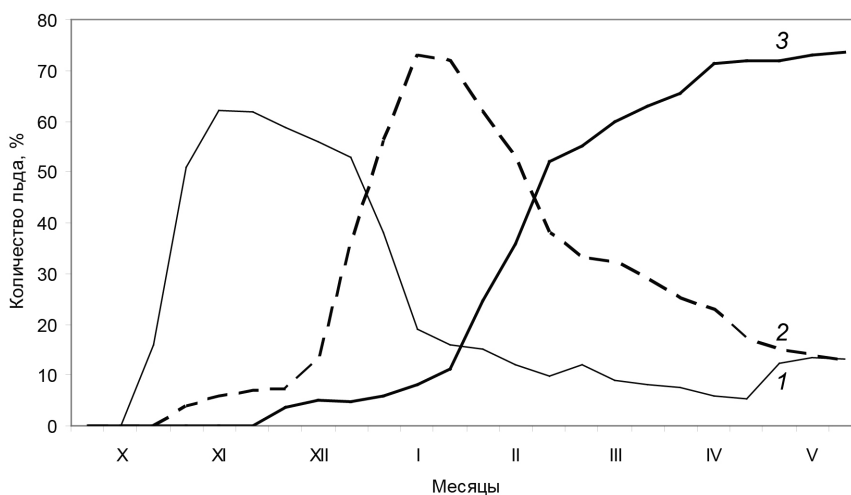


Рис. 6. Сезонные изменения количества однолетних тонких (1), средних (2) и толстых (3) льдов в припае в период его нарастания в юго-западной части Карского моря за период 1997–2017 гг., %.

В течение ноября более половины серо-белых льдов переходит в стадию однолетних тонких льдов. В этом месяце наблюдается сезонный максимум серо-белых льдов, которые, в свою очередь, с середины месяца по мере нарастания толщины льда начинают переходить в стадию однолетних средних льдов.

С начала января и до середины февраля однолетние средние преобладают в припайных льдах, максимальное их количество приходится на середину января и составляет 73 %.

С третьей декады февраля и до конца периода нарастания ледяного покрова (в мае) в припае преобладают однолетние толстые льды, которые начали формироваться с первой декады декабря. В конце мая их количество достигает 74 % от возрастного состава льдов в припае (табл. 2).

Как можно видеть из табл. 2, все возрастные виды однолетних льдов присутствуют в припае юго-западной части Карского моря в течение всего периода формирования ледяного покрова. Изменения их сезонного количества представлены на рис. 6.

Вследствие сравнительной мелководности прибрежной зоны нарастание толщины льда в припае происходит значительно быстрее, чем в дрейфующих льдах. Из сравнения табл. 1 и 2 можно видеть, что образование однолетних средних льдов в дрейфующих льдах происходит на 4 декады позже, а однолетних толстых льдов — на 8 декад.

Представленные в табл. 1 и 2 сезонные изменения количества льдов разного возраста определены относительно площадей дрейфующих и припайных льдов, которые в процессе формирования ледяного покрова изменяются, что можно видеть из табл. 3.

Таблица 3

Площади дрейфующих льдов и припая в юго-западной части Карского моря в конце каждого месяца периода формирования ледяного покрова по данным за 1997–2017 гг., %

Месяц	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
Дрейфующий лед	32,2	71,5	87,5	93,3	93,2	92,1	90,5	85,7
Припай	0,9	2,4	4,0	5,6	6,6	7,9	9,0	7,9

В табл. 4 приведено общее количество льдов различного возраста в дрейфующих и припайных льдах в конце каждого месяца относительно площади юго-западной части Карского моря (335 тыс. км²). Поскольку площадь припая более чем в 10 раз меньше площади дрейфующих льдов (табл. 3), табл. 4 в основном отражает сезонную изменчивость возрастного состава дрейфующих льдов. Припай дополняет общее количество однолетних толстых льдов.

Таблица 4

**Площади дрейфующих льдов и припая в юго-западной части Карского моря
в конце каждого месяца периода формирования ледяного покрова
по данным за 1997–2017 гг., %**

Месяц	Начальные виды (< 10 см)	Молодые льды		Однолетние льды		
		Серый (10–15 см)	Серо-белый (15–30 см)	Тонкий (30–70 см)	Средний (70–120 см)	Толстый (> 120 см)
X	4	8	16	2	0	0
XI	6	12	36	19	0	0
XII	3	9	40	34	3	0
I	2	5	32	39	20	1
II	2	5	25	26	34	7
III	2	1	18	22	41	13
IV	2	1	16	13	39	27
V	1	0	10	11	33	34

ВЫВОДЫ

Выполненное исследование возрастного состава льда дополняет режимные характеристики ледяного покрова юго-западной части Карского моря в осенне-зимний период его формирования.

В течение шести месяцев (с декабря по май) в припае юго-западной части Карского моря присутствуют все виды однолетних льдов: тонкие (30–70 см), средние (70–120 см) и толстые (более 120 см). В конце периода формирования припай на $\frac{3}{4}$ состоит из однолетних толстых льдов, в равных долях в припае присутствуют тонкие и средние льды.

Наряду с однолетними льдами в дрейфующих льдах в течение всего зимнего периода наблюдаются начальные и молодые льды. Образование однолетних средних льдов в дрейфующих льдах происходит на 4 декады позже, а однолетних толстых льдов — на 8 декад, чем в припайных льдах.

К режимной особенности возрастного состава дрейфующих льдов следует отнести преобладание однолетних средних льдов, количество которых превышает количество наиболее мощных однолетних толстых льдов.

Количество однолетних толстых льдов в ледяном покрове за период 1997–2017 гг. существенно колебалось от полного отсутствия в некоторые годы до 60–70 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бородачев В.Е. Льды Карского моря. СПб.: Гидрометеиздат, 1998. 182 с.

Гудкович З.М., Кириллов А.А., Ковалев Е.Г., Сметанникова А.В., Спичкин В.А. Основы методики долгосрочных ледовых прогнозов для арктических морей. Л.: Гидрометеониздат, 1972. 348 с.

Гудкович З.М., Карклин В.П., Миронов Е.У., Иванов В.В., Лосев С.М., Дымент Л.Н., Смоляницкий В.М., Фролов С.В., Юлин А.В., Усольцева Е.А. Развитие ледовых и метеорологических условий в Арктике в период 2007–2013 гг. // Проблемы Арктики и Антарктики. 2013. № 2 (96). С. 90–102.

Карелин И.Д., Карклин В.П. Припай и заприпайные полыньи арктических морей сибирского шельфа в конце XX – начале XXI века. СПб.: ААНИИ, 2012. 180 с.

Международная символика для морских ледовых карт и номенклатура морских льдов / Под ред. Б.А. Крутских. Л.: Гидрометеониздат, 1984. 56 с.

Романов И.П. Ледяной покров арктического бассейна. Л.: Гидрометеониздат, 1991. 212 с.

Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П., Ковалев Е.Г., Смоляницкий В.М. Научные исследования в Арктике. Т. 2. Климатические изменения ледяного покрова морей Евразийского шельфа. СПб.: Наука, 2007. 136 с.

V.P. KARKLIN, S.V. HOTCHENKOV, A.V. YULIN, V.M. SMOLYANITSKY

FORMATION OF THE STAGES OF SEA ICE DEVELOPMENT COMPOSITION IN THE SOUTH-WESTERN PART OF THE KARA SEA DURING AUTUMN-WINTER SEASON

On a basis of the analysis of archived ice charts for 1997–2017 calculations of changes in the stages of sea ice development composition in southwest part of the Kara Sea during the autumn and winter period are executed. The obtained data allowed establishing the changes in quantity (area) and corresponding thicknesses with 10 days discretization for all stages of sea ice development and the periods of their prevalence from the beginning till the end of ice formation. The essential distinctions

between the stages of ice development composition for drifting and fast ice exhibiting in an earlier appearance and different relative quantity of the first year ice within the fast ice zone are revealed.

Such studies were not performed earlier. Its results supplement ice conditions characteristics southwest in the part of the Kara Sea during the “warm” climatic period.

Keywords: Southwest part of the Kara Sea, stage of ice development, drifting ice, fast ice.

К статье В.П. Карклина, С.В. Хотченко, А.В. Юлина, В.М. Смоляницкого

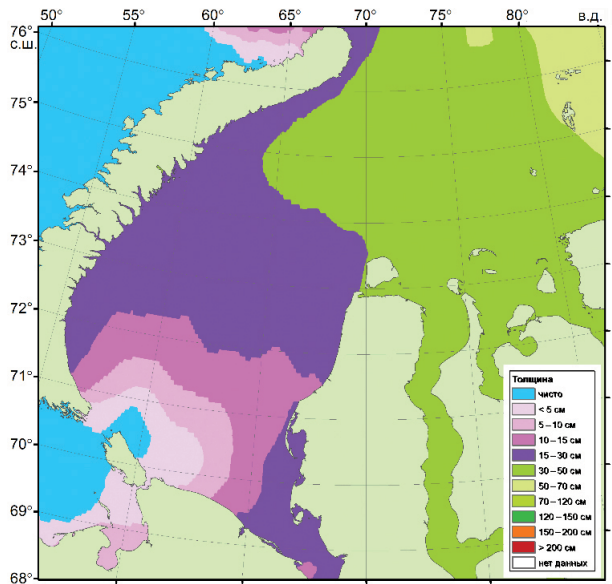


Рис. 3. Среднее распределение льдов различного возраста (толщины) в юго-западной части Карского моря в конце ноября.