Российская Арктика – 2018. - №2. – С.31

DOI: 10.24411/2658-4255-2018-00016

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.467

ЛЕДОВЫЕ УСЛОВИЯ ПЛАВАНИЯ В АРКТИЧЕСКОМ БАССЕЙНЕ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2018 ГОДА

Алексеева Т.А., Сероветников С.С., Фролов С.В. , Соколов В.Т.

Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, г. Санкт-Петербург

e-mail: taa@aari.ru ; sssu@aari.ru ; svf@aari.ru ; svt@aari.ru

В статье приводятся первичные результаты обработки специальных судовых наблюдений за ледяным покровом в Арктическом бассейне по маршруту Земля Франца-Иосифа – Северный полюс в летний период 2018 г. Показано распределение сплоченности и возрастного состава льда по пути движения ледокола к Северному полюсу. По сравнению с 2006-2011 гг. количество старых льдов в данном районе увеличилось, однако средняя толщина ровного льда по пути плавания существенно уменьшилась. Средняя толщина старых льдов в 2018 г. составила 160 см, что на 65 см меньше, чем в период наблюдений 2006-2011 гг. и на 90 см меньше, чем в 1991-1996 гг. Средняя толщина однолетних льдов в 2018 г. составила 90 см, что на 35 см меньше, чем в 2006-2011 гг. и на 60 см меньше, чем в 1991-1996 гг.

Ключевые слова: Арктический бассейн, толщина льда, сплоченность, возраст льда, судовые наблюдения

ICE CONDITIONS OF NAVIGATION IN THE ARCTIC BASIN IN SUMMER 2018

Alekseeva T.A., Serovetnikov S.S, Frolov S.V., Sokolov V.T.

Arctic and Antarctic Research Institute, Saint-Petersburg

e-mail: taa@aari.ru ; sssu@aari.ru ; svf@aari.ru ; svt@aari.ru

The paper presents preliminary results of data processing of special ship observations of ice cover in the Arctic Basin between Franz Josef Land and the North Pole in summer 2018. Distribution of total ice concentration and ice age on the route of navigation of the nuclear icebreaker “50 let Pobedy” is shown. Comparatively to 2006-2011, amount of old ice in this area increased, however average ice thickness dramatically decreased. Mean thickness of level old ice in 2018 was 160 cm, which is 65 less than in 2006-2011 years of observations, and 90 cm less than in 1991-1996. Mean thickness of first-year ice in 2018 was 90 cm, which is 35 cm less than observed in 2006-2011 and 60 cm less than in 1991-1996.

Keywords: Arctic Basin, ice thickness, ice concentration, ice age, ship observations

Первый туристический рейс к Северному полюсу состоялся в 1990 г. на атомном ледоколе (а/л) «Россия». В дальнейшем такие рейсы стали регулярно проводиться в летний период и осуществлялись на а/л «Советский Союз», «Ямал», а с 2008 года на а/л «50 лет Победы». Ежегодно с 1997 г. атомный ледокол выходит из порта г. Мурманск, проходит через архипелаг Земля Франца-Иосифа и, далее, направляется к Северному полюсу сквозь льды Арктического бассейна. За сезон может состояться несколько рейсов, например, в 2017 году их количество достигло шести.

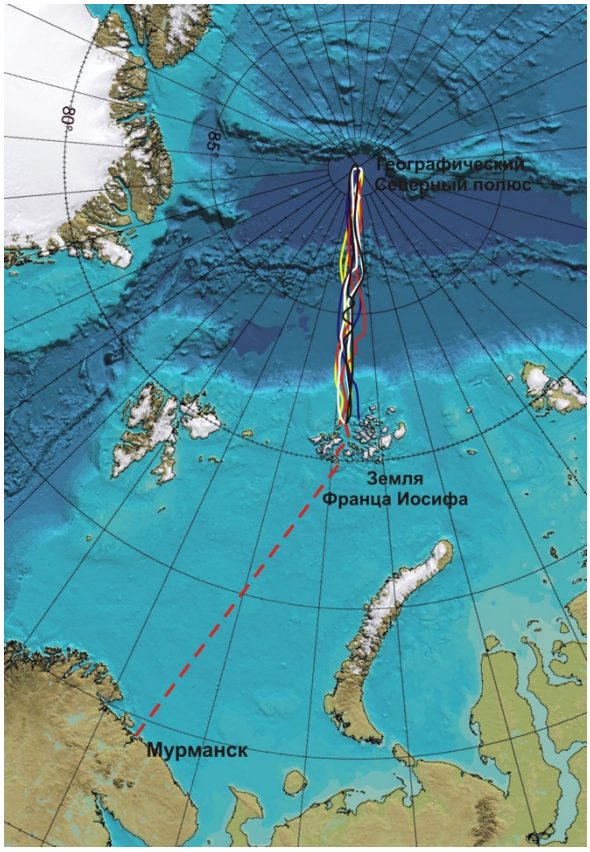

Рисунок 1 – Маршруты плавания а/л «50 лет Победы» в 2018 г.

В периоды 1991-1996 и 2006-2018 гг. сотрудники Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ) принимали участие в этих рейсах, получая уникальные данные для оценки общего распределения характеристик ледяного покрова и для оценки их межгодовой изменчивости в данном районе. Маршрут плавания ледоколов на участке от Земли

Франца-Иосифа до Северного полюса (Рис. 1) интересен тем, что пересекает западную часть трансарктического дрейфа – одного из главных элементов циркуляции льдов в Арктическом бассейне.

Несмотря на интенсивное развитие спутниковых методов зондирования поверхности Земли, спутниковые данные не дают полного представления о ледяном покрове замерзающих морей. На спутниковых снимках в видимом диапазоне, в большинстве случаев, в летний период значительная часть приполюсного района закрыта облаками. Снимки в радиолокационном диапазоне в приполюсном районе нерегулярны, покрывают лишь часть акватории и сложны для дешифрирования (особенно в летний период). Данные микроволновой радиометрии хотя и регулярны и не зависят от наличия облаков, но обладают низким разрешением и больше пригодны для оценки общей площади ледяного покрова.

Наблюдения за морским льдом производятся по методике ААНИИ [1] непрерывно по всему маршруту следования ледокола. Выделяются однородные ледовые зоны, в которых ледовый наблюдатель определяет общую сплоченность льда, возрастной состав ледяного покрова, а также горизонтальные размеры льдин, толщину ровного льда и высоту снега, торосистость, высоту надводной части торосов, стадию разрушенности, интенсивность сжатия. Кроме того, по пути движения судна отмечаются ориентация и размеры разводий, трещин и каналов.

Одновременно с визуальными наблюдениями с помощью цифрового телевизионного комплекса (СТК) проводится видеофиксация выворотов льдин вдоль борта ледокола во время движения во льдах для последующего определения толщины льда и высоты снега. СТК представляет собой стандартную систему видеоконтроля, адаптированную специалистами ААНИИ для специфических

условий судовых ледовых наблюдений [2].

Данная работа основана на первичных результатах обработки визуальных наблюдений, которые проводились в период с 14 июня по 12 августа 2018 года. Основные черты изменчивости характеристик ледяного покрова в исследуемом районе определяются циркуляцией льдов в Арктическом бассейне под воздействием атмосферных процессов. В Трансарктический дрейф поступает большое количество льдов из арктических морей сибирского шельфа, а также к нему примыкает область антициклонического круговорота, центр которого расположен примерно на 78º с.ш., 150 º в.д. Льды, попадающие в трансарктический дрейф из моря Лаптевых, выносятся в Гренландское море через 2-3 года, из Восточно-Сибирского – через 3-4 года, из Чукотского – через 4-5 лет [3]. Таким образом, возрастной состав льдов, которые встречаются на пути плавания ледокола от Земли Франца-Иосифа к Северному полюсу, зависит от ледовых условий, сформировавшихся в этих морях в предыдущие годы. На рисунке 2 представлены обзорные ледовые карты ААНИИ для общего представления изменения ледовой обстановки по маршруту движения ледокола в 2018 году. С началом летнего таяния определение возраста льда по спутниковым снимкам может быть ошибочным из-за образования снежниц на льду, поэтому в летний период, начиная с 1-го июня, на ледовых картах указывается лишь один параметр – общая сплоченность ледяного покрова. Для оценки возрастного состава льдов на рисунке 2 (слева) приведена карта за период 27-29 мая 2018 г. От Земли Франца-Иосифа к северу до 83-84º с.ш. преобладали толстые (120 см и более) однолетние льды, и далее к полюсу - старые льды. Также на рисунке 2 (в центре и справа) представлены обзорные карты общей сплоченности льда, за период 17-19 июня и 5-7 августа, т.е. во время 1-го и 5-го рейсов а/л «50 лет Победы» к Северному полюсу. В течение

полутора месяцев существенно уменьшилась площадь ледяного покрова в районе Земли Франца-Иосифа вследствие летнего таяния и дрейфа льда, кромка льдов Арктического бассейна постепенно сместилась к северу до 83° с.ш. В середине июня в приполюсном районе преобладали сплошные льды сплоченностью 10 баллов, затем в июле появились разрывы и разводья, а средняя сплоченность снизилась до 9-10 баллов.

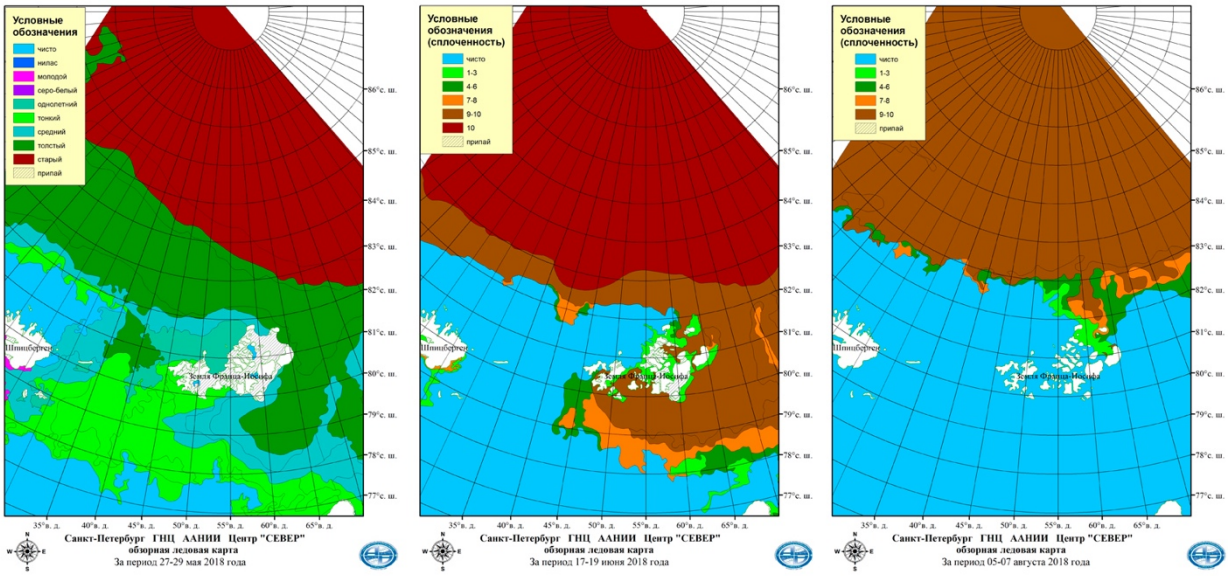

Рисунок 2 – Обзорные ледовые карты ААНИИ за период 27-29 мая (слева), 17-19 июня (в центре), 5-7 августа (справа) (более подробная информация о ледовых картах на сайте http://www.aari.ru)

Изменение распределения общей сплоченности и возрастного состава льдов по пути плавания представлены на рисунке 3. На изменение соотношения однолетних и старых льдов по пути плавания между Землей Франца-Иосифа и Северным полюсом влияет как дрейф льда, так и процессы летнего таяния. В то же время, в процессе таяния, в течение лета однолетние тонкие льды вытаивают в первую очередь, поэтому к концу июля обычно уменьшается количество однолетних льдов относительно старых (рисунок 3).

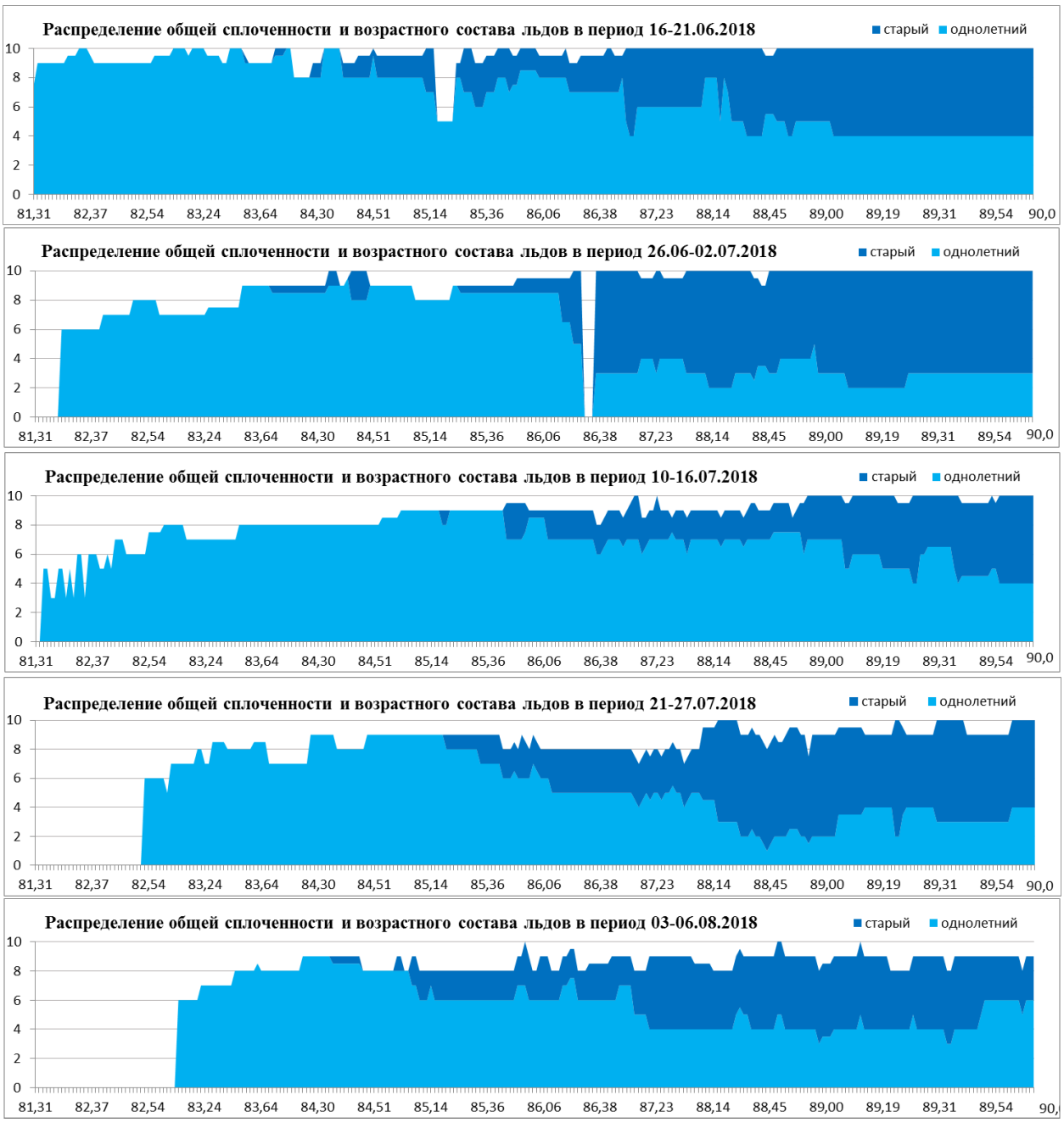

Рисунок 3 – Распределение общей сплоченности и возрастного состава льдов по пути движения а/л «50 лет Победы» от северной границы Земли Франца-Иосифа до Северного полюса в пяти рейсах 2018 г. (между меридианами 45 º -55 º в.д.)

Ледяной покров по маршруту Земля Франца Иосифа – Северный полюс в 2018 г. характеризовался высокой сплоченностью, малым количеством разводий, высокой торосистостью, и большим количеством старых льдов относительно периода 2006-2011 гг. (процентное соотношение однолетних и старых льдов приведено в таблице 1). Тем не менее, средняя толщина ровного льда в 2018 году существенно уменьшилась. Средняя толщина

старых льдов в 1991-1996 гг. составляла почти 250 см., в 2006-2011 гг. – 225 см, а в 2018 году произошло существенное уменьшение средней толщины старых льдов до 160 см. Средняя толщина однолетних льдов от 150 см в 1991-1996 гг. снизилась до 125 см в 2006-2011 гг. и достигла 90 см в 2018 г.

Таблица 1 – Количество однолетних и старых льдов по пути движения в июле (Земля Франца-Иосифа - Северный Полюс)

Год	1991-1996	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2018
Однолетние льды	62%	87%	96%	95%	93%	90%	93%	80%
Старые льды	38%	13%	4%	5%	7%	10%	7%	20%

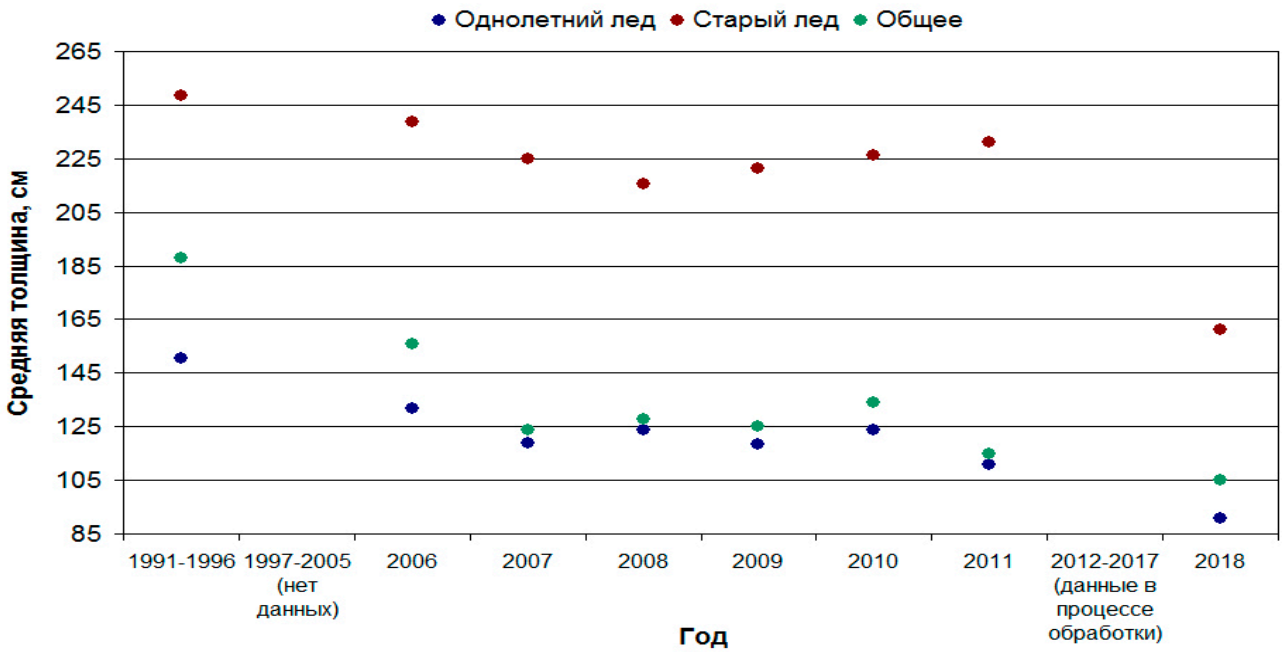

Рисунок 4 – Средняя толщина ровного льда по данным визуальных наблюдений с борта ледоколов по маршруту плавания Земля Франца-Иосифа – Северный полюс в июле 1991-1996, 2006-2011 и 2018 гг.

Распределение и межгодовая изменчивость возрастного состава льдов, общей сплоченности и толщины льда является результатом сложных термодинамических и динамических процессов в Арктике, которые тесно взаимосвязаны друг с другом. За период специальных судовых наблюдений за ледяным покровом с 1991 года на участке Земля Франца-Иосифа – Северный полюс средняя толщина ровного льда в данном секторе Арктического бассейна уменьшилась на 85 см. При этом, средняя толщина старых льдов уменьшилась на 90 см, а однолетних – на 60 см. Основными причинами такой деградации толщины льда являются возрастание приземной температуры воздуха, изменения в структуре атмосферной циркуляции, изменения радиационного баланса вследствие изменения альбедо подстилающей поверхности, происходящих в последние десятилетия [4; 5; 6; 7; 8]. Полученные результаты за периоды 1991-1996 и 2006-2011 коррелируют с общими тенденциями в изменении возрастного состава и толщины льда, рассчитанными на основании измерений толщины подводной части льда с подводных лодок и на основе анализа спутниковых данных [9, 8 и ссылки в этой публикации].

Для оценки степени влияния каждого природного фактора требуется комплексная работа специалистов в различных областях науки: подробный анализ ледовой обстановки в морях, из которых лед вовлекается в трансарктический дрейф, а также в самом Арктическом бассейне, за несколько лет предшествующих анализируемому периоду. Требуется анализ скорости морских течений и дрейфа льда, изменения атмосферной циркуляции, температуры воздуха и т.д. Авторами данной работы проводится дальнейшая обработка и анализ всех данных, полученных в туристических рейсах с 1991 по 2018 гг. (а также и в других высокоширотных экспедициях), в том числе и инструментальных измерений толщины льда с

помощью СТК, что позволит провести детальный анализ изменения состояния ледяного покрова в Арктическом бассейне.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-05-60048.

Литература

1. Руководство по производству судовых специальных ледовых наблюдений. СПб.: ААНИИ, 2011.

2. Фролов С.В., Третьяков В.Ю., Клейн А.Э., Алексеева Т.А., Пряхин С.С.. Результаты наблюдений за толщиной ледяного покрова по данным высокоширотных арктических морских экспедиций. Вклад России в Международный полярный год 2007/2008. Океанография и морской лед. Москва-Санкт-Петербург. 2011 г., с. 374-385.

3. Наблюдения за ледовой обстановкой: Учебное пособие. – СПб.: ГУ «ААНИИ», 2009. 360 с.

4. Алексеев Г.В. Арктическое измерение глобального потепления. Лед и снег. 2014 №2 Т. 54 С. 53-68

5. Wang, J., Zhang, J., Watanabe, E., Ikeda, M., Mizobata, K., Walsh, J., Bai, X., and Wu, B.: Is the Dipole Anomaly a major driver to record lows in Arctic summer sea ice extent?, Geophys. Res. Lett., 36, L05706, doi:10.1029/2008GL036706, 2009.

6. Petoukhov V., Semenov V.A. A link between reduced Barents Kara sea ice and cold winter extremes over northern continents // Journ. of Geophys. Research. 2010. 115, D21111. doi.10.1029/2009JD013568

7. Liu Y., Key J.R., Wang X. The Influence of Changes in Cloud Cover on Recent Surface Temperature Trends in the Arctic // Journ. of Climate. 2008. V. 21. P. 705–715.

8. Иванов В.В., Алексеев В.А., Алексеева Т.А.,. Колдунов Н.В, Репина И.А., Смирнов А.В. Арктический ледяной покров становится сезонным? // Исследования Земли из космоса. 2013. № 4. С. 50–65.

9. Kwok R., Untersteiner N. The thinning of Arctic sea ice // Phys. Today. 2011. V. 41. P. 36–41.

References

1. Rukovodstvo po proizvodstvu sudovyh special'nyh ledovyh nabljudenij. SPb.: AANII, 2011. (In Russian).

2. Frolov S.V., Tretyakov V.Yu., Kleyn A.E., Alekseeva T.A., Pryakhin S.S. Results of observations of ice thickness from the data of high latitudinal Arctic marine expeditions. Impact of Russia to the International Polar Year 2007/2008. Oceanography and sea ice. Moscow-Saint-Petersburg. 2011. Pp 374-385.

3. Nabljudenija za ledovoj obstanovkoj: uchebnoe posobie. [Observations of ice

conditions: manual] SPb.: AANII, 2009. – 360 s. (In Russian).
4. Alekseev G.V. Arctic dimension of global warming. Led I sneg Journal. 2014 №2 V. 54 P. 53-68.
5. Wang, J., Zhang, J., Watanabe, E., Ikeda, M., Mizobata, K., Walsh, J., Bai, X., and Wu, B.: Is the Dipole Anomaly a major driver to record lows in Arctic summer sea ice extent?, Geophys. Res. Lett., 36, L05706, doi:10.1029/2008GL036706, 2009.
6. Petoukhov V., Semenov V.A. A link between reduced Barents Kara sea ice and cold winter extremes over northern continents // Journ. of Geophys. Research. 2010. 115, D21111. doi.10.1029/2009JD013568
7. Liu Y., Key J.R., Wang X. The Influence of Changes in Cloud Cover on Recent Surface Temperature Trends in the Arctic // Journ. of Climate. 2008. V. 21. P. 705–715.
8. Ivanov V.V., Alexeev V.A., Alekseeva T.A., Koldunov N.V., Repina I.A., Smirnov A.V. Does Arctic ocean ice cover become seasonal? // Issledovanie Zemli iz Cosmosa. 2013. V 4. p. 50–65.
9. Kwok R., Untersteiner N. The thinning of Arctic sea ice // Phys. Today. 2011. V. 41. P. 36–41.