

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ СВЕРХДОЛГОСРОЧНЫХ СЕЗОННЫХ ЛЕДОВЫХ ПРОГНОЗОВ ПЛОЩАДИ ОСТАТОЧНЫХ ЛЬДОВ В СЕНТЯБРЕ 2018-2019 ГГ. В СЕВЕРНОМ ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ

Юлин А.В.¹, Шаратунова М.В.¹

¹ – Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, г. Санкт-Петербург, Россия, icefore@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается возможность сверхдолгосрочного (с заблаговременностью от 5 до 8 месяцев) прогнозирования площади остаточных льдов, которые сохраняются в сентябре в Северном Ледовитом океане после периода летнего таяния. Площадь остаточных льдов является одним из ключевых показателей климатических изменений в Арктике.

Ключевые слова: Северный Ледовитый океан, ледовый режим, площадь остаточных льдов, долгосрочные ледовые прогнозы

Прогнозирование природных процессов с большой временной заблаговременностью, составляющей от 1 до 6 месяцев (долгосрочные прогнозы) и более 6 месяцев (сверхдолгосрочные прогнозы), является сложной исследовательской задачей. Научнообоснованный прогноз с большой заблаговременностью возможен в том случае, если есть правильное понимание природы формирования прогнозируемого явления и определены формирующие его факторы, установлены надежные и информативные предикторы.

В последние два десятилетия хорошо прослеживается тенденция сокращения площади остаточных льдов. Очистение больших акваторий северных морей и увеличение длительности безледного периода существенно снижает зависимость от ледяного покрова хозяйственной деятельности различных направлений: плавания судов и перевозки грузов, разведки и добычи минерального сырья в шельфовых районах, экспедиционных исследований, операций ВМФ [1].

Следовательно, становится очевидным важность мониторинга изменения площади ледяного покрова и изучение возможности его прогноза.

Физические процессы, описывающие механизмы связи сроков начала осеннего ледообразования, интенсивности нарастания льда в зимний период и последующего его летнего разрушения хорошо изучены. Раннее и интенсивное ледообразование в Северном Ледовитом океане (СЛО), нарастание его толщины и торосистости приводит к формированию большого количества мощных льдов. Позднее начало ледообразования и медленное нарастания льда приводит к формированию ледяного покрова гораздо меньшей мощности. В свою очередь, чем больше мощных льдов (по количеству и толщине) появляется на акватории морей океана к концу периода нарастания, тем больше их остается после летнего таяния [2].

Таким образом, остаточная площадь льдов в СЛО в сентябре характеризует интенсивность процессов летнего таяния. В среднем за летний период разрушается и тает около 5,8 млн км². В середине сентября в СЛО сохраняются остаточные льды, площадь которых в среднем (за весь ряд наблюдений с 1979 по 2018 гг.) составляет около 6,1 млн км².

Сравнение площади остаточных льдов в СЛО в сентябре за последнее десятилетие 2009-2018 гг. с данными за более холодное десятилетие 1978-1987 гг. показывает, что наблюдается существенное уменьшение количества остаточных льдов, в среднем с 7,2 до 4,7 млн км².

Прогноз площади остаточных льдов. На основе автоматизированной

прогностической системы «Пегас» (АПС «Пегас»), разработанной в ААНИИ и успешно используемой в оперативной практике, была построена прогностическая модель, позволяющая оценивать площадь остаточного льда в СЛО в сентябре [3].

В качестве исходных данных в модели прогноза площади остаточных льдов в сентябре используются основные показатели состояния ледяного покрова, воздушных переносов и крупномасштабные показатели температуры воздуха предшествующие периоды формирования ледяного покрова.

Технология прогноза площади остаточного льда в СЛО в сентябре основана на двух этапах – предварительном прогнозе и основном прогнозе. В предварительном прогнозе, составляемом в первой декаде января, заблаговременностью 8 месяцев, учитываются осенние процессы накопления льда предшествующего года по декабрь включительно. В основном прогнозе, составляемом в первой декаде апреля, заблаговременностью 5 месяцев, учитываются осенне-зимние процессы накопления льда в СЛО на период максимального накопления ледяного покрова, которое наблюдается в конце марта - начале апреля.

В 2018 году были составлены предварительный и основной прогнозы, на 2019 год получены только предварительные результаты площади остаточных льдов, представленные в таблице 1.

Оправдываемость как предварительного, так и основного прогноза в 2018 году составила 100% (при допустимой ошибке для сверхдолгосрочных прогнозов равной $\pm 1,0 \sigma$, для долгосрочных прогнозов равной $\pm 0,8 \sigma$). Климатический прогноз (прогноз по норме) не оправдался.

Таблица 1 – Основные результаты прогнозов площади остаточного льда в СЛО в сентябре 2018 и 2019 гг.

Вид прогноза и дата составления	Сверхдолгосрочный, заблаговременность 8 месяцев	Долгосрочный, заблаговременность 5 месяцев	Климатический
Дата разработки	10 января	10 апреля	10 января, 10 апреля
КК результирующего уравнения	0,89	0,91	-
Прогноз на сентябрь 2018 г.	4680 тыс. км ²	4850 тыс. км ²	6150 тыс. км ²
Фактическое значение в сентябре 2018 г.	4660 тыс. км ²	4660 тыс. км ²	4660 тыс. км ²
Ошибка прогноза	+20 тыс. км ²	+190 тыс. км ²	1450 тыс. км ²
Допустимая ошибка) 1,0 σ / 0,8 σ	1100 тыс. км ²	880 тыс. км ²	880 тыс. км ²
Оправдываемость прогноза	100%	100%	0%
Прогноз на сентябрь 2019 г.	4950 тыс. км²	-	6150 тыс. км²

Выводы. По результатам мониторинга ледяного покрова в конце сентября 2018 г. прогноз был проверен на успешность и полностью оправдался. По разработанному предварительному прогнозу ожидается, что площадь остаточных льдов в СЛО в сентябре 2019 года составит 4950 тыс. км². Это значение больше, чем наблюдалось в сентябре 2018 года на 240 тыс. км², но на 1250 тыс. км² меньше среднеемноголетнего значения за полный ряд наблюдений с 1979-2018 гг. Таким образом, значительных изменений в площади остаточных льдов в сентябре в 2019 г. не ожидается, хотя сохраняется тенденция к небольшому увеличению остаточных льдов в СЛО в сентябре.

Литература

1. 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.

2. Карклин В.П., Юлин А.В., Карелин И.Д., Иванов В.В. Климатические колебания ледовитости арктических морей сибирского шельфа // Труды ААНИИ. 2001. Т. 443. С. 5 – 11.
3. Юлин А.В. Автоматизированный программный комплекс по обработке и обобщению гидрометеороинформации, используемой в системе "Пегас" // Труды ААНИИ, т. 418, 1990, с. 25-36.

EXPERIENCE IN DEVELOPING LONG-TERM SEASONAL ICE FORECAST OF RESIDUAL ICE AREA IN THE ARCTIC OCEAN IN SEPTEMBER 2018-2019

Yulin A.V.¹, Sharatunova M.V.¹

¹ – *Arctic and Antarctic research institute, Saint-Petersburg, Russia, icefore@mail.ru*

Abstract. The opportunity of long-term forecasting (5-8 months in advance) the area of residual ice which remains in the Arctic ocean in September after the summer melting is discussed in the paper. The area of residual ice is important indicator which characterizes the climatic changes in the Arctic

Keywords: Arctic Ocean, ice regime, area of residual ice, long-range forecasts.