

С.М. Сомова, к. т. н., В.Н. Попова*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации - Мировой центр данных» (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»), *Росгидромет*

АНАЛИЗ РЕЖИМА НИЖНЕЙ ОБЛАЧНОСТИ НАД БАРЕНЦЕВЫМ МОРЕМ

Рассматриваются результаты статистического анализа параметров основных форм нижней облачности над акваторией моря, приведены их месячный, годовой и сезонный ход. Для различных форм (С_и-С_б, N_s, S_c, S_t) облачности нижнего яруса получены результаты расчетов повторяемостей количества облачности и высоты нижней границы облачности. Полученные количественные показатели, характеризующие облачные поля над акваторией моря, являются составной частью информации, используемой при моделировании облачности, а также при гидрометеорологическом обслуживании флотов.

Ключевые слова: *облачность, облачность нижнего яруса, статистические характеристики, Баренцево море*

Баренцево море играет важную роль в арктической климатической системе, в формировании циклических колебаний различного временного и пространственного масштабов. Над его акваторией господствуют, в основном, воздушные массы арктического и атлантического происхождения.

Целью настоящей работы является исследование основных особенностей пространственно-временной изменчивости поля нижней облачности над Баренцевым морем.

В работах предыдущих лет [1, 3, 4], посвященных исследованию облачности над морем, все выводы основаны на данных береговых и островных станций, и только в незначительной части работ [2] с использованием наблюдений с судов погоды. Потребность в гидрометеорологической информации такого рода, прежде всего, связана с освоением шельфовой зоны северных морей, а также с изучением климата полярных областей и его изменений.

Поля облачности в атмосфере изучаются в основном визуально [1, 5]. В морской климатологии особое значение имеют две характеристики облаков: общее количество и высота нижней границы облачности. Повторяемость тех или иных балловых оценок количества облаков характеризует изменчивость поля облачности в конкретном районе моря. Многолетний ход количества облачности является одним из показателей изменчивости климата.

На основе банка данных «Морская аэрометеорология», который хранится в Госфонде ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», был сформирован специализированный массив данных за период с 1898 по 2001 годы для Баренцева моря объемом 1 124 000 наблюдений. Освещенность акватории Баренцева моря судовыми метеорологическими данными, содержащими сведения об облачности, приведена в таблице 1. В созданном массиве представлены срочные наблюдения за облачностью с дискретностью 3, 6 часов. Для параметров этого специализированного массива был проведен дополнительный логический контроль, по результатам которого было выявлено, что неточности в данных по облачности имели место в высоких широтах, и связаны, в основном, с наличием полярной ночи. Рассматривались характеристики общего количества облачности для двух широтных зон: южной части Баренцева моря (60⁰ - 70⁰ северной широты) – десятиградусные квадраты 363, 364, 365, где имеет место влияния суши, и центральной части моря (70⁰ - 80⁰ северной широты) – десятиградусные квадраты: 372, 373, 374, 375.

Таблица 1. Распределение числа наблюдений в квадратах Баренцева моря

Номер квадрата	Географические координаты (левый нижний - правый верхний угол)	Многолетний сезон				Многолетний год
		зима	весна	лето	осень	
363	60°N30°E - 70°N 40°E	5600	11373	9833	7726	34532
364	60°N40°E - 70°N 50°E	3025	3262	12305	11860	30452
365	60°N50°E - 70°N 60°E	567	1456	4039	4259	10321
371	70°N10°E - 80°N 20°E	82	259	1493	2109	3943
372	70°N20°E - 80°N 30°E	82	259	1493	2109	3943
373	70°N 30°E - 80°N 40°E	35642	62461	42937	35545	176585
374	70°N 40°E - 80°N 50°E	4502	4610	12300	11687	33099
375	70°N 50°E - 80°N 60°E	1431	1674	8821	10457	22383

В годовом ходе количества облачности над южной и центральной частями моря (Рис. 1) выявлена общая тенденция - наличие малооблачного июля. Однако отмечается большое разнообразие количества облачности над 365 квадратом (южная часть моря) и 375 квадратом (центральная часть моря). Эти акватории характеризуются малооблачной погодой с января по апрель месяц, среднее количество облачности 3-6 баллов, по-видимому, это влияние подстилающей поверхности (суши). Нужно отметить, что по данным сухопутных станций [1] в годовом ходе общей облачности максимум отмечается в летне-осенний (август-сентябрь) период, а минимум - в феврале - марте. Наши данные не подтверждают этот факт. Вероятно, не всегда можно распространять результаты анализа облачности, полученные по данным береговых и островных станций, на акватории морей.

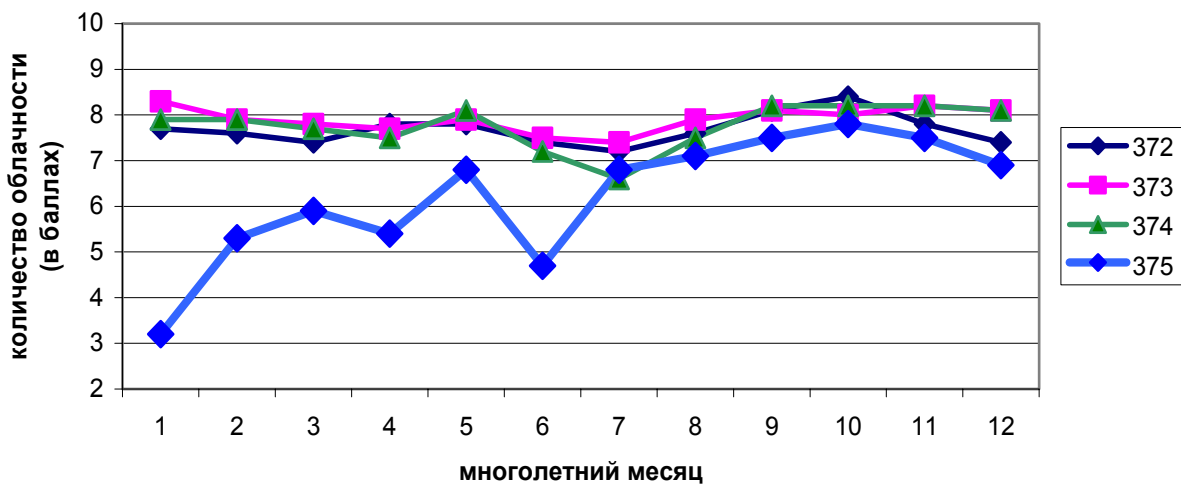


Рис. 1. Годовой ход среднего бала общей облачности для центральной части моря.

Среднеквадратическое отклонение параметра количество общей облачности мало изменяется по акватории центральной части моря и составляет 2,2 -3 балла в холодный период и 3,2-3,6 баллов в теплый (таблица 2). Несколько увеличено значение среднеквадратического отклонения для зимне-весеннего периода южной части моря и составляет 2,3-4,3 балла.

Таблица 2. Значения среднеквадратических отклонений (σ) параметра: количество общей облачности, для многолетних месяцев

№ квадрата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
363	3,6	3,4	3,7	3,5	3,5	3,4	3,6	3,2	3,1	2,9	3,1	3,6
364	2,3	2,6	3,2	3,2	3	3,4	3,8	3,1	2,8	2,4	2,3	2,3
365	4,3	4,2	4,4	4,2	3,7	3,9	3,9	3,5	2,9	2,9	3,1	3,7
371	2,4	3,7	3,2	3,1	1,8	3,1	2,9	2,7	2,5	2,2	2,4	2,1
372	2,6	2,7	2,8	2,5	2,7	2,9	3,3	3	2,5	2,2	2,6	3
373	2,2	2,3	2,6	2,7	2,7	3	3,3	2,8	2,3	2,1	2,2	2,4
374	3	2,8	3,3	3,2	2,8	3,4	3,7	3,2	2,3	2,2	2,1	2,3
375	4,5	4,3	4,4	4,2	3,9	4	3,6	3,4	2,9	2,7	2,8	3,3

Наибольшую повторяемость над акваторией Баренцева моря имеет общая облачность количеством 9-10 баллов, и это проявляется как в годовом ходе, так и в пространственном распределении облачности по десятиградусным квадратам.

В работе были выполнены статистические расчеты для получения таблиц квантилей, позволяющих по заданному значению обеспеченности определить соответствующее значение параметра облачности. На рисунках 2, 3 и 4 представлено распределение количества общей облачности по квантилям для многолетних сезонов над 365, 373, 375 квадратами Баренцева моря. Как видно из рисунков, каждый квадрат характеризуется своим распределением количества облачности по многолетним сезонам. Однако при сравнении распределений характеристик количества общей облачности для квадратов южной (рис.4) и центральной (рис.5) частей моря обнаруживается некоторая схожесть в распределении этого параметра по сезонам. Это подтверждает зональный характер развития процессов, способствующих развитию облачности. Тем не менее, для квадратов 365 и 375 вдоль восточной границы моря имеется своя особенность. Очевидно, это указывает на преобладающую роль влияния на поле облачности неоднородности подстилающей поверхности (влияние ледяного покрова архипелага Новая Земля), а также меридиональных синоптических процессов, развивающихся над данной акваторией моря.

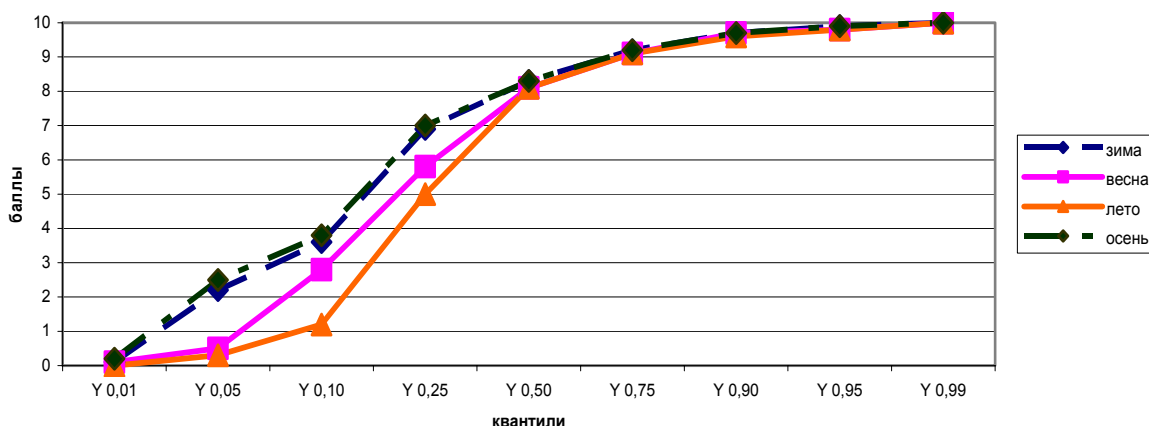


Рис. 2. График распределения количества общей облачности по квантилям для многолетних сезонов над 373 квадратом (центральная часть) Баренцева моря.

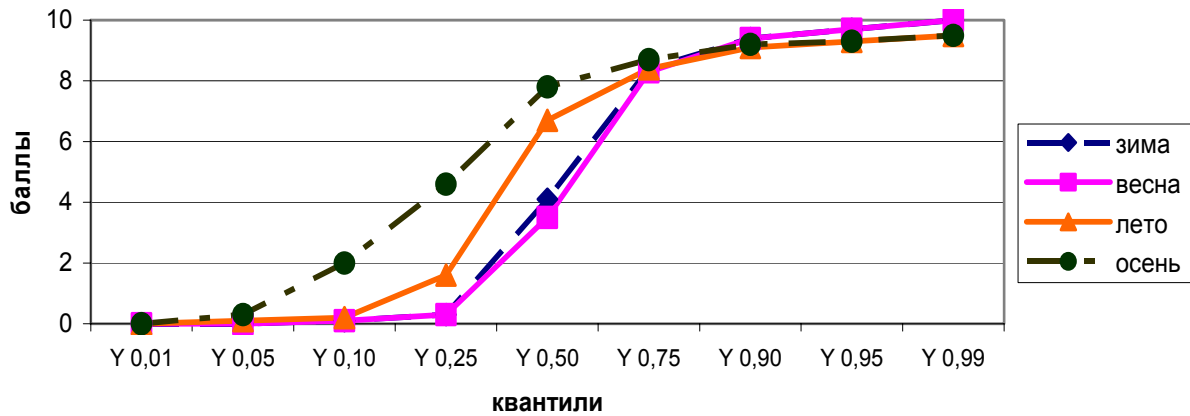


Рис. 3. График распределения количества общей облачности по квантилям для многолетних сезонов над 365 квадратом (южная часть) Баренцева моря.

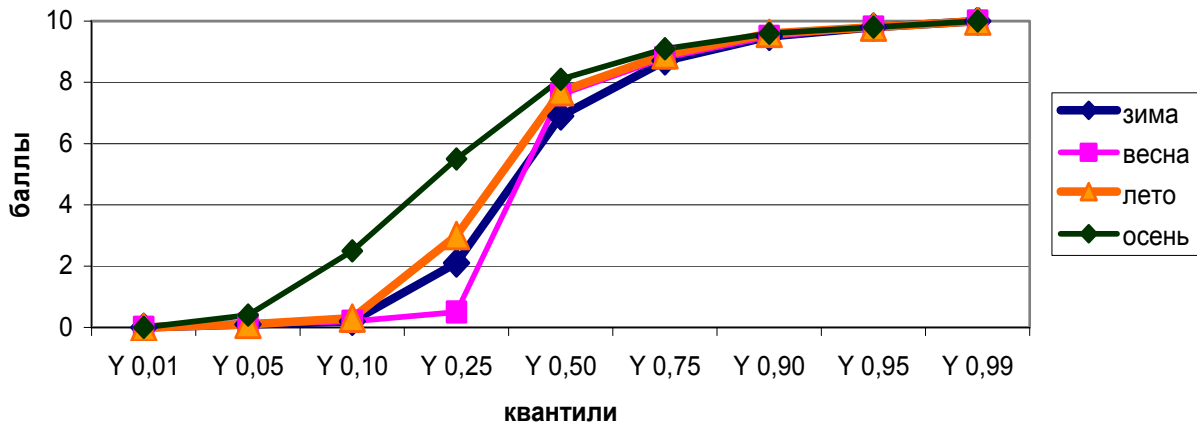


Рис. 4. График распределения количества общей облачности по квантилям для многолетних сезонов над 375 квадратом (центральная часть) Баренцева моря.

Проведенный статистический анализ позволяет установить основные закономерности в распределении количества и форм облаков нижнего яруса над морем. В данной работе осуществлена оценка статистических характеристик поля нижней облачности по судовым наблюдениям для следующих форм: слоистые (st), слоисто-кучевые (sc), слоисто-дождевые (ns) и кучевые (cu).

Годовой ход повторяемости различных форм нижней облачности (рис.5) указывает на то, что в течение года преобладает слоисто-кучевая форма облачности над акваторией моря с максимумом в весенне-летний период. В теплый период года создаются благоприятные термодинамические условия для формирования данного типа облачности: это - наибольшие отрицательные разности температур вода-воздух, наличие инверсий, а также развитие устойчивого антициклонического типа погоды. Анализируя график годового хода, видим, что повторяемость слоистых и кучевых облаков имеет обратный годовой ход. Кучевые облака чаще наблюдаются в холодный период года, а слоистые облака в теплый. Одни и те же природные условия способствуют развитию слоистых облаков, но препятствуют образованию кучевых.

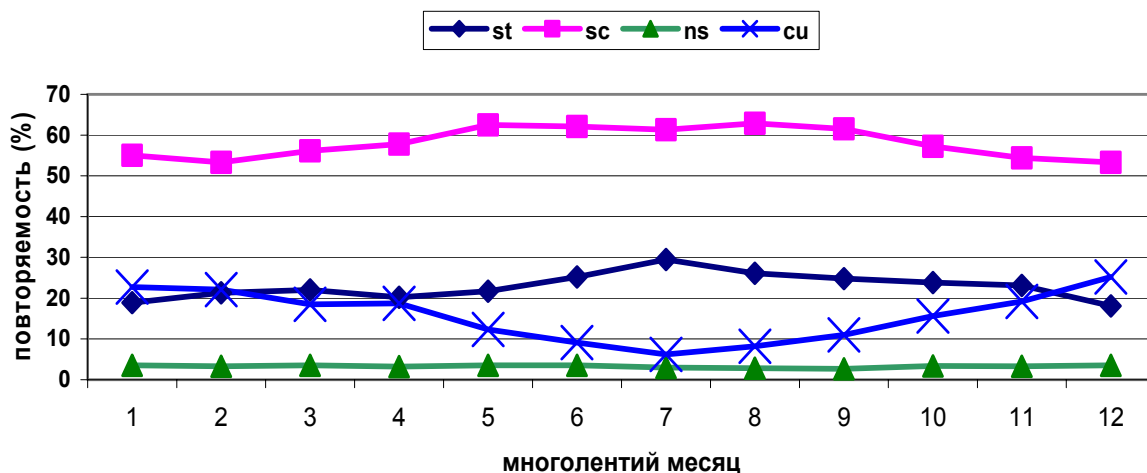


Рис. 5. Годовой ход повторяемости (%) форм нижней облачности над Баренцевым морем

В холодное время года основной причиной образования кучевой облачности является неоднородность подстилающей поверхности, теплые воды Нордкапского течения. Слоисто-дождевая форма облачности характеризуется наименьшей повторяемостью и отсутствием годового хода.

Анализ количественных характеристик различных форм облачности показал, что наибольшую повторяемость в годовом ходе имеет 9-10 бальная облачность. Слоистая облачность (90-96%) чаще наблюдается в летне-осенний период, когда воздух теплее воды. Для слоисто-дождевой облачности (80-85%) отмечается наибольшая повторяемость в зимне-весенний период. Повторяемость пасмурного неба, вызванная слоисто-кучевой и кучевой формой нижней облачности, в годовом ходе отмечается значительно реже в зимне-весенний период, но увеличивается в летне-осенний.

На рисунке 6 представлен годовой ход средней высоты нижней границы облачности, показывающий, что наиболее низкая облачность над Баренцевым морем наблюдается с сентября по декабрь месяц и составляет 500-800 метров. Февраль, март, июнь и июль характеризуются максимальной высотой облачности 1100-1300 метров.



Рис.6. Годовой ход средней высоты нижней границы облачности над Баренцевым морем

Распределение повторяемостей высоты нижней границы облачности по грациям для различных квадратов центральной и южной акваторий моря указывает на большую повторяемость облаков с высотой 300-600 метров и 600-1000 метров для

центральной части моря (рис.7). Высоты нижней границы облачности для всех форм облаков нижнего яруса заключаются в пределах 50-1500 метров.

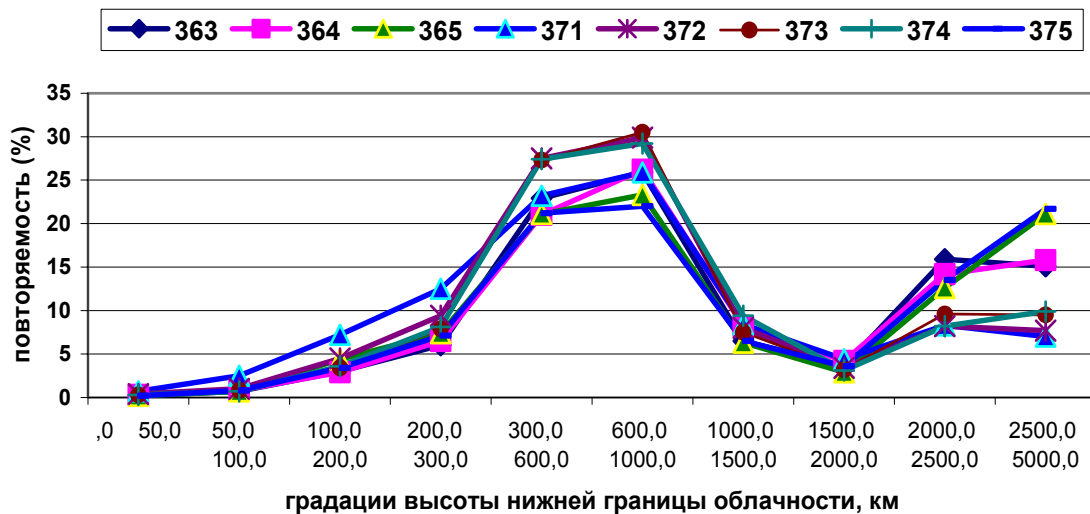


Рис. 7. Распределение повторяемостей высоты нижней границы облачности по градациям для квадратов Баренцева моря.

По нашим данным максимум повторяемости составляет 53-64 % для высот 600-1000 метров у слоисто-кучевых облаков, и 64-79 % для диапазона высот 300-600 метров для кучевых облаков. Слоисто-дождевые облака в диапазоне высот нижней границы 300-600 метров характеризуются повторяемостью, равной 46%. Диапазон высот 600-1000 метров для этой же облачности имеет повторяемость 41%. Наибольшая повторяемость, равная 66%, для слоистой облачности отмечается в диапазоне высот 300-600 метров и наблюдается в зимние месяцы. В весенне-осенний период слоистые облака отмечаются с высотой нижней границы 200 -300 метров (повторяемость 39%). Летом такая же облачность наблюдается в диапазоне высот от 0 до 50 метров и характеризуется повторяемостью всего 2%. Нужно отметить, что наибольшая повторяемость высоты нижней границы облачности для всех форм облаков нижнего яруса над Баренцевым морем составляют градации: 300-600 и 600-1000 метров.

Полученные результаты анализа многолетней изменчивости облачности над Баренцевым морем могут использоваться для проведения исследований и сравнительного анализа количественных оценок по ослаблению суммарной радиации облаками над сушей и над морем, при выполнении расчетов в математических моделях взаимодействия океана и атмосферы по определению возможных изменений климата.

Список литературы

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 1. Баренцево море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. Под редакцией *Ф.С. Терзиева*, Гидрометеиздат, 1990, 279 с.
2. Climatological characteristics of the low-level clouds over the Southern part of the Barents Sea. *B.M. Matkovsky, I.V. Pinaeva, V.N. Popova, K.B. Yudin*. Meteorology and Hydrology, ISSN 0130-2906, № 11, 1991, 7p.

3. Статистическая структура суммарной радиации, проходящей к поверхности океана, в условиях кучевой облачности. *Т.В.Кирилова, Р.Г. Тимановская, А.В. Гудименко.* Труды ГГО, вып. 388, Гидрометеиздат, 1977, 9с.
4. Изменчивость физических полей в атмосфере над океаном. *Под редакцией В.С. Самойленко,* Академия наук СССР. Институт океанологии им. П. П. Ширшова, Издательство «Наука», Москва 1983, 167 с.
5. Облачность в Баренцевом море и ее изменчивость. *Е.И. Александров, Н.Н. Брызгин, А.А. Дементьев.* Труды ААНИИ, т. 450, Гидрометеиздат, 2010, 11 с.

С.М. Сомова, В.М.Попова

Аналіз режиму нижньої хмарності над Баренцевим морем

Розглядаються результати статистичного аналізу параметрів основних форм нижньої хмарності над акваторією моря, наведено їх місячний, річний і сезонний хід. Для різних форм (Cu-Cb, Ns, Sc, St) хмарності нижнього ярусу було отримано результати розрахунків повторюваностей кількості хмарності і висоти нижньої межі хмарності. Отримані кількісні показники, що характеризують хмарні поля над акваторією моря, є складовою частиною інформації, яка використовується при моделюванні хмарності, а також при гідрометеорологічному обслуговуванні флотів.

Ключові слова: хмарність, хмарність нижнього ярусу, статистичні характеристики, Баренцево море

S.M. Somova, V.N.Popova

Analysis of the conditions of low cloudiness over the Barents Sea

The results of statistical analysis of parameters of basic forms of low cloudiness over the sea water area are considered, their monthly, annual and seasonal behaviors are given. For different forms (Cu-Cb, Ns, Sc, St) of low level cloudiness the frequencies of cloudiness amount and height of low cloudiness boundary are obtained. The quantitative indexes, that characterize cloudiness fields over the sea water area, are the component part of information, used for the simulation of cloudiness, and also at hydrometeorological service of fleets.

Keywords: cloudiness, low level cloudiness, statistical characteristics, Barents Sea