

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР  
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
HYDROMETEOROLOGICAL INSTITUTE IN Leningrad

Transactions

Труды  
вып. 32

vol. 32

06  
778

# ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОБЛЕМЕ ОКЕАН—АТМОСФЕРА

INVESTIGATIONS  
ON THE OCEAN — ATMOSPHERE PROBLEM

Сборник 2

работ научно-исследовательского института взаимодействия океана  
и атмосферы

issue 2

of the papers of the air sea interaction institute

24443

**БИБЛИОТЕКА**  
Ленинградского  
Гидрометеорологического  
Института

ЛЕНИНГРАД  
1970

Сборник содержит результаты исследований взаимодействия океана и атмосферы, выполняемых в Ленинградском гидрометеорологическом институте. Статьи посвящены формированию процессов в реальных океанах и морях, изменению метеорологических и гидрологических условий и их прогнозу. Некоторые статьи имеют теоретическое и методическое содержание.

Сборник рассчитан на широкий круг океанологов, метеорологов и геофизиков, а также на преподавателей, аспирантов и студентов.

Научный редактор **В. В. Тимонов**

Ответственный редактор *О. А. Алекин*

2—9—6

Труды Ленинградского Гидрометеорологического института  
Исследования по проблеме океан — атмосфера

СБОРНИК 2

Работ научно-исследовательского института взаимодействия океана и атмосферы

Редактор *Б. И. Леонова*

---

М-13 525. Сдано в набор 21/V-1968 г. Подписано к печати 2/VII-1970 г. Формат бум. 70 × 108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага тип. № 3. Печ. л. 16. Уч.-изд. л. 19. Тираж 500. Заказ 2329. Цена 1 р. 84 к. Тем. план 1968 г.

---

Типография профессионально-технического училища № 4. Ленинград, 12-я Красноармейская ул., 27.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Часть первая. ФИЗИКА ОКЕАНА И АТМОСФЕРЫ

#### Теория, эксперименты, методы расчета

	Стр.
<i>В. М. Радикевич.</i> Исследование некоторых характеристик взаимодействия пограничных слоев атмосферы и моря на основе новой теоретической модели	3
<i>А. С. Балужева, В. Н. Веретенников.</i> К теории нестационарных чисто дрейфовых течений в океане	16
<i>А. С. Балужева, В. Н. Веретенников.</i> К вопросу о расчете ветрового нагона	23
<i>В. А. Макаров.</i> О распространении длинной волны в канале переменной ширины	30
<i>Л. И. Борис.</i> О расчете внутренних приливных волн и связанных с ними течений в океане	33
<i>Б. А. Каган, А. В. Некрасов, Р. Э. Тамсалу.</i> Расчет приливных явлений в море с учетом горизонтального турбулентного трения	50
<i>А. В. Некрасов.</i> Использование соотношений между уровнем и его наклоном при анализе приливных колебаний	56
<i>А. Б. Мензин.</i> Об электрической аналоговой модели глубинной циркуляции	64

#### Формирование процессов в реальных океанах и морях

<b>В. В. Тимонов</b> . Очаги взаимодействия океана и атмосферы	69
<i>В. М. Радикевич.</i> Основные причины изменений сезонных величин турбулентного потока тепла и затрат тепла на испарение в Северной Атлантике	76
<i>И. П. Карпова.</i> К вопросу об устойчивости атмосферы над Северной Атлантикой	81
<i>Н. Л. Козутовский.</i> К обмену теплом и солями между верхним слоем и глубинными водами Северной Атлантики	85
<i>Б. И. Тюрков.</i> Расчетная схема изменений структуры деятельного слоя Охотского моря от сезона к сезону	94
<i>В. П. Хрол.</i> Метод расчета адвективных изменений толщины льда вдоль восточно-американского пути перемещения льдов	121

#### Изменение метеорологических и гидрологических условий, их прогноз

<i>Б. Б. Елекоев.</i> Об изменении длины планетарных волн при переходе от зональной циркуляции к меридиональной	138
<i>А. А. Гирс.</i> Учет развития макросиноптических процессов при изучении причин изменения фоновых характеристик гидросферы	145
<i>А. И. Савичев.</i> К вопросу о прогнозе барического поля над Северной Атлантикой в июле	169
<i>Е. И. Серяков, В. П. Карауловский.</i> Расчет вариаций месячных величин потерь тепла на испарение и теплообмена с атмосферой в Северной Атлантике	184
<i>Е. И. Серяков, А. И. Смирнова.</i> Связь составляющих теплового баланса Северной Атлантики с аномалиями температуры воды за характерные годы	193
<i>А. И. Смирнова.</i> Изменение теплосодержания деятельного слоя Северной Атлантики при разных типах атмосферной циркуляции	206
<i>И. П. Карпова.</i> О влиянии Исландского минимума атмосферного давления на течения Норвежского моря	221

#### Методы натурных исследований, приборы

<i>А. В. Проворкин, Г. Р. Рехтзамер.</i> Применение искусственных спутников Земли для океанологических исследований	230
<i>А. В. Проворкин, Г. Р. Рехтзамер.</i> О дешифрировании снимков льдов, полученных с метеорологических спутников Земли	239

### Часть вторая. ХИМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКЕАНА И АТМОСФЕРЫ

<i>О. А. Алекин, Н. П. Моричева.</i> Расчет насыщенности карбонатом кальция воды Черного моря	250
---	-----

## CONTENTS

### Part first. PHYSICS OF THE OCEAN AND THE ATMOSPHERE

#### Theory, experiments, methods of calculation

	Pp.
<i>V. M. Radikevich.</i> Investigation of some characteristics of interaction between the atmosphere and sea boundary layers on the base of a new theoretical model	3
<i>A. S. Baluyeva, V. N. Veretennikov.</i> On the calculation of wind-induced surge	16
<i>A. S. Baluyeva, V. N. Veretennikov.</i> On the theory of non-stationary drift currents in the ocean	23
<i>V. A. Makarov.</i> On the propagation of a long wave in a channel with the variable cross-section	30
<i>L. I. Boris.</i> Calculation of internal waves and associated currents in the ocean	33
<i>B. A. Kagan, A. V. Nekrasov, R. E. Tamsalu.</i> Calculation of tidal phenomena in the sea taking into account the lateral turbulent friction	50
<i>A. V. Nekrasov.</i> Use of the relationships between the sea-level and its slope at the tidal oscillation analysis	56
<i>A. B. Menzin.</i> Electrical analogue model of the deep circulation	64

#### Formation of real ocean and sea processes

<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><i>V. V. Timonov</i></span> . Centers of ocean.—atmosphere interaction	69
<i>V. M. Radikevich.</i> Main causes of variations of seasonal values of turbulent heat flux and evaporation heat loss in the North Atlantic	76
<i>I. P. Karpova.</i> On the atmosphere stability over the North Atlantic	81
<i>N. L. Kogutovskv.</i> Heat and salt exchange between the upper and deep layers in the North Atlantic	85
<i>B. I. Tjuriakov.</i> Calculated pattern of the changes of the structure of the Okhotsk Sea from season to season	94
<i>V. P. Khrol.</i> Methods of calculation of the advective variation of the thickness of the ice along the East American ice travel path	121

#### Variation of meteorological and hydrological conditions and their forecast

<i>B. B. Etekoyev.</i> Change of the planetary waves length during the transition from the zonal to meridional circulation	138
<i>A. A. Girs.</i> Use of the data of the development of the macrosynoptic processes in studying causes of background hydrosphere characteristics variations	145
<i>A. I. Savichev.</i> The forecast of the atmosphere pressure field over the North Atlantic in July	169
<i>E. I. Seryakov, V. P. Karaulovsky.</i> Calculation of variations of the month values of evaporation heat loss and the sea—air heat exchange in the North Atlantic	184
<i>E. I. Seryakov, A. I. Smirnova.</i> Relation between heat balance components and water temperature anomalies for the characteristic years in the North Atlantic	193
<i>A. I. Smirnova.</i> Variation of the active layer heat content in the North Atlantic in various types of the atmospheric circulation	206
<i>I. P. Karpova.</i> Influence of the Icelandic depression on the currents of the Norwegian Sea	221

#### Methods of natural investigations. Apparatus

<i>A. V. Provorkin, G. R. Rekhzamer.</i> Use of satellites for oceanological investigations	230
<i>A. V. Provorkin, G. R. Rekhzamer.</i> Decoding of ice photographs made by means of meteorological satellites	239

### Part second. CHEMICAL SEA-AIR INTERACTION

<i>O. A. Alekii, <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><i>N. P. Moricheva</i></span>.</i> Calculation of the saturation of calcium carbonate in the water of the Black Sea	250
---	-----

## УЧЕТ РАЗВИТИЯ МАКРОСИНОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРИЧИН ИЗМЕНЕНИЯ ФОНОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОСФЕРЫ

*А. А. Гирс*

Процессы, происходящие в атмосфере, существенно влияют на состояние гидросферы. Поэтому изучение причин изменения различных характеристик гидросферы возможно лишь в том случае, если их анализировать в связи с наблюдавшимися одновременно изменениями атмосферных процессов. При этом весьма важным является вопрос о способе учета атмосферных процессов в океанологических исследованиях.

В связи с этим в данной статье мы ставили целью показать, как наиболее рационально использовать формы атмосферной циркуляции, установленные Г. Я. Вангенгеймом, в океанологических исследованиях. При этом атмосферные процессы нами рассматриваются в пределах семи групп однородного их развития на протяжении 15 месяцев, установленных ранее автором [1—3], а характеристики гидросферы будут рассмотрены на примере Баренцева моря.

Кроме того, в данной статье мы приводим некоторые дополнительные характеристики установленных ранее групп, касающиеся учета разновидностей форм  $W$ ,  $C$ ,  $E$  на северном полушарии ( $W_3$ ,  $W_{M_1}$ ,  $W_{M_2}$ ,  $E_3$ ,  $E_{M_1}$ ,  $E_{M_2}$ ,  $C_3$ ,  $C_{M_1}$ ,  $C_{M_2}$ ).

Проблема изучения закономерностей взаимодействия атмосферы и гидросферы в Северной Атлантике, над которой работает ЛГМИ, имеет важное значение не только для изучения этого района, но представляет большой интерес и для исследований морей, расположенных вблизи от Северной Атлантики.

Гидрометеорологические процессы в этих районах сильно подвержены влиянию Северной Атлантики и, наоборот, процессы в этих морях оказывают существенное влияние на характер процессов в Северной Атлантике.

Проиллюстрируем эту взаимосвязь на примере рассмотрения особенностей гидрометеорологических процессов в этих районах, наблюдающихся при макросиноптических процессах форм  $W$ ,  $C$ ,  $E$  по классификации Г. Я. Вангенгейма. Этот вопрос уже достаточно подробно освещен в литературе [4, 5]. Поэтому здесь мы коснемся его лишь кратко и применительно к задачам данной работы.

При процессах западной формы циркуляции ( $W$ ) отмечается обычно зональное смещение циклонов из Атлантики на восток. Если при этом центры циклонов проходят вдоль северного побережья Европы и ЕСС, то в прибрежные арктические моря (Гренландское, Баренцево, Карское) поступает теплый воздух (в передней части цикло-

нов) и преобладают отжимные ветры. Это способствует уменьшению ледовитости указанных морей и созданию благоприятных навигационных условий.

При этом в тылу циклонов происходит адвекция холодного воздуха с севера, нагон холодных вод и смещение к югу льдов, которые могут оказать существенное влияние на характер процессов в атмосфере и гидросфере Северной Атлантики.

Еще более благоприятные ледовые условия создаются в Баренцевом море при процессах восточной формы циркуляции. В это время, в силу интенсивного развития над ЕТС антициклона, в восточной части Северной Атлантики увеличиваются барические градиенты и возрастает скорость и устойчивость ветров южной четверти. Это способствует адвекции к северу теплого воздуха и нагону теплых вод из более низких широт в Баренцево море, где, кроме того, преобладают отжимные ветры южной четверти. Все это способствует формированию здесь наиболее низкой ледовитости и благоприятных навигационных условий.

Совершенно иная картина наблюдается при процессах меридиональной формы. В этом случае исландский минимум обычно заполняется (даже зимой, когда в среднем многолетнем в этот сезон он очень хорошо развит), а в район Исландии распространяется гребень азорского антициклона. В связи с этим циклоническая деятельность активизируется уже в западной части Северной Атлантики. Циклоны, обходя с севера атлантический гребень, проходят через Гренландию в Баренцево море и далее «ныряют» на ЕТС. При этом над Баренцевым морем преобладают ветры северной четверти, с которыми связаны адвекция в этот район холодного воздуха, нагон холодных вод и опускание кромки льда. В это же время в Атлантике на меридианах Исландии преобладают ветры южной четверти (западная часть азорского гребня). Они затрудняют вынос льда из полярного бассейна, который обычно при процессах форм W и E происходит активно через Гренландское море.

Накопление льда в полярном бассейне в сочетании с указанными выше неблагоприятными процессами (адвекция холодного воздуха и воды, нажимные ветры) приводят к тому, что в периоды развития меридиональной циркуляции ледовитость Баренцева моря сильно возрастает, а навигационные условия ухудшаются.

В периоды развития комбинированной циркуляции, когда имеет место превышение нормы повторяемости двух форм (W + C, W + E, C + E), характер ледовитости Баренцева моря будет зависеть от того, какой из этих процессов будет сильнее развит и активнее скажется в формировании факторов, влияющих на ледовитость моря.

Высказанные здесь общие характеристики синхронных связей ледовитости Баренцева моря и форм атмосферной циркуляции были получены в 1946 г. Г. Я. Вангенгеймом [6] и несколько развиты в 1950 г. автором [4, 5].

Что же касается асинхронных (прогностических) связей, то они были получены Г. Я. Вангенгеймом [6] для весны и лета, исходя из характера атмосферной циркуляции (январь — февраль).

За последние годы в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте была выполнена работа по дальнейшему изучению форм W, C, E атмосферной циркуляции как макропроцессов на всем северном полушарии.

В связи с этим автором данной статьи в 1951 г. была произведена классификация атмосферных процессов, наблюдавшихся в тихоокеано-американском секторе северного полушария (втором секторе) за пе-

риод 1900—1950 гг. При этом, в основу этой классификации были положены те же принципы, которые Г. Я. Вангенгейм положил, в свое время, в основу классификации процессов атлантико-евразийского (первого) сектора и получил указанные выше три формы циркуляции W, C, E.

В связи с этим и процессы второго сектора удалось обобщить также в трех типах — одном зональном (обозначается буквой Z) и двух меридиональных —  $M_1$  и  $M_2$ .

При процессах типа Z циклоны от Японии перемещаются обычно в район Камчатки и далее через Алеутские острова по северу Канады доходят нередко до Атлантики, «вливаясь» в систему исландского минимума. В зависимости от степени развития и широты расположения субтропического пояса высокого давлений в Тихом океане движение указанных циклонов в восточном направлении может происходить в разных широтах. Есть разновидность этого типа, когда центры циклонов перемещаются в высоких широтах на широте Берингова пролива ( $Z_{\text{выс}}$ ). Очень часто они смещаются через Алеутские острова ( $Z_{\text{средн}}$ ), а нередко и значительно южнее их ( $Z_{\text{низк}}$ ). В толще тропосферы при этом типе наблюдаются волны малой амплитуды, быстро смешивающиеся с запада на восток.

При процессах меридиональных типов  $M_1$  и  $M_2$  во втором секторе в толще тропосферы развиваются стационарные волны большой амплитуды. Причем их географическая локализация при  $M_1$  и  $M_2$  обратна. Так, при  $M_2$  ложбина развивается на меридианах Алеутских островов, а гребень — над западной частью Северной Америки. При  $M_1$ , наоборот, на меридианах Алеутских островов располагается высотный гребень, а над западной частью Америки — ложбина.

Такая структура высотного термобарического поля тропосферы обуславливает принципиальное отличие процессов  $M_1$  и  $M_2$  у поверхности земли. Так, при  $M_2$  алеутский минимум обычно хорошо развит, а к западу и особенно к востоку от него развиваются в северном направлении гребни субтропических максимумов. Циклоны от Японии движутся на Камчатку-Чукотку и далее «ныряют» в район Алеутских островов. Одновременно с этим циклоны из системы алеутского минимума смещаются на Канаду и, огибая с севера западно-американский гребень, «ныряют» на Гудзонов залив.

При процессах  $M_1$  наблюдаются очень аномальные процессы, особенно для зимы, которые к тому же коренным образом отличаются и от процессов типа  $M_2$ . При  $M_1$  алеутский минимум даже зимой заполняется, а на месте его нормального положения формируется гребень гавайского максимума, а иногда и самостоятельный антициклон с замкнутыми изобарами. Циклоническая деятельность при этом активизируется в западной части Тихого океана и над западной частью Америки. Циклоны, огибая с севера Алеутский гребень, «ныряют» на западную часть Америки и далее продолжают смещение в юго-восточном, восточном или северо-восточном направлении.

Процессы типов  $M_1$  и  $M_2$  имеют несколько разновидностей в зависимости от ориентировки оси высотных гребней и ложбин и особенностей их географической локализации.

Типовое распределение аномалий среднего месячного давления и температуры, свойственное процессам типов Z,  $M_1$  и  $M_2$  во втором секторе, показано на картах, приведенных в работах автора [7, 8].

Используя указанный только что критерий классификации процессов второго сектора, автор расчленил процессы за имеющийся ряд лет на типы Z,  $M_1$  и  $M_2$  и составил соответствующий каталог. Пользуясь им и каталогом форм W, C, E для первого сектора, нами исследо-

ван вопрос о соотношении процессов обоих секторов. В результате было установлено, что в среднем многолетнем процессы форм  $W$ ,  $C$ ,  $E$  первого сектора могут почти с одинаковой вероятностью сочетаться с процессами типов  $Z$ ,  $M_1$  и  $M_2$  второго сектора. Более подробные данные об этих нормальных соотношениях приведены в табл. 7 работы автора [5].

Совершенно очевидно, что характер процессов форм  $W$ ,  $C$ ,  $E$  во многом должен зависеть от того, с каким процессом во втором секторе они сочетаются, равно как и наоборот, процессы  $Z$ ,  $M_1$ ,  $M_2$  во многом определяются типом процесса первого сектора. В связи с этим автором введено понятие разновидностей форм  $W$ ,  $C$ ,  $E$ , которые могли бы охарактеризовать макропроцесс сразу на всем полушарии, а не только в его отдельных секторах. Таких макропроцессов девять:  $W_1$ ,  $W_{M_1}$ ,  $W_{M_2}$ ,  $E_1$ ,  $E_{M_1}$ ,  $E_{M_2}$ ,  $C_1$ ,  $C_{M_1}$ ,  $C_{M_2}$ . Индексы  $Z$ ,  $M_1$ ,  $M_2$  означают тип процесса во втором секторе, наблюдавшийся в тот период времени, когда в первом секторе сохранялся процесс данной формы.

Типовые карты аномалий среднемесячного давления и температуры, а также среднего давления, приведенные в работах [7, 8], построены именно для таких девяти типов макропроцессов на полушарии. Рассмотрим их кратко и покажем, какие особенности в распределении указанных характеристик наблюдаются в Баренцевом море при разновидностях каждой формы зимой и летом и каковы их влияния на ледовитость этого моря.

Типовая карта аномалий давления, свойственных зимой форме  $W$  и построенная Г. Я. Вангенгеймом без учета особенностей процессов во втором секторе [5, рис. 76, стр. 177], показывает отрицательные аномалии давления в северных широтах и положительные в умеренных и субтропических. Сопоставляя ее с тремя картами этой же формы, построенными с учетом процессов во втором секторе ( $W_1$ ,  $W_{M_1}$ ,  $W_{M_2}$ ) и приведенными на рис. 1 работы [7], можно видеть их принципиальное согласие в большинстве районов полушария. Вместе с тем есть и существенные отличия. Так, сопоставляя между собой карты для  $W_3$ ,  $W_{M_1}$ ,  $W_{M_2}$ , видим, что наилучшее сходство с типовой картой наблюдается при  $W_{M_1}$ , где области наибольших отрицательных аномалий давления, а следовательно, и траектории центров циклонов располагаются в Арктике и, в частности, над Баренцевым морем. В случае процессов  $W_{M_2}$  отрицательные аномалии давления и траектории циклонов располагаются уже в умеренной зоне, а над Арктикой формируется область положительных аномалий давления. Среднее положение между  $W_{M_1}$  и  $W_{M_2}$  занимает распределение аномалий при  $W_3$ .

Такие особенности в распределении аномалий давления обусловили соответствующие особенности барических, ветровых и термических полей на полушарии и в Баренцевом море. Это легко видеть при сопоставлении карты рис. 80 книги [5] и карт для  $W_3$ ,  $W_{M_1}$ ,  $W_{M_2}$ , помещенных на рис. 2, 3 статьи [7]. В случае  $W_{M_1}$  в районе Баренцева моря увеличена густота изобар, т. е. здесь сильнее, чем при  $W_{M_2}$  и  $W_3$ , выражены отжимные ветры южной четверти и ближе к морю располагается центральная область положительной аномалии температуры.

Отсюда следует, что, хотя, как указывалось выше, при процессах формы  $W$  зимой в Баренцевом море атмосферные процессы способствуют уменьшению ледовитости, эта тенденция наиболее сильно должна быть выражена при их разновидности  $W_{M_1}$ , нежели при  $W_{M_2}$  и  $W_3$ .

В летнее время основные черты макропроцессов формы  $W$  и их разновидности  $W_3$ ,  $W_{M_1}$ ,  $W_{M_2}$  в рассматриваемом районе аналогичны зимним. Однако на полушарии имеются и некоторые специфические особенности. Как можно видеть из рис. 1—3, помещенных в статье

автора [8], при процессах  $W_M$ , происходит более интенсивное, чем при  $W_3$  и  $W_{M_2}$ , развитие циклонической деятельности на севере Скандинавии (рис. 1) и, как следствие, более активный вынос теплого воздуха с континента на Карское и Баренцево моря. Следовательно, и в это время года процессы  $W_M$  более благоприятны в ледовом отношении, нежели  $W_{M_2}$  и  $W_3$ .

Процессы восточной формы в зимнее время, как уже указывалось выше и как следует из типовых карт, построенных Г. Я. Вангенгеймом [5, рис. 87, 88, 90], способствуют понижению ледовитости Баренцева моря в связи с преобладанием здесь и в северной Атлантике ветров южной четверти, нагоном теплых вод [5, рис. 68] и адвекцией теплого воздуха в более северные районы.

Обращаясь к картам рис. 1—3 работы [7], можно видеть, что эти особенности процессов формы Е лучше всего заметны тогда, когда процессы этой формы проявляются в виде разновидности  $E_M$ .

Этот же вывод можно распространить на теплое время года, что можно видеть из рис. 1—3 работы [8]. Характерно, что в это время года процессы  $E_M$  создают в районе Баренцева моря даже отрицательную аномалию температуры вместо положительной, которая свойственна типовой карте формы Е [5, рис. 88]. При этом и преобладающие переносы воздуха приобретают западное и северо-западное направление, т. е. атмосферные процессы при  $E_M$ , в отличие от  $E_M$  и  $E_3$ , должны способствовать увеличению ледовитости моря.

Процессы меридиональной формы, как указывалось выше и как следует из типовых карт, построенных Г. Я. Вангенгеймом [5, рис. 81, 82, 83, 84], способствуют в зимнее время увеличению ледовитости моря, ибо при них в данном районе преобладают ветры северо-западной четверти [5, рис. 83], отрицательные аномалии температуры воздуха [5, рис. 84] и воды [5, рис. 69] и опускание кромки льдов в более южные районы моря.

Карты рис. 1—3 статьи [7] позволяют судить о том, как эти черты процессов выражены при каждой из трех разновидностей этой формы ( $S_3$ ,  $S_M$ ,  $S_{M_2}$ ). Карты показывают, что наиболее сильно эти черты проявляются при процессах  $S_M$ , в течение которых хорошо выражено „ныряние“ циклонов на Европу, преобладающие ветры направлены с севера на юг, а отрицательные аномалии температуры воздуха наибольшие по величине (достигают в среднем минус 2—3°)

Такой же вывод можно сделать и о процессах теплого времени года [8, рис. 1—3].

Таким образом, процессы форм  $W$  и  $E$ , способствующие уменьшению ледовитости Баренцева моря и процессы формы  $S$ , обуславливающие возрастание ее, во все сезоны года более сильно оказывают свое влияние на ледовитость моря в том случае, если они сочетаются с меридиональными процессами типа  $M_1$  в тихоокеано-американском секторе, нежели с меридиональными процессами  $M_2$  или зональными  $Z$ .

В настоящее время можно считать уже общепринятым мнение о том, что проблема долгосрочных метеорологических прогнозов должна решаться на базе всестороннего, комплексного изучения общей циркуляции атмосферы и специфики ее проявления в конкретных физико-географических условиях районов, для которых разрабатываются методы таких прогнозов.

Общая циркуляция атмосферы находится в непрерывном изменении и развитии. Тем не менее в этом непрерывном процессе можно выделить ряд этапов (стадий) относительной их устойчивости, в течение которых процессы развиваются в более или менее определенном направлении. В качестве таких стадий школой Г. Я. Вангенгейма при-

пять элементарный синоптический процесс (ЭСП), продолжительность которого составляет 3—4 дня, форма циркуляции (W, C, E) продолжительностью 10—30 дней и циркуляционная эпоха (10—30 лет).

Для построения методов долгосрочных прогнозов погоды необходимо изучить закономерности смены таких стадий. Причем, чем длительнее срок, на который составляется прогноз, тем более крупные закономерности должны лежать в основе метода прогнозов.

В связи с этим в основу методов малой заблаговременности в ААНИИ были положены закономерности смены элементарных синоптических процессов, в основу метода прогнозов большой заблаговременности — закономерности смены форм W, C, E, а в основу методов сверхдолгосрочных (на эпоху) прогнозов — закономерности смены циркуляционных эпох.

При этом существенно то, что последовательность смены ЭСП во многом определяется тем, на фоне каких более крупных преобразований (форм W, C, E) происходит эта смена ЭСП.

В свою очередь, закономерности смены процессов от одной формы к другой во многом зависят от того, стадиями каких внутрисезонных и внутригодовых преобразований циркуляции они являются. То же можно сказать и о циркуляционном фоне лет, который во многом зависит от фона эпохи, в которой они располагаются и от места данного года в цепи эпохальных преобразований.

Отсюда следует, что закономерности, которые лежат в основе методов прогнозов различной заблаговременности, являются, по существу, закономерностями смены различных стадий единого макропроцесса — каким является общая циркуляция атмосферы. Поэтому методы таких прогнозов должны разрабатываться одновременно и с единых принципиальных позиций, что практически и осуществляется в ААНИИ.

Исходя из этих общих принципов автором решается проблема удлинения заблаговременности фоновых метеорологических прогнозов до 8—10 месяцев с тем, чтобы уже в начале января составить прогноз на весну, лето и осень.

С этой целью анализировались преобразования форм атмосферной циркуляции на протяжении 15 месяцев с августа каждого года по октябрь следующего года. При этом ставилась цель принимать развитие процессов в период с августа по декабрь текущего года за исходные для составления прогноза на период с января по октябрь следующего года.

Так были проанализированы все годы с 1900 по 1960 г. включительно и для каждого 15-месячного периода построены графики изменения повторяемости форм W, C, E и типов Z, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> от месяца к месяцу. Кроме того, были построены таблицы, в которых даны внутритроговые изменения повторяемости девяти разновидностей этих форм (W<sub>з</sub>, W<sub>M<sub>1</sub></sub>, W<sub>M<sub>2</sub></sub>, E<sub>з</sub>, E<sub>M<sub>1</sub></sub>, E<sub>M<sub>2</sub></sub>, C<sub>з</sub>, C<sub>M<sub>1</sub></sub>, C<sub>M<sub>2</sub></sub>) в северном полушарии.

Сопоставляя между собой эти графики и таблицы каждого года и карты распределения аномалий среднемесячного давления и температуры в северном полушарии, автору удалось объединить все годы в семь групп, в которых характер преобразований циркуляции на протяжении указанных 15 месяцев и распределение аномалий аналогичны.

Далее, для каждой такой группы были построены средние групповые графики повторяемости процессов W, C, E, Z, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> и таблицы разновидностей основных форм. Кроме того, для каждого месяца каждой группы были построены карты распределения средних групповых аномалий температуры и давления по северному полушарию.

Указанные карты и графики для первой группы лет опубликованы

в работе автора [2], а в работах [1, 3] дано подробное описание принципов классификации лет и особенностей преобразований циркуляции в каждой группе.

В начале данной статьи была показана в общей форме определенная связь между макропроцессами форм W, C, E и их разновидностей ( $W_3$ ,  $W_m$ , и т. д.) в северном полушарии с ледовитостью Баренцева моря.

Несмотря на ясность физических причин такой связи, ее количественная характеристика далеко не всегда может быть четко определена в конкретных месяцах, сезонах и годах по следующим причинам.

Процессы форм W, C, E, как и их девять разновидностей, определяются по весьма крупным (фоновым) характеристикам циркуляции северного полушария (направление основного переноса масс воздуха и смещения барических образований в умеренной зоне, направление градиентов давления и температуры в толще тропосферы, характер воздухообмена и распределение аномалий давления и температуры, географическая локализация высотных гребней и ложбин, характер движения и развития длинных термобарических волн в толще тропосферы и др.).

Поэтому естественно, что при одной и той же форме атмосферной циркуляции в северном полушарии, в отдельных, сравнительно малых, районах полушария может нередко наблюдаться различный характер процессов в атмосфере и гидросфере данного района.

К этому же может привести и тот факт, что, как указывалось выше, процессы форм W, C, E сами являются всегда стадиями более крупных по масштабу атмосферных макропроцессов. В зависимости от характера этой стадии и ее места в цепи более длительных (фоновых) преобразований процессы данной формы могут приобретать различные особенности в отдельных районах полушария и, таким образом, отличаться друг от друга в этом конкретном районе, несмотря на то, что они отнесены к одной форме на полушарии.

В связи с этим, если стоит задача найти конкретную, количественную связь между атмосферными процессами и процессами в гидросфере в данном небольшом районе полушария, то целесообразно провести дополнительную классификацию процессов в этом районе, не отрываясь от фоновой классификации процессов на полушарии ( $W_3$ ,  $W_m$ ,  $W_m$ , и т. д.) или одного из его секторов (первого или второго).

Примером такой классификации может служить классификация, построенная М. А. Валериановой [9] для района Северной Атлантики.

Поскольку выявленные таким образом региональные типы процессов органически связаны с более крупными (фоновыми) процессами на полушарии, то их можно рассматривать как результат проявления макропроцессов форм W, C, E в конкретных физико-географических условиях данного района. Только такой подход к построению региональных классификаций открывает возможности выявить закономерности смены (преемственности) установленных региональных типов процессов, ибо эти закономерности во многом обусловлены характером этого циркуляционного фона, на котором возникают указанные региональные типы процессов. Без установления закономерностей смены этих типов классификация не может иметь прогностического значения.

Из изложенного следует, что попытка автора применить формы W, C, E и их девять разновидностей для изучения причин изменения ледовитости Баренцева моря может рассматриваться лишь как первый этап исследования. В нем преследуется цель выявить наиболее общие (фоновые) черты влияния атмосферной циркуляции северного полушария на состояние характеристик гидросферы в данном малом районе,

ибо региональной классификации синоптических процессов этого района мы не производили.

В связи с этим автор попытался в общей качественной форме проанализировать связь между характером внутритроновых (на протяжении 15 месяцев) преобразований атмосферной циркуляции в северном полушарии и соответствующими фоновыми изменениями ледовитости Баренцева моря за те же периоды времени. Причем на данном этапе эта связь изучалась по среднегрупповым данным о циркуляции атмосферы и ледовитости моря для каждой из упомянутых выше семи однородных по циркуляции групп.

При этом внутритроновые преобразования циркуляции и аномалий приходилось, к сожалению, изучать по данным календарных месяцев, а не по периодам с однородной циркуляцией, так как все исходные данные за прошлые годы представлены в виде средних месячных значений и их отклонений от нормы. Это приводит к тому, что в ряде месяцев осредняются разнородные процессы на полушарии или в данном районе. В таком случае среднемесячная карта не отражает характер определенной формы циркуляции, а дает результат сочетания двух или даже трех форм. Это сильно затрудняет количественный анализ связей и позволяет судить о ее характере лишь качественно, выражая ее знаком отклонения от нормы ледовитости и повторяемости типов атмосферных процессов.

И, наконец, еще одна трудность, с которой приходится считаться при установлении связи между повторяемостью форм атмосферной циркуляции и ледовитостью рассматриваемого моря.

Дело в том, что, как уже указывалось выше, процессы каждой формы, наряду с их относительной устойчивостью, претерпевают непрерывные количественные изменения, пока, наконец, это приведет к качественной перестройке и к возникновению новой формы циркуляции. Эти количественные изменения обычно проявляются в специфике распределения аномалий давления и температуры в отдельных районах полушария и в возникновении соответствующих отличий от среднетиповых карт, о которых подробно говорилось выше.

В связи с этим совпадение числа дней с определенной формой в каких-либо двух одноименных месяцах далеко не всегда говорит о полной аналогичности этих двух месяцев по распределению аномалий давления и температуры на полушарии и, наоборот, некоторое несоответствие двух месяцев по повторяемости форм иногда не отражается существенно на степени сходства аномалий.

Больше того, можно иногда встретить карту аномалий среднемесячного давления и температуры для месяца, где преобладали процессы, например, формы W, а характер аномалий весьма напоминает, например, типовую карту формы E. Это говорит о том, что процессы формы W видоизменялись так, что они сменяются далее на E, а мы зафиксировали эти процессы W в последней или предпоследней стадии такого преобразования, т. е. накануне их перехода в E.

Учитывая все это, мы приходим к выводу, что изучение связи ледовитости Баренцева моря необходимо вести не только по групповым данным о повторяемости типов атмосферных процессов, но учитывать и их количественные характеристики, выраженные средними групповыми картами аномалий давления и температуры для месяцев каждой из семи групп.

Для изучения таких связей мы воспользовались данными о ледовитости Баренцева моря, выраженными в процентах от площади моря, которая составляет 1 387 800 кв. км.

К сожалению, такие данные за весь ряд лет, по которому изучаются циркуляционные особенности атмосферы (1900—1960 гг.), имеются не для всех месяцев года, а лишь для периода с апреля по август включительно. За все месяцы года данные о ледовитости имеются лишь с 1928 по 1960 г. К тому же за ряд зимних месяцев это не фактические наблюдения, а восстановленные косвенным путем, в основном путем интерполяции между фактическими данными. В связи с этим нам пришлось пользоваться двумя рядами: 1928—1960 гг. для построения средних групповых величин для всех 15 месяцев и 1900—1960 гг. для периода с апреля по август. По этим же двум рядам вычислялись и нормы ледовитости.

Для построения средних групповых характеристик ледовитости мы поступали следующим образом. Из числа лет, вошедших в данную циркуляционную группу, отбирались годы после 1928 г., для которых имелись данные о ледовитости для всех месяцев года. Эти данные осреднялись для каждого из 15 месяцев. Полученная средняя групповая величина ледовитости сравнивалась со средней ледовитостью каждого месяца за короткий ряд (1928—1960 гг.) и определялось отклонение от этой нормы.

Следует сразу же указать на несовершенство средней групповой кривой ледовитости. Оно состоит, прежде всего, в том, что данные о ледовитости имелись не для всех лет, вошедших в эту группу по циркуляции, а лишь для лет после 1928 г. Кроме того, нормы ледовитости за короткий ряд относятся в основном к эпохе восточной (1929—1939 гг.), меридиональной (1940—1948 гг.) и комбинированной E + C циркуляции (1949—1960 гг.).

Так как в эпоху меридиональной циркуляции, которая, как указывалось выше, способствует повышению ледовитости моря, процессы этой формы в летнее время проявились слабо [10, рис. 1], а в две другие эпохи этого ряда летом очень сильно развитие получили процессы восточной формы, способствующие понижению ледовитости моря, то этот ряд дает для лета явно заниженные нормы ледовитости по сравнению с летним сезоном предыдущей эпохи западной циркуляции (1900—1928 гг.), где в эти месяцы, наряду с развитием благоприятных процессов W, превысили норму и процессы формы C. Сочетание же процессов формы W и C, как показал Г. Я. Вангенгейм [6], способствует возрастанию ледовитости моря.

В связи с этим нами была построена еще одна средняя групповая кривая для каждой группы по нормам всего ряда лет (1900—1960 гг.), но зато лишь для периода с апреля по август. Для всех семи групп она, естественно, лежит ниже кривой, построенной по данным короткого ряда, так как нормы ледовитости по длинному ряду оказались значительно больше, чем по короткому. Объясняется это тем, что к ряду прибавились 29 лет (1900—1928 гг.), в которые, как указывалось, ледовитость в летние месяцы была выше, чем за последние 33 года (1928—1960 гг.). В связи с этим при анализе летнего периода времени мы будем пользоваться двумя кривыми.

Перейдем теперь к анализу связи между изменениями ледовитости Баренцева моря и атмосферной циркуляции, имеющей место в каждой из семи групп в отдельности, и начнем анализ с первой группы.

Из табл. 1 видно, что в целом за все 15 месяцев в этой группе сильно превысила норму повторяемость процессов восточной формы циркуляции, которые (см. нижнюю строку табл. 1) проявились в виде всех трех ее разновидностей  $E_3$ ,  $E_{M1}$ ,  $E_{M2}$ , хотя величина положительной аномалии повторяемости последних двух процессов значительно больше, чем первых ( $E_3$ ). Процессы меридиональной формы, нао-

борот, были ослаблены как в целом, так и их отдельные разновидности. Процессы западной формы также оказались ослабленными, хотя повторяемость их разновидности  $W_{M_1}$  все же превысила норму.

Таблица 1

Отклонение от нормы повторяемости процессов форм W, C, E и их разновидностей (в днях), а также ледовитости Баренцева моря (в процентах площади моря) в первой группе лет \*

Месяцы	W	W <sub>3</sub>	W <sub>M<sub>1</sub></sub>	W <sub>M<sub>2</sub></sub>	E	E <sub>3</sub>	E <sub>M<sub>1</sub></sub>	E <sub>M<sub>2</sub></sub>	C	C <sub>3</sub>	C <sub>M<sub>1</sub></sub>	C <sub>M<sub>2</sub></sub>	Аномалии ледовитости	
													норма коротк. ряда	норма длин. ряда
УИИ	18	2	15	1	5	-8	15	-2	-23	-15	-8	0	2	
IX	24	-10	21	13	-23	-20	0	-3	-1	-11	6	4	3	
X	21	-2	10	13	-2	9	-2	-9	-19	-15	-2	-2	0	
XI	-13	-1	-7	-5	30	12	-7	25	-17	-2	0	-15	-1	
XII	-25	-8	-6	-11	50	35	-2	17	-25	-11	0	-14	-2	
I	-10	-4	-3	-38	28	19	15	-6	-18	-1	0	-17	-4	
II	-38	-11	-7	-20	39	26	3	10	0	6	-3	-3	-1	
III	-4	-5	4	-3	9	-11	-3	23	-5	-6	3	-2	-1	
IV	-36	-16	-6	-14	35	5	20	10	1	3	2	-4	0	
У	-16	7	-10	-13	17	-9	5	21	-1	10	-14	3	-1	-3
УI	-1	4	-6	1	16	3	2	11	-15	1	-5	-11	1	-6
УII	-5	-3	2	-4	38	15	23	0	-33	-19	-24	10	-1	-8
УIII	-4	-15	9	2	31	7	25	-1	-27	-12	-17	2	0	-10
IX	19	15	16	-12	-13	-12	-4	3	-6	-3	2	-5	-3	-7
X	21	6	5	10	-23	-12	-2	-9	2	2	-2	6	-3	
Сум-ма поз. аном.	103	34	82	40	298	131	108	120	3	20	13	25	6	
Сум-ма отриц. аном.	-152	-75	-45	-85	-61	-72	-20	-30	-190	-97	-75	-73	-17	
Алгебр. сум-ма	-49	-41	37	-45	237	59	88	90	-187	-77	-62	-48	-11	

X Годы, вошедшие в первую группу август 1935 г. октябрь 1936 г.

" 1930 г. " 1931 г.  
 " 1953 г. " 1954 г.  
 " 1929 г. " 1930 г.  
 " 1936 г. " 1937 г.  
 " 1954 г. " 1955 г.  
 " 1918 г. " 1919 г.

Учитывая сказанное в начале данной статьи о связи между атмосферными процессами и ледовитостью, приходим к выводу, что в этой группе получили развитие формы циркуляции и их разновидности, способствующие уменьшению ледовитости и были ослаблены те процессы, которые вызывают возрастание ее (C и C + W).

Этим можно объяснить то, что суммарная аномалия ледовитости в годах этой группы оказалась на 12% ниже нормы. В отдельные годы и месяцы входящие в эту группу отрицательные отклонения были значительно большими этой средней величины, даже по сравнению с нормами короткого ряда. Так, в феврале 1955 г. отклонение оказалось ниже нормы на 21% от площади моря, в июле — на 22%, а в декабре — даже на 25%. Однако в некоторые годы и месяцы аномалия была значительно меньше, а в отдельных случаях даже имелись положительные отклонения. Поэтому средняя групповая аномалия в отдельных месяцах оказалась сравнительно небольшой (см. табл. 1).

Рассмотрим теперь изменения этого фона циркуляции и ледовитости в течение 15 месяцев (с августа исходного по октябрь следующего года), пользуясь данными табл. 1, средними групповыми картами аномалий этой группы, помещенными в работе автора [2], картами среднего группового давления и его месячных разностей (не опубликованы).

В августе, сентябре и отчасти в октябре превышала норму в основном повторяемость процессов западной формы, особенно их разновидностей  $W_{M_1}$  и  $W_{M_2}$  (см. табл. 1).

При этом центры циклонов смещались на восток вдоль побережья Европы, создавая в Баренцевом море значительную повторяемость ветров западной и северо-западной четверти и тенденцию к отрицательной аномалии температуры воздуха и воды. Этим, по-видимому, и объясняется некоторое превышение нормы ледовитости моря, хотя оно (превышение) в среднем невелико (см. табл. 1).

Уже в октябре началась некоторая активизация восточной формы и пока лишь за счет разновидностей  $E_3$  (см. табл. 1). Это способствовало повышению давления над Европой и ЕТС и понижению его над Северной Атлантикой. Развитие восточной циркуляции (см. табл. 1) и указанные изменения давления особенно усилились от октября к ноябрю, когда давление над континентом Европы возросло до 10 мб, а над Атлантикой оно упало на 4 мб. Это же продолжалось и от ноября к декабрю, хотя и в несколько ослабленном уже виде. Область роста давления распространялась на северо-восток и достигала Карского моря.

Все это способствовало деформации изобар в районе Северной Атлантики и Баренцева моря, придавало им меридиональное расположение и способствовало увеличению барических градиентов.

В результате резко усилились ветры южной четверти, которые способствовали нагону теплых атлантических вод и адвекции теплого воздуха к северу, а также отступлению в том же направлении кромки льдов.

Карты аномалий температуры воздуха показывают [2], что в ноябре, декабре и январе положительные аномалии температуры в районе Баренцева моря достигли  $7^{\circ}C$ .

Все это, естественно, способствовало уменьшению ледовитости моря, которая в среднем к январю оказалась на 4% ниже нормы (см. табл. 1).

В период с ноября по февраль процессы восточной циркуляции развивались в основном в виде разновидности  $E_3$  (см. табл. 1). С февраля же по май они уже стали проявляться в виде другой разновидности, а именно  $E_{M_2}$ , при которой, как уже указывалось выше и следует из типовых карт [7], положительные аномалии температуры в Баренцевом море значительно меньше, чем при  $E_M$  и  $E_3$ .

Поэтому и на средних групповых картах [2] в эти месяцы положительная величина аномалий резко упала, а в феврале и марте она даже стала отрицательной. Это связано со значительным уменьшением, по сравнению с предыдущим месяцем, силы ветра южной четверти, ослаблением нагона теплых вод, более частому появлению ветров се-

верной четверти и связанных с ними опусканию льдов к югу, нагону холодной воды и адвекции холодного воздуха с севера.

Все это, по-видимому, и обусловило некоторое возрастание ледовитости моря, происходившее от января до апреля — мая (см табл. 1).

В дальнейшем положительная аномалия повторяемости  $E_{m_2}$  стала убывать за счет возрастания повторяемости  $E_{m_1}$ . Активизация последних оказалась особенно заметной в июле и августе (см. табл. 1). Но, как указывалось выше, именно при  $E_{m_1}$  создаются условия, наиболее способствующие уменьшению ледовитости Баренцева моря. Это и имело место, что особенно заметно по данным табл. 1 из которых видно, что минимум наблюдался в июле. Следовательно, ледовитость в эти месяцы была близкой к норме по короткому ряду (1928—1960 гг.) и значительно ниже нормы по длинному ряду.

В сентябре и октябре ледовитость оставалась ниже нормы даже по сравнению с коротким рядом (см. табл. 1). Однако это уже было обусловлено аномальным развитием процессов западной формы циркуляции, проявившимися в сентябре в виде разновидностей  $W_3$  и  $W_{m_1}$ , а в октябре в основном в виде  $W_{m_2}$  (см. табл. 1). В эти же месяцы процессы формы  $E$  оказались ослабленными (см. табл. 1).

Так можно объяснить особенности изменения ледовитости Баренцева моря от месяца к месяцу в годах, отнесенных по характеру атмосферной циркуляции к первой группе.

Перейдем теперь к рассмотрению второй группы. Сопоставляя между собой табл. 1 и 2, видим, что по суммарному за 15 месяцев числу дней с процессами  $W$ ,  $S$ ,  $E$  эти две группы лет имеют много общего. так, в той и в другой группе развитие получили процессы лишь восточной формы циркуляции, которые, правда, во второй группе за все 15 месяцев превысили норму на 159 дней, а в первой — на 237.

Есть сходство этих групп и в развитии разновидности  $W_{m_1}$  западной формы циркуляции.

Однако есть и принципиальные отличия. Так, в первой группе процессы формы  $E$  проявились в виде всех трех ее разновидностей, а во второй группе — лишь в виде  $E_{m_2}$ . В первой группе развитие восточной циркуляции началось в ноябре и закончилось в октябре, т. е. продолжалось 10 месяцев. Во второй же группе оно началось несколько раньше (с сентября), и закончилось значительно раньше (в феврале), чем в первой, следовательно, продолжалось подряд всего 6 месяцев. В сентябре и октябре в первой группе получили развитие процессы формы  $W$ , а во второй — формы  $E$ .

В период с марта по август в первой группе развивались процессы  $E$ , а во второй они в это время были ослаблены, а развитие получили в основном процессы  $W$  и отчасти  $S$ .

Естественно поэтому, что и изменения ледовитости Баренцева моря во второй группе, имея некоторое сходство с первой, все же существенно отличались от нее (см. табл. 1, 2).

Алгебраическая сумма на 15 месяцев аномалий ледовитости в первой группе составила —12%, а во второй +44%. Наиболее существенная разница отмечается в период с марта до сентября, когда во второй группе ледовитость значительно выше, чем в первой. Это вполне объяснимо, если учесть, что в первой группе (см. табл. 1) в эти месяцы развитие получили наиболее благоприятные процессы формы  $E$ , а во второй (табл. 2) — процессы  $W$  и  $S$ , сочетание которых, как указывалось выше, способствует увеличению ледовитости этого моря.

Обращаясь к табл. 2, видим, что в период с сентября по февраль, когда превысила норму повторяемость благоприятных процессов формы  $E$ , ледовитость моря колеблется около нормы короткого ряда, а не ниже

нормы, как, казалось бы, должно быть при таких процессах. Правда, как уже указывалось выше, нормы короткого ряда есть, по существу, нормы эпохи восточной циркуляции, т. е. нормы за годы легкой ледовитости ряда можно рассматривать как понижение ледовитости, если ее сравнивать с сопоставимой нормой длинного ряда.

Тем не менее отсутствие в этом периоде значительного уменьшения ледовитости и даже некоторое превышение его нормы тре-

Таблица 2

Отклонение от нормы повторяемости процессов W, C, E и их разновидностей (в днях), а также ледовитости Баренцева моря (в процентах площади моря) во второй группе лет\*

Месяцы	W	W <sub>3</sub>	WM <sub>1</sub>	WM <sub>2</sub>	E	E <sub>3</sub>	EM <sub>1</sub>	EM <sub>3</sub>	C	C <sub>3</sub>	CM <sub>1</sub>	CM <sub>2</sub>	Аномалии ледовитости	
													норма коротк. ряда	норма длинн. ряда
VIII	22	18	-3	7	-2	-17	4	11	-20	-11	-15	6	1	-
IX	5	1	5	-1	24	10	-2	16	-29	-16	-7	-6	0	-
X	-41	-21	-15	-5	64	31	-3	36	-23	-17	-9	3	0	-
XI	-42	-9	0	-33	87	30	4	53	-45	-25	1	-21	2	-
XII	-24	-7	-3	-14	47	0	-4	51	-23	-13	0	-10	0	-
I	-5	-9	-1	5	13	-27	6	34	-8	-2	-5	-1	-1	-
II	-23	-16	-5	-2	29	4	-2	27	-5	-9	-8	12	1	-
III	44	0	32	7	-65	-16	-16	-33	21	19	16	-14	1	-
IV	-4	-21	13	4	-7	14	-10	-11	11	2	10	-1	3	0
V	8	7	6	-5	-28	-18	-2	-8	20	-10	-1	31	6	1
VI	30	13	21	-4	-23	-9	4	-18	-7	-3	3	-7	9	0
VII	3	-6	10	1	-2	-15	11	2	-1	10	-11	0	7	-2
VIII	15	11	-5	9	-3	-16	-13	26	-12	-19	6	1	8	1
IX	-9	-7	-2	0	7	-10	-4	21	2	1	3	-2	5	-
X	-3	-4	7	-6	18	9	-7	6	-15	-27	-4	16	2	-
Сумма по-лож. аном.	127	50	99	32	289	108	29	283	54	32	39	69	45	-
Сумма от-риц. аном.	-151	-100	-34	-71	-130	-128	-63	-70	-188	-152	-60	-62	-1	-
Алгебр. сумма.	24	-50	65	-39	159	-20	-34	213	-134	-120	-21	7	44	-

\* Годы, вошедшие во вторую группу; август 1906 — октябрь 1907  
 " 1907 " 1908  
 " 1912 " 1913  
 " 1928 " 1929  
 " 1934 " 1935  
 " 1944 " 1945  
 " 1950 " 1951  
 " 1937 " 1938  
 " 1952 " 1953

бует объяснения. Оно, по-видимому, состоит в том, что процессы восточной формы проявлялись здесь в основном в виде наименее благоприятной ее разновидности  $E_{M_2}$  и отчасти  $E_3$  (см. табл. 2). В связи с этим, как это следует из среднегрупповых карт среднего месячного давления, аномалий давления и температуры этой группы, в указанные месяцы циклоны перемещались на восток по траекториям, проходившим над южной и центральной частью Баренцева моря. Это создавало частую смену ветров южной и северной четвертей. Следовательно, эффект, связанный с дрейфом льдов и нагоном вод, не являлся однозначным и не мог привести к созданию крупных аномалий ледовитости одного знака. Поэтому ледовитость моря в эти месяцы колебалась около нормы.

Вместе с тем групповые карты аномалий температуры воздуха показывают, что почти во все эти месяцы (с сентября по февраль) в районе Баренцева моря наблюдались положительные аномалии, хотя по величине они были не столь значительными, как в первой группе. Это и понятно, ибо здесь преобладали разновидности  $E_{M_2}$ , при которых (3) аномалии и должны быть меньше, чем при  $E_{M_1}$  и  $E_3$ , преобладавшими в первой группе. Тем не менее наличие их способствовало созданию в отдельные месяцы этого периода отрицательных аномалий ледовитости даже по отношению к короткому ряду (см. табл. 2).

В период с марта по август, как уже указывалось выше, развитие получили процессы  $W_{M_2}$ ,  $W_3$  в сочетании с одновременным развитием процессов формы С. В связи с этим, как показывают средние групповые карты, в эти месяцы преобладала положительная аномалия давления над Гренландским и отчасти Баренцевым морем, что привело к формированию здесь сильно развитой и устойчивой области высокого давления. На восточной части этого антициклона, которая располагалась над Баренцевым морем, преобладали ветры северной и северо-восточной четверти, обусловившие отрицательные аномалии температуры воздуха, нагон холодных вод и отпускание к югу кромки льдов. Именно этим и объясняется значительное, большее, чем в период сентябрь-февраль, повышение ледовитости моря, которая существенно превышала норму короткого ряда и достигла нормы длинного ряда.

Как видно из табл. 2, средние групповые значения ледовитости по отношению к короткому ряду превысили норму до 9%. В отдельных же годах этой группы превышения были еще большими (например, в июне 1929 г. +34%).

В сентябре и октябре снова получили развитие процессы восточной формы (см. табл. 2) в виде  $E_3$  и  $E_{M_2}$ . Поэтому, как и в период с сентября по февраль, снова циклоны начали смещаться центрами через Баренцево море, начались частые возвраты к ветрам южной четверти, стали положительными аномалии температуры воздуха и ледовитость стала меньше, чем в периоде март-август, хотя и осталась все же выше нормы короткого ряда.

Рассмотрим теперь изменения ледовитости Баренцева моря при процессах третьей группы.

По итогам за 15 месяцев данным (табл. 3) можно заключить, что в отличие от первой и второй групп в третьей группе процессы формы Е были ослаблены, хотя повторяемость их разновидностей  $E_3$  и  $E_{M_1}$  превысила норму. В третьей группе несколько превысили норму и процессы формы С за счет разновидности  $S_{M_2}$ , чего не было в двух предыдущих группах. То же относится и к процессам формы W, которые впервые превысили норму за счет разновидностей  $W_{M_2}$  и  $W_3$ .

В связи с указанными фоновыми отличиями циркуляции есть существенные отличия и в суммарных характеристиках ледовитости (табл. 1—3).

Таблица 3

Отклонение от нормы повторяемости процессов форм W, C, E и их разновидностей (в днях), а также ледовитости Баренцева моря (в процентах площади моря) в третьей группе лет\*.

месяцы	W <sub>3</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>M1</sub>	W <sub>M2</sub>	E	E <sub>3</sub>	E <sub>M1</sub>	E <sub>M2</sub>	C	C <sub>3</sub>	C <sub>M1</sub>	C <sub>M2</sub>	Аномалии ледовитости	
													норма корот. ряда	норма длинн. ряда
VIII	-11	4	-20	5	42	34	-14	22	-31	-12	-27	8	-1	—
IX	16	15	-5	6	2	-3	12	-7	-18	-10	0	-8	-2	—
X	9	-13	15	7	-36	-28	-9	1	27	-12	29	10	-3	—
XI	22	24	8	-10	-30	-20	19	-29	8	-16	13	11	-5	—
XII	48	13	1	34	-46	-9	11	-48	-2	-8	7	-1	-5	—
I	-24	-13	8	-19	40	8	14	18	-16	9	-5	-20	-9	—
II	-22	2	-1	-23	49	44	6	-1	-23	1	-1	-25	-8	—
III	11	-15	-11	37	-22	-11	-15	4	11	-6	-3	20	-7	—
IV	11	7	2	2	-19	10	-20	-9	8	3	9	-4	-1	4
V	-21	-30	10	-1	17	20	8	-11	4	8	-13	9	0	5
VI	-12	1	-6	-7	11	20	5	-14	1	23	-17	-5	2	7
VII	-6	-4	-7	5	-23	-15	-15	7	29	-1	-1	31	5	4
VIII	12	23	-6	-5	-11	-5	2	-8	-1	-7	6	0	3	4
IX	-6	-3	3	-6	-5	5	-1	-9	11	19	4	-12	-1	—
X	-3	1	3	-7	-3	-9	7	-1	6	2	-4	8	-2	—
Сум-ма по-лож. аном.	129	90	50	96	161	141	84	52	105	65	69	97	10	—
Сум-ма отриц. аном.	-105	-78	-56	-78	-195	-100	-74	-137	-91	-72	-70	-75	-44	—
Ал-гебр. сум-ма	24	12	-6	18	-34	41	10	-85	14	-7	-1	22	-34	—
I—X	-60	-31	-5	-24	34	68	-9	-24	30	51	-23	2	—	—

\* Годы, вошедшие в третью группу: август 1932 г. — октябрь 1933 г.  
 " 1951 г. — " 1952 г.  
 " 1905 г. — " 1906 г.  
 " 1946 г. — " 1947 г.  
 " 1955 г. — " 1956 г.  
 " 1939 г. — " 1940 г.  
 " 1923 г. — " 1924 г.  
 " 1925 г. — " 1926 г.

В третьей группе она оказалась значительно ниже, чем в первой группе (-12% и -44%), и в два раза ниже, чем во второй (+44% и -45%). Это говорит о том, что характер ледовитости здесь определяется

не аномальным развитием процессов какой-либо формы, а благоприятным сочетанием процессов разновидностей всех трех форм.

Результат совокупного их действия можно видеть на средних групповых картах среднего давления, аномалий давления и температуры. Анализ их показывает, что в период с августа до февраля степень проникновения исландских циклонов на восток (через Баренцево море) с каждым месяцем уменьшалась за счет роста давления в восточных районах и распространения в западном и северо-западном направлениях гребня Сибирского антициклона. В связи с этим над Баренцевым морем все реже и реже наблюдались тыловые части циклонов, создающие ветры северной четверти, и все устойчивее сохранялась передняя часть циклонов, обуславливающая преобладание здесь ветров южной четверти. По мере продвижения гребня Сибирского антициклона в западном направлении барические градиенты в районе моря и к югу от него увеличивались, что приводило к усилению южных отжимных ветров, адвекции теплого воздуха и возрастанию положительной аномалии температуры. Этот процесс достиг максимального развития в январе и феврале, когда процессы формы Е существенно превысили норму (табл. 3) в основном за счет благоприятных разновидностей  $E_m$  и  $E_3$ . Все это, естественно, и обусловило все возрастающее уменьшение ледовитости моря, а в январе и феврале была достигнута наибольшая ее отрицательная аномалия (табл. 3).

С марта по июль, наряду с развитием процессов формы Е активизировались и процессы формы С (табл. 3), особенно их разновидности  $C_3$  и  $C_m$ . Это вызвало развитие гребня арктического антициклона, в направлении сначала на Карское, а затем и на Баренцево море и соединение его (гребня) с гребнем сибирского антициклона. При дальнейшем смещении этой системы на запад восточная часть гребня оказалась над Баренцевым морем, обусловив преобладание нажимных северных ветров, нагон холодных вод, отрицательные аномалии температуры воздуха, смещение кромки льдов к югу и, как следствие этого, повышение ледовитости моря. Последняя достигла максимума в июле месяце, превысив норму короткого ряда на 5%, но она была ниже нормы длинного ряда.

Начиная с августа, существенно активизировались процессы формы W в виде разновидности  $W_3$ . Это вызвало новое смещение исландских циклонов в восточном направлении, что привело к появлению, наряду с северными, и южных составляющих ветра. Процессы формы С проявились в сентябре в виде  $C_3$ , а в октябре —  $C_m$  и  $C_3$ . Наличие зональных процессов во втором секторе поддерживало и при процессах формы С смещение указанных выше циклонов в восточном направлении. Все это и обусловило относительное уменьшение ледовитости моря в последние три месяца по сравнению с предыдущим периодом.

Рассмотрим теперь фоновые особенности процессов четвертой группы и связанные с ними изменения ледовитости Баренцева моря. Основное отличие этой группы по суммарным характеристикам всех 15 месяцев от предыдущих трех состоит в значительном превышении нормы повторяемости процессов меридиональной циркуляции (табл. 4), проявившейся в виде разновидностей  $C_3$  и  $C_m$ , при которых, как указывалось выше, создаются наиболее неблагоприятные для ледовитости Баренцева моря атмосферные процессы.

Это вполне согласуется и с суммарными данными о ледовитости (табл. 4), откуда следует, что в сумме за 15 месяцев положительное отклонение от нормы достигло 88%. Это в два раза превышает суммарную ледовитость второй группы и в три раза — ледовитость в годах

третьей группы. Характерно также, что в этой группе ледовитость оказалась даже значительно выше нормы длинного ряда, чего в предыдущих трех группах не наблюдалось.

Таблица 4

Отклонение от нормы повторяемости процессов формы W, C, E и их разновидности (в днях), а также ледовитости Баранцева моря в (процентах площади моря) в 4 группе лет\*.

Месяцы	w	w <sub>3</sub>	w <sub>M1</sub>	w <sub>M2</sub>	E	E <sub>3</sub>	E <sub>M1</sub>	E <sub>M2</sub>	C	C <sub>3</sub>	C <sub>M1</sub>	C <sub>M2</sub>	Аномалии ледовитости	
													нормы коротк. ряда	нормы длинн. ряда
VIII	-11	0	-7	-4	-1	6	-6	-1	12	7	5	0	0	—
IX	-15	-3	-3	-9	15	7	-4	12	0	3	7	-10	-2	—
X	-5	1	-9	5	-3	-12	-10	19	8	16	-3	-5	4	—
XI	40	1	4	35	-27	-2	-5	-20	-13	0	0	-13	0	—
XII	-7	8	-5	-10	-16	-5	-1	-10	23	17	4	2	5	—
I	31	-1	-6	-24	4	15	-6	-5	27	20	-5	12	9	—
II	6	-2	-2	10	12	3	3	6	-18	2	-3	-17	13	—
III	-10	1	-10	-1	-1	4	-11	6	11	6	-4	9	10	—
IV	-25	-2	12	15	-27	-15	0	-12	2	-3	0	5	8	5
V	6	8	0	-2	-7	-9	11	-9	1	-1	2	0	11	6
VI	9	-6	17	-2	-3	-2	3	-4	-6	-15	0	9	16	7
VII	-15	-5	-7	-3	33	13	25	-5	-18	-12	-10	4	13	4
VIII	22	-17	-2	-3	31	9	17	5	-9	-6	-6	3	8	1
IX	10	-5	2	13	-25	-13	-6	-6	15	5	15	-5	1	—
X	8	0	1	-9	-15	5	-2	-18	23	18	13	-8	0	—
Сумма полож. аном.	96	18	36	78	95	62	59	48	122	94	46	44	64	—
Сумма отриц. аном.	-124	-42	-51	-67	-125	-58	-51	-90	-64	-37	-31	-58	-6	—
Алгебр. сумма	-28	-24	-15	11	-30	4	8	-42	58	57	15	-14	88	—
X-I	48	-29	5	-6	2	10	34	-42	29	14	-2	12	—	—

\* Годы, вошедшие в четвертую группу: август 1914 г. — октябрь 1915 г.  
 " 1926 г. " 1927 г.  
 " 1938 г. " 1939 г.  
 " 1940 г. " 1941 г.  
 " 1911 г. " 1942 г.

Карты средних групповых характеристик каждого месяца этой группы позволяют объяснить внутригодовые изменения ледовитости. Так, с августа по ноябрь одновременно с развитием процессов формы C происходило развитие процессов E и W. Последние в ноябре уже стали главенствующими и проявились в основном в виде разновидности W<sub>M2</sub>.

Такой ход процессов в эти четыре месяца обусловил активизацию циклонической деятельности в районе Исландии и смещение циклонов в восточном направлении через Баренцево море. Это создало сравнительно благоприятные атмосферные процессы (ветры, аномалии температуры воздуха и др.), способствовавшие понижению ледовитости этого моря (табл. 4).

С декабря началась новая, уже более интенсивная, активизация процессов меридиональной формы при одновременном развитии в отдельных месяцах процессов формы Е или W.

Сочетание процессов форм С и Е привело к росту давления над ЕТС, Британскими островами, Гренландией и Баренцевым морем, обусловив положительное его отклонение от нормы. Это привело к резкому ослаблению исландского минимума и ослабило активизацию циклонической деятельности над Баренцевым морем.

В распределении среднемесячного давления это выразилось в том, что, хотя ложбина от исландского минимума была направлена в сторону Баренцева моря, градиенты в ней были ничтожно малы, что говорит о небольшой силе наблюдавшихся ветра от времени отжимных ветров. Это сразу же сказалось на температуре воздуха, которая была в эти месяцы в основном ниже нормы. Всё это и обусловило повышение ледовитости, которая превысила норму в этот период на 5—13%.

В мае и июне сочетание процессов С и W вызвало развитие британского гребня в северном направлении и соединение его с гребнем полярного максимума через Гренландское море. В связи с этим над Баренцевым морем расположилась восточная часть этого гребня, обусловившая преобладание северных ветров, нагон холодных вод и опускание кромки льда, что и привело к очень сильному росту ледовитости, особенно в июне месяце. Этот процесс продолжался в июле и августе, но уже за счет развития процессов формы Е и с той лишь разницей, что гребень арктического максимума соединялся уже не с британским гребнем, а с гребнем европейского антициклона. Однако это не ослабило существенно неблагоприятные черты процессов и способствовало дальнейшему повышению ледовитости моря, которая в июле на 13% превысила норму.

В сентябре и октябре снова активизировались процессы формы С и опять в сочетании с развитием процессов формы W. Поэтому ледовитость моря сохранилась выше нормы, хотя величина положительного отклонения упала, что связано с несколько более благоприятным, чем в мае — июле, сочетанием барического, ветрового и температурного полей в районе Баренцева моря.

Перейдем теперь к рассмотрению процессов и ледовитости, собственных пятой группе. Из табл. 5 видно, что в этой группе очень сильно и значительно сильнее, чем в предыдущей группе, получили развитие процессы меридиональной формы. Последние, как и в предыдущей группе, проявились в виде разновидностей  $C_m$  и  $C_3$ . Причем в этой группе, по сравнению с предыдущей, почти в десять раз сильнее получила развитие разновидность  $C_{m_1}$ , при которой, как указывалось выше, атмосферные процессы наиболее сильно способствуют возрастанию ледовитости моря.

Из табл. 5 видно, что эти неблагоприятные процессы  $C_{m_1}$  получили наибольшее развитие в июле, когда ледовитость Баренцева моря имела также наибольшее положительное отклонение от нормы (+19%).

Отличие пятой группы от предыдущей, четвертой, состоит в том, что в период с августа по март изменения ледовитости имеют обратный ход. Кроме того, суммарное за 15 месяцев отклонение от нормы ледовитости в пятой группе оказалось меньшим, чем в четвертой, хотя в период с апреля по август наблюдалось обратное соотношение (68 и 56%).

Следовательно, пятая группа характеризуется самой высокой ледовитостью моря в теплое время года (апрель — август), в то время как для четвертой группы характерно самое длительное сохранение (с декабря исходного года по август следующего) значительной положительной аномалии ледовитости.

Таблица 5

Отклонение от нормы повторяемости процессов формы W, C, E и их разновидностей (в днях), а также ледовитости Баренцева моря (в процентах) в пятой группе лет \*

Месяцы	W	W <sub>3</sub>	W <sub>M1</sub>	W <sub>M2</sub>	E	E <sub>3</sub>	E <sub>M1</sub>	E <sub>M2</sub>	C	C <sub>3</sub>	C <sub>M1</sub>	C <sub>M2</sub>	Аномалии ледовитости	
													нормы коротк. ряда	нормы длинн. ряда
VIII	2	5	-1	-2	-47	-6	-17	-24	45	18	21	6	2	—
IX	13	11	1	1	-12	10	-5	-17	-1	18	-16	-3	2	—
X	8	34	-7	-19	2	23	6	-27	-10	-1	-4	-5	3	—
XI	-14	-30	3	13	19	3	12	4	-5	-21	0	16	1	—
XII	10	-22	2	30	3	-22	3	22	-13	-9	2	-6	-1	—
I	35	6	9	20	-56	-11	-11	-34	21	7	10	4	-4	—
II	-15	-7	-1	-7	-29	-20	5	-14	48	1	29	18	-1	—
III	-38	11	-10	-39	-6	21	10	-37	44	19	27	-2	0	—
IV	13	-10	20	3	1	-10	12	-1	-14	4	4	-22	7	4
V	1	8	-11	4	-4	-4	8	-8	3	-2	27	-22	10	5
VI	-16	-6	-2	-8	8	-4	14	-2	8	3	2	3	18	9
VII	-9	4	-15	2	-30	6	-24	-12	39	11	38	-10	19	10
VIII	19	25	-8	2	-40	-5	-18	-17	21	7	12	2	14	7
IX	-14	16	0	-2	2	-4	7	-1	-16	-4	2	-14	-2	—
X	-11	-10	-12	11	10	5	-6	11	1	-9	0	10	-3	—
Сумма полож. аном.	101	120	35	86	45	68	77	37	230	88	174	59	76	—
Сумма отриц. аном.	-117	-55	-67	-77	-224	-86	-81	-194	-59	-46	-20	-84	-11	—
Алгеб. сумма	-16	35	-32	9	-179	-18	-4	-157	171	42	154	-25	65	—
I—X	-35	37	-30	-14	-144	-26	-3	-115	155	37	151	-33	—	—

\* Годы, вошедшие в пятую группу: август 1900 г. — октябрь 1901 г.

„ 1901 г. — „ 1902 г.  
 „ 1903 г. — „ 1904 г.  
 „ 1909 г. — „ 1910 г.  
 „ 1916 г. — „ 1917 г.  
 „ 1917 г. — „ 1918 г.  
 „ 1921 г. — „ 1922 г.  
 „ 1931 г. — „ 1932 г.  
 „ 1943 г. — „ 1944 г.  
 „ 1947 г. — „ 1948 г.  
 „ 1958 г. — „ 1959 г.  
 „ 1910 г. — „ 1911 г.

Обращаясь к средним групповым картам давления, аномалий давления и температуры, а также к табл. 5, рассмотрим характер внутригодовых изменений циркуляции атмосферы и ледовитости, свойственный годам этой группы.

Как следует из табл. 5, в период с сентября по январь происходило преобразование меридиональной циркуляции, развившейся в августе в процессы западной формы, которые достигли максимального развития в январе. При этом в октябре и ноябре, наряду с развитием западной циркуляции, превышала норму повторяемость некоторых разновидностей и процессов формы Е.

В связи с этим в первые месяцы этого периода циклоны проникали в Баренцево море, и тыловые ветры способствовали некоторому повышению ледовитости. Однако дельнейшее усиление процессов формы W и повышение фона давления в Западной Сибири и над Таймыром затрудняло проникновение циклонов далеко к востоку в арктических морях и создавало большие градиенты давления в передней части исландской ложбины. Последняя располагалась в Баренцевом море. Поэтому здесь усиливались отжимные ветры южной четверти, способствовавшие некоторому уменьшению ледовитости моря, которое оказалось наибольшим в январе, где аномалия ледовитости была ниже нормы на 4%.

Уже в январе, наряду с западным развитием циркуляции, снова начали активизироваться процессы формы С и в основном в виде разновидности  $C_{M_1}$  (табл. 5). Это сразу же сказалось на характере процесса и привело к раздвоению ложбины исландского минимума и образованию над Баренцевым и Карским морями самостоятельного циклона-тыловая часть которого охватывает Баренцево море. Это, естественно, вызвало повышение ледовитости моря, которое в марте достигло нормы.

Аномальное развитие процессов формы С и, прежде всего, их разновидности  $C_{M_1}$ , продолжалось до августа, хотя достигло максимума в июле. При этом в некоторые месяцы эти процессы сочетались с развитием отдельных разновидностей форм W и Е.

Все это вместе взятое привело к формированию перемины высокого давления над Баренцевым морем, преобладанию северных ветров, отрицательных аномалий температуры, нагону холодных вод и опусканию к югу кромки льда.

Естественно, что при таких условиях ледовитость моря росла, достигнув в июле своего максимума (+19%).

В сентябре и октябре основными процессами снова стали W и Е, в связи с чем снова активизировалась циклоническая деятельность, циклоны стали смещаться на восток через Баренцево море, а ледовитость упала ниже нормы на 2—3%.

Обращаясь к анализу процессов шестой группы (табл. 6), видим, что процессы этой группы коренным образом отличаются от процессов предыдущих групп. В ней впервые сильно превысила норму повторяемость процессов западной формы циркуляции, которая в основном проявилась в виде разновидностей  $W_{M_2}$ ,  $W_{M_1}$  и отчасти  $W_3$ .

Наряду с этим превысила норму также и повторяемость процессов формы С за счет разновидностей  $C_{M_1}$  и  $C_3$ . Однако по величине отклонения от нормы на первом месте, конечно, стоят процессы формы W, суммарная повторяемость которых почти в два с половиной раза превысила повторяемость процессов формы С. Это также коренным образом отличает данную группу от предыдущей пятой группы, где процессы формы С были основным фоном группы.

Процессы восточной циркуляции, также как и в предыдущей группе, были ослаблены, хотя повторяемость их разновидности  $E_{M_1}$  несколько превысила норму.

Таблица 6

Отклонение от нормы повторяемости процессов форм W, C, E и их разновидностей (в днях), а также ледовитости Баренцева моря (в процентах с площади моря) в шестой группе лет\*

Месяцы	W	W <sub>3</sub>	W <sub>M<sub>1</sub></sub>	W <sub>M<sub>2</sub></sub>	E	E <sub>3</sub>	E <sub>M<sub>1</sub></sub>	E <sub>M<sub>2</sub></sub>	C	C <sub>3</sub>	C <sub>M<sub>1</sub></sub>	C <sub>M<sub>2</sub></sub>	Аномалии ледовитости	
													нормы коротк. ряда	нормы длинн. ряда
VIII	0	4	-14	10	2	-6	16	-8	-2	2	-6	2	0	-
IX	32	-26	0	-6	-1	2	-1	-2	33	18	29	-14	1	-
X	19	-11	16	14	-31	-6	6	-31	12	-6	0	18	-2	-
XI	23	9	8	6	-69	-21	-4	-44	46	38	10	-2	-4	-
XII	50	17	11	22	-88	-29	-5	-54	38	15	7	16	-4	-
I	33	6	21	11	-52	-15	-6	-31	14	-3	11	6	-5	-
II	63	9	11	43	-33	-9	-4	-20	-29	-10	-1	-18	0	-
III	-12	1	4	-17	43	10	18	15	-31	-15	9	-25	1	-
IV	-3	9	-9	-3	2	2	-2	2	1	13	-4	-8	2	1
V	-5	-2	17	-10	-5	-6	3	-2	1	15	14	-29	0	5
VI	-16	6	-4	-18	11	4	-3	-10	5	8	6	-9	2	7
VII	7	21	-5	-9	-2	16	7	7	-5	5	-5	-5	-1	-10
VIII	10	7	-7	10	-30	-13	-23	6	20	6	1	13	0	7
IX	14	-5	9	10	14	5	12	-3	-28	-22	3	-9	2	-
X	17	-17	16	18	-27	-22	4	-9	10	-2	18	-6	3	-
Сумма полож. аном.	246	89	113	144	72	23	66	40	179	120	108	55	11	-
Сумма отриц. аном.	-63	-61	-39	-63	-338	-143	-48	-204	-95	-58	-16	-125	-16	-
Алгебр. сумма	183	28	74	81	-266	-120	18	-164	84	62	92	-70	-5	-
I-X	123	35	53	35	-79	-60	6	51	-43	-5	52	-90	-	-

X Годы, вошедшие в шестую группу: август 1913 г.—октябрь 1914 г.  
 „ 1948 г.— „ 1949 г.  
 „ 1924 г.— „ 1925 г.  
 „ 1956 г.— „ 1957 г.  
 „ 1957 г.— „ 1958 г.  
 „ 1902 г.— „ 1903 г.  
 „ 1904 г.— „ 1905 г.  
 „ 1945 г.— „ 1946 г.  
 „ 1915 г.— „ 1916 г.  
 „ 1922 г.— „ 1932 г.

Если говорить о суммарном (за 15 месяцев) фоне ледовитости Баренцева моря, то она оказалась ниже нормы ( $-5\%$ ). Это, на первый взгляд, как бы противоречит ранее сделанному выводу о том, что при комбинированной W+C циркуляции ледовитость моря повышается. Однако в действительности здесь нет противоречия, если учесть вес тех и других процессов. В предыдущей, пятой группе основными были процессы формы С, а дополнительными — W и E. В данной же группе основными являются процессы W, а сопутствующие им — С и E.

В связи с этим характер термобарических и ветровых полей, как на полушарии, так и в Баренцевом море, был иной, что и обусловило близкие к норме значения ледовитости почти во все 15-месяцев.

Рассмотрим кратко эти характерные особенности среднегрупповых полей и покажем связанные с ними внутригодовые изменения ледовитости Баренцева моря.

С августа и по январь включительно в связи с развитием процессов формы С над Британскими островами систематически формировался высокий фон давления и развивался гребень высокого давления в направлении на Исландию. В связи с этим циклоны, расположенные в западной части Атлантики, смещаясь на восток и обходя с севера Британский гребень, проходили в Гренландское и Баренцево моря по довольно высокоширотным траекториям и далее «ныряли» к юго-востоку на ЕТС.

В связи с этим над морем чаще всего находилась южная часть циклонов, обуславливающая юго-западные ветры, способствующие нагону теплых вод и формированию незначительных положительных аномалий температуры воздуха. Это способствовало тому, что ледовитость моря в эти месяцы незначительно понижалась, достигнув минимума в январе.

В дальнейшем и до октября месяца сочетались в той или иной степени процессы различных разновидностей форм W, С, E, создавая чаще всего над Баренцевым морем перемижку высокого давления, преобладание ветров северной четверти и другие, связанные с ними особенности в атмосфере и гидросфере, способствующие повышению ледовитости моря. В результате во все месяцы после января ледовитость превышала норму и лишь в июле она оказалась несколько ниже неё; по-видимому, за счет развития  $W_3$ ,  $E_{M_1}$  и  $E_{M_2}$  (табл. 6).

Рассмотрим, теперь процессы последней, седьмой группы лет (табл. 7).

По суммарным данным за 15 месяцев в этой группе в отличие от четырех предыдущих групп (шестой—третьей) процессы формы С были ослаблены и лишь повторяемость их разновидности  $C_{M_1}$  несколько превысила норму.

Основное развитие, как и в предыдущей группе, получили процессы формы W, и в основном, в виде разновидности  $W_{M_2}$ . Одновременно с этим превышала норму повторяемость  $E_3$  и  $E_{M_2}$ .

Таким образом, если судить по суммарным данным, то ледовитость Баренцева моря в данной группе лет определялась различным сочетанием макропроцессом  $W_{M_2}$ ,  $E_3$ ,  $E_{M_2}$  и  $C_{M_2}$ . Но, как указывалось в начале данной статьи, процессы форм W, E способствуют в общем случае уменьшению ледовитости моря. Однако сочетаясь с процессами  $M_2$  во втором секторе, они значительно менее благоприятны, чем они же в сочетании с  $M_1$  и 3. Что же касается  $C_{M_2}$ , то они остаются неблагоприятными и в этом сочетании, хотя несколько менее, чем в сочетании с  $M_1$ .

Отсюда следует общий вывод, что процессы данной группы не могут дать сильной аномалии ледовитости как в сторону повышения, так и в сторону понижения, хотя тенденция к созданию ледовитости, превышаю-

Таблица 7.

Отклонение от нормы повторяемости процессов форм W, C, E и их разновидностей (в днях), а также ледовитости Баренцева моря (в процентах площади моря) в седьмой группе лет \*

месяцы	W	W <sub>3</sub>	W <sub>M</sub>	W <sub>M2</sub>	E	E <sub>3</sub>	E <sub>M2</sub>	E <sub>M2</sub>	C	C <sub>3</sub>	C <sub>M2</sub>	C <sub>M2</sub>	Аномалии ледовитости	
													норма коротк. ряда	норма длинн. ряда
VIII	15	3	10	2	-19	-3	-17	1	4	-18	19	3	-2	—
IX	12	10	-6	8	16	19	-8	5	-28	-9	-3	-16	1	—
X	9	5	-2	6	-5	0	11	-16	-4	0	6	-10	4	—
XI	-18	-30	4	8	3	8	-7	2	15	-3	8	10	4	—
XII	-37	-8	-5	-24	21	4	3	14	16	-7	17	6	5	—
I	9	4	-3	8	-10	-6	-6	2	1	-2	10	-7	2	—
II	31	5	4	22	-28	-2	-12	-14	0	9	-8	-1	7	—
III	10	5	0	5	29	6	-3	26	-39	-24	-5	-10	5	—
IV	3	3	-2	2	-13	-7	-3	-3	10	4	0	6	0	3
V	-2	-15	9	4	2	-4	-4	10	0	26	-20	-6	-2	7
VI	30	7	17	6	-34	-12	-32	10	4	0	-4	8	-1	10
VII	23	19	8	-4	-28	-4	-18	-6	5	-8	-16	-3	5	4
VIII	4	6	-6	4	2	14	-4	8	-6	-2	-8	4	4	3
IX	-10	-10	-15	15	36	54	-17	-1	-26	-13	-13	0	-1	—
X	1	6	-12	7	16	21	2	-7	-17	-5	0	-12	1	—
Сум-ма по-лож. аном.	147	73	52	97	125	126	16	70	55	39	76	37	38	—
Сум-ма от риц. аном.	-67	-63	-51	-28	-137	-38	-131	-55	-120	-91	-61	-65	-6	—
Алгебр. сум-ма	80	10	1	69	-12	88	-115	15	-65	-52	15	-28	32	—
I-X	99	30	0	69	-28	60	-96	9	-68	-15	-32	-21	—	—

\* Годы, вошедшие в седьмую группу: август 1933 г. — октябрь 1934 г.

“ 1942 г. — “ “ 1943 г.  
 “ 1949 г. — “ “ 1950 г.  
 “ 1927 г. — “ “ 1928 г.  
 “ 1908 г. — “ “ 1909 г.  
 “ 1920 г. — “ “ 1921 г.  
 “ 1919 г. — “ “ 1920 г.  
 “ 1911 г. — “ “ 1912 г.

щей норму, существует. Этот последний вывод подтверждается и анализом средних групповых карт среднего месячного давления, аномалий давления и температуры данной группы.

Как видно из табл. 7, суммарная ледовитость превысила норму на 32% и, в основном, за счет зимнего периода — с октября по март. В этот период превысили норму процессы  $W_{m_2}$ ,  $E_{m_2}$ ,  $C_{m_7}$ . Следовательно, процессы  $C$  проявились именно в этот период в виде наиболее неблагоприятной разновидности  $C_{m_1}$ . Эти же процессы развились и в июле, когда ледовитость превысила норму на 5%.

Таковы основные особенности развития макросиноптических процессов и изменения ледовитости Баренцева моря в семи группах лет, однородных по циркуляционному фону.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Гирс. Основные результаты исследований многолетних колебаний общей циркуляции атмосферы применительно к проблеме сверхдолгосрочных гидрометеорологических прогнозов. Тр. I научн. конф. по общей циркуляции атмосферы (14—18 марта 1960 г.). М., Гидрометеиздат, 1962.
2. А. А. Гирс. Некоторые особенности внутригодовых преобразований форм атмосферной циркуляции и их прогностическое значение. Тр. ААНИИ, т. 253, 1963.
3. А. А. Гирс. Внутригодовые преобразования форм атмосферной циркуляции и их прогноз. Тр. Всесоюз. метеорол. конф., посвященной 40-летию Гидрометеослужбы. Л., Гидрометеиздат, 1963.
4. А. А. Гирс. Многолетние преобразования форм атмосферной циркуляции и связанные с ними колебания уровня океанов и морей. Материалы конф. по проблеме «Взаимодействие атмосферы и гидросферы в северной части Атлантического океана», вып. 1, Л., Гидрометеиздат, 1958.
5. А. А. Гирс. Основы долгосрочных прогнозов погоды. Л., Гидрометеиздат, 1960.
6. Г. Я. Вангенгейм. Ледовитость Баренцева моря в связи с различными типами атмосферной циркуляции. Тр. НИУ ГУГМС, сер. V, вып. 12, 1946.
7. А. А. Гирс. Типовые характеристики основных разновидностей форм атмосферной циркуляции в холодное время года. Сб. «Проблемы Арктики и Антарктики», вып. 7, 1959.
8. А. А. Гирс. Типовые характеристики основных разновидностей форм атмосферной циркуляции в теплое время года. Сб. «Проблемы Арктики и Антарктики», вып. 2, 1960.
9. М. А. Валерианова. Попытка типизации барических полей над Северной Атлантикой для расчета течений и дрейфа льдов. Матер. конф. по проблеме «Взаимодействие атмосферы и гидросферы в северной части Атлантического океана», вып. 1, Л., Гидрометеиздат, 1958.
10. А. А. Гирс. Особенности многолетних колебаний циркуляции атмосферы в отдельных месяцах года. Метеорол. и гидрол., № 12, 1958.