

1146

5-122

АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ВЫСШЕЕ ИНЖЕНЕРНОЕ
МОРСКОЕ УЧИЛИЩЕ им. адмирала С. О. МАКАРОВА

Р. В. АБРАМОВ

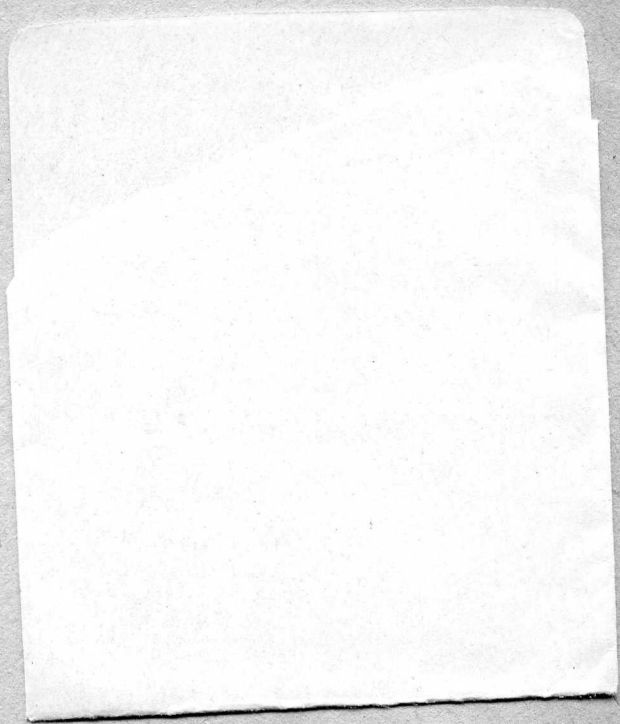
На правах рукописи.

МНОГОЛЕТНИЕ И СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ
ПОЛОЖЕНИЯ И ГЛУБИНЫ ЦЕНТРА
ИСЛАНДСКОГО МИНИМУМА АТМОСФЕРНОГО
ДАВЛЕНИЯ В ЭПОХУ 1891—1962 ГОДОВ
И ИХ ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ПРИЧИНЫ

Автореферат
диссертации, представленной на соискание
ученой степени кандидата географических наук

Ленинград
1966

551.465.7



Ф-ма № 1

Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт направляет Вам для ознакомления автореферат диссертационной работы тов. Абрамова Р.В.

на тему Многолетние и сезонные изменения положения и глубины исландского минимума атмосферного давления в эпоху 1891-1962 гг. и их предполагаемые причины

представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук.

Защита назначена на „ 12 “ октября 19 66г.

Ваши замечания по автореферату просим сообщить по адресу: Ленинград, Фонтанка, 34, Арктический и Антарктический н. и. институт.

/ Ученый секретарь Совета

Егорин

АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ВЫСШЕЕ ИНЖЕНЕРНОЕ
МОРСКОЕ УЧИЛИЩЕ им. адмирала С. О. МАКАРОВА

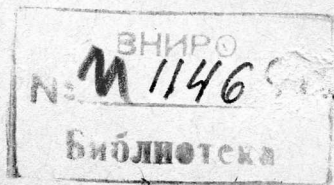
Р. В. АБРАМОВ

На правах рукописи

МНОГОЛЕТНИЕ И СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ
ПОЛОЖЕНИЯ И ГЛУБИНЫ ЦЕНТРА
ИСЛАНДСКОГО МИНИМУМА АТМОСФЕРНОГО
ДАВЛЕНИЯ В ЭПОХУ 1891—1962 ГОДОВ
И ИХ ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ПРИЧИНЫ

Автореферат
диссертации, представленной на соискание
ученой степени кандидата географических наук

Научный руководитель — доктор географических наук,
профессор И. В. МАКСИМОВ



Ленинград
1966

Подписано к печати 22/VII 1966 г. КУ 03253. Формат 60×84¹/₁₆.
Объем 0,75 печ. л. Зак. 1689. Тир. 170 экз.

Типография изд-ва газеты «Калининградская правда», г. Калинин-
град (обл.), ул. Карла Маркса, 18

Объектом исследования является Исландский минимум атмосферного давления (Северо-Атлантическая атмосферная депрессия).

В силу господствующего переноса масс воздуха, обусловленного меридиональным градиентом давления, этот центр действия атмосферы оказывает существенное влияние на климат и погодные условия Европы. Исландский минимум фактически определяет условия мореплавания и морского промысла в наиболее часто посещаемых судами районах Мирового океана.

Формируясь и располагаясь над океаном, Исландский минимум через систему ветров непосредственно воздействует на океаническую циркуляцию, поэтому исследование Исландского минимума представляет интерес для океанографии (взаимодействие океана и атмосферы). Улучшение прогнозов погоды (особенно долгосрочных) требует выяснения механизма общей циркуляции атмосферы. Исландский минимум является проявлением общей циркуляции; закономерности изменений его положения и интенсивности представляет поэтому несомненный теоретический интерес.

Современное состояние изученности этого центра действия атмосферы еще не удовлетворяет запросов практики и науки. Ряд важных вопросов, связанных с пространственно-временной изменчивостью Исландского минимума, разработан совершенно недостаточно. В работе некоторые из этих вопросов исследованы, по поводу других высказаны более или менее аргументированные гипотезы.

Материалом служили средние месячные карты атмосферного давления на уровне океана в Северном полушарии за период с 1891 по 1962 г., принадлежащие Арктическому и Антарктическому научно-исследовательскому институту. Задача исследования — анализ изменений положения и интенсивности Исландского минимума атмосферного давления на основе количе-

ственных характеристик, какими являются координаты центра и давление в центре.

Реферируемая работа состоит из введения, трех глав и заключения, имеет объем 184 страницы машинописного текста, включая 19 таблиц, иллюстрирована 59 рисунками; список литературы содержит 109 названий.

Во введении определяются задачи работы и круг рассматриваемых вопросов. Концепция центров действия атмосферы является независимой относительно метода исследований атмосферных движений, составляющих общую циркуляцию. Можно предполагать барические центры причиной возникающих воздушных течений. Можно считать барические центры проявлением горизонтальных волн давления, сопутствующих взаимодействующим воздушным потокам (Е. Н. Блинова, Бергерон), что более соответствует современным представлениям. В обоих случаях центры действия атмосферы могут быть объектом исследования в равной степени. В частности, для такого исследования могут быть использованы карты поля давления на уровне моря.

В первой главе рассмотрены положение и глубина Исландского минимума (Исландской депрессии) в 1891—1962 годы. Подробно рассматривается исходный картографический материал, обосновывается и излагается методика идентификации Исландской депрессии и отыскания ее центра. Давно было замечено (Н. Гофмейер, Б. П. Мультиановский, В. Ю. Визе, Г. Я. Ваггенгейм), что при среднем положении Исландского минимума к западу-юго-западу от Исландии ядра низкого давления могут находиться в проливе Дэвиса и у Лофотенских островов. Исландская депрессия совместно с соподчиненными минимумами образует над Северной Атлантикой обширную область низкого давления. Выделение центра этой области не всегда является простой задачей. Специальная методика выделения центра в сложных случаях иллюстрируется многочисленными примерами.

В результате обработки карт были получены три ряда ежемесячных значений за время с января 1891 по декабрь 1962 г.: географическая широта центра (φ°), географическая долгота центра (λ°) и давление в центре ($P_{\text{мб}}$) Исландской депрессии. Указанные ряды, приводимые в форме сводных таблиц, являются непосредственным исходным материалом для исследования.

Эти ряды рассматриваются как статистические коллективы,

при этом вычисляются основные статистические средние (среднее арифметическое, мода, медиана), а также стандартное отклонение, асимметрия и эксцесс каждого распределения, приводятся гистограммы и кумулятивные кривые. Полученные статистические параметры обсуждаются на основе существующих представлений (О. А. Дроздов, К. Брукс и Н. Карузерс). Совокупности средних месячных значений широты и долготы центра в рассматриваемое время имеют распределение, близкое к нормальному. Совокупность значений давления в центре, отличающаяся наибольшей асимметрией ($-1,59$), лучше всего характеризуется медианным значением: $999,8$ мб. Значительная величина стандартного отклонения в ряду долгот ($\pm 27,7^\circ$) объясняется расчлененностью депрессии в смысле Россби. Одновершинность всех трех распределений показывает, что изменения характеристик депрессии происходили в условиях однородного климатического режима.

Средние многолетние координаты центра Исландской депрессии $\varphi = 62,6 \pm 0,2^\circ$ с. ш., $\lambda = 26,0 \pm 1,0^\circ$ з. д. (в 100 милях к юго-западу от м. Рейкьянес, Исландия) подтверждают правильность названия, утвердившегося в литературе за этим центром действия. Среднее положение депрессии, по-видимому, отражает особенности фигуры Земли: по широте центр депрессии находится на критической параллели 62° (учение о критических параллелях разработано М. В. Стовасом, 1959, 1962), что является отражением деформационных процессов при изменении ротационного режима Земли. По долготе центр Исландской депрессии располагается в плоскости наибольшего экваториального радиуса, считая Землю, как это принято, трехосным эллипсоидом.

Во второй главе исследуются многолетние изменения положения и глубины Исландской атмосферной депрессии. Были подсчитаны и нанесены на карту величины межгодовых миграций среднего центра. Эти данные показывают, что преобладающим в перемещениях является направление запад-юго-запад—восток-северо-восток. Величина, обратная среднему линейному перемещению, может считаться мерой стационарности депрессии, характеризующей степень ее воздействия на подстилающую поверхность (в 764 из 930 случаев средний центр депрессии располагается над океаном и окраинными морями).

Установлено, что изменения географического положения депрессии и ее интенсивности взаимосвязаны. Смещение на север

сопровождается углублением депрессии, смещение на юг — ее заполнением. Выявленная методом сопоставления экстремумов (Б. П. Вейнберг, 1929; Б. П. Вейнберг и М. А. Каплун, 1936) в рядах ежегодных натуральных значений, эта закономерность сохраняется и после исключения относительно короткопериодных флуктуаций: $r = 0,42 \pm 0,07$ при уровне значимости 0,1%. Зависимость интенсивности депрессии от ее долготного положения имеет двойственный характер: многолетнее смещение на запад сопровождается углублением депрессии ($r_{\lambda,p} = -0,65 \pm 0,05$ при уровне значимости 0,1%), но по натуральным ежегодным значениям западное смещение сопровождается заполнением депрессии.

Естественно, что изменения географического положения и глубины Исландской депрессии отражают основные черты и особенности циркуляции атмосферы над полушарием в целом, для проверки этого положения целесообразно сопоставление полученных рядов с рядами апробированных индексов циркуляции. Такое сопоставление было выполнено с повторяемостью форм (типов) атмосферной циркуляции по Вангенгейму; с целью исключения флуктуаций исходные ряды были подвергнуты 11-летнему скользящему усреднению.

Высказывается и обосновывается положение, что основные формы (типы) циркуляции атмосферы в атлантико-евразийском секторе Северного полушария по существу численно выражаются основными характеристиками Исландской депрессии. Ширина центра характеризует западный тип циркуляции (W-форма), долгота — восточный (E-форма), а заполненность депрессии — меридиональный тип циркуляции (C-форма). Связь между повторяемостью типов циркуляции и характеристиками депрессии статистически существенна:

$$r_{\varphi,w} = +0,83 \pm 0,03 \text{ (уровень значимости 0,1\%)}$$

$$r_{\lambda,E} = +0,37 \pm 0,07 \text{ (уровень значимости 10\%)}$$

$$r_{p,c} = +0,93 \pm 0,01 \text{ (уровень значимости 0,1\%)}$$

Согласный ход характеристик депрессии и повторяемости форм циркуляции находится в полном соответствии с разработками школы Г. Я. Вангенгейма (Г. Я. Вангенгейм, 1935, 1940, 1946; А. А. Гирс, 1948, 1960). Относительно слабая связь долготного положения депрессии и повторяемости E-формы циркуляции объясняется преобладанием в эпоху 1900—1928 гг. W-формы циркуляции (А. А. Гирс, 1963).

Причины, управляющие механизмом общей циркуляции атмосферы, во многом остаются неясными, однако сопоставление частотной структуры натуральных рядов, отражающих изменения циркуляции, позволяет приблизиться к пониманию ее закономерностей. С этой целью повторяемость форм циркуляции и характеристики Исландской депрессии были подвергнуты периодограмманализу на вычислительной машине БЭСМ-2 в ЛОМИ им. Стеклова. Вычисления производились по инициативе и под руководством Н. А. Хаминаова по программе, составленной Н. Е. Вольцингером и Р. В. Пясковским. Полученные периоды были сгруппированы в соответствии с представлениями о квазипериодичности гидрометеорологических явлений (И. В. Максимов, 1955; С. П. Хромов, 1963). В этом смысле в изменениях характеристик Исландской депрессии и повторяемости форм циркуляции присутствуют ритмы от 3,5 до 22 лет ($\tau_{\max} = 24$ года); частотные структуры рядов весьма сходны. Таким образом, характеристики Исландской депрессии можно обоснованно считать индикатором состояния циркуляции атмосферы в атлантико-евразийском секторе Северного полушария.

С целью рационализации последующей обработки поступающего с машины массового материала рассчитан и построен график функции

$$p = e^{-\frac{\pi}{4} k^2}$$

где p — вероятность случайной амплитуды и
 k — критерий Шустера;

также приводится расчетная формула для вычисления k .

В развитее аналогии между периодографическим анализом и дифракционной решеткой в физической оптике (А. Шустер, 1906) предлагается новая форма представления частотного спектра. При сопоставлении частотных спектров явления — следствия (положение и глубина Исландской депрессии) и предполагаемого явления — причины (изменения солнечной активности в числах Вольфа, изменения составляющих движения Полюса на оси $0-180^\circ$ и $90-270^\circ$ в сотых долях дуговой секунды) отмечается пока непонятное обстоятельство: ритмы явления-следствия образуют относительно ритма явления-причины нормальный дуплет (подобие эффекта Зеемана в физической оптике). Аналогичное явление наблюдается и в частотных спектрах повторяемости типов атмосферной циркуляции по Вангенгейму.

Производится предварительное отождествление ритмов, выявленных посредством периодограмманализа. Их природа в общем глубоко различна. Предполагаемые причины выявленных ритмов образуют четыре группы. Это собственные колебания системы океан—атмосфера, солнечная активность в циклах различной продолжительности, нутационные колебания земной оси и многолетние приливные явления в морях высоких широт (В. В. Шулейкин, 1941; В. В. Россов, 1959; А. Л. Бызова, 1947; И. В. Максимов, 1955, 1956, 1958, 1964, 1954, 1961; Б. А. Слепцов, 1964; М. С. Эйгенсон, 1963; Ван-Шао-у, 1962; И. В. Максимов, 1955).

Отдельно рассматриваются примерно двухлетняя пульсация характеристик Исландской депрессии и ее вековое южное смещение. Двухлетняя пульсация в ходе различных гидрометеорологических явлений известна давно (Г. Клейтон, 1885; А. И. Воейков, 1891; О. Петерсен, 1896; Э. Ф. Лесгафт, 1899). После открытия 26-месячной периодичности в экваториальной стратосфере двухлетняя пульсация привлекает внимание многих исследователей (Г. Ландсберг, 1962, 1963; Р. Вэриэрд и Р. Эбдон, 1963; Р. Невелл, 1963; А. Л. Кац, 1964; Г. Г. Громова и В. И. Князева, 1964). Несколько ранее на двухлетнюю ритмичность в различных гидрометеорологических явлениях обратила внимание Т. В. Покровская (1959). Методом подсчета числа одночленных итераций (Б. П. Вейнберг, 1929; Т. В. Покровская, 1959) обнаружено, что изменениям широты, долготы и давления в центре Исландской депрессии также присуща двухлетняя ритмичность. Периодограмманализ рядов с шагом, равным одному месяцу, показал, что длительность периода составляет 27, 26 и 27 месяцев соответственно; амплитуда составляет 20, 25 и 13% от годовой амплитуды соответственно; в двухлетнем ритме сначала изменяется положение депрессии, а затем ее глубина. Обнаруженные признаки изменений в таком же ритме некоторых гидрологических величин в районе Северной Атлантики (колебания уровня в пунктах Балтимора, Шербур, Харлинген; продолжительность сохранения ледяного покрова на скандинавских озерах, ледовитость Балтийского моря, колебания температуры воды у о. Гельголанд), а также простые физические соображения позволяют предполагать, что приблизительно двухлетние изменения положения и глубины Исландской депрессии являются отражением пространственной вариации относительно наиболее теплых струй Северо-Атлантического течения и возни-

кают в результате взаимодействия океана и атмосферы в этом районе. Здесь же обсуждается механизм обратной связи системы океан—атмосфера.

Изменение климата Северного полушария Земли в текущем столетии можно считать установленным. Описанию этого явления посвящено значительное количество работ, в последнее время обсуждается вопрос, прекратилось ли это изменение или еще продолжается (Л. С. Петров, 1959; Х. Лам и А. Джонсон, 1959; Л. Г. Полозова, 1963; Г. Кршивски, 1958; Я. Бьеркнес, 1958; Р. Ланге, 1959; Л. Г. Полозова и Е. С. Рубинштейн, 1963; А. Д. Геденов, 1964). Остаются неясными причины явления и его механизм. Вековое южное смещение Исландской депрессии, составляющее около $6,2^\circ$ меридиана, началось на рубеже двух столетий и продолжается по настоящее время. Насколько известно, ранее оно отмечено не было.

Уже из сопоставления повторяемости W-формы циркуляции по Вангенгейму и широты центра Исландской депрессии следует, что последняя является показателем интенсивности зонального переноса. Это положение развивается и более детально обосновывается. Сопоставляются средняя широта центра депрессии и аномалии меридионального градиента давления между 60° и 30° с. ш. над Атлантическим океаном (А. Дефант, 1924) за 1891—1905 годы, а также средняя широта центра депрессии в январе и интенсивность Атлантической циркуляции (Л. А. Вительс, 1963) за 1905—1952 годы. Обнаруженные связи физически обоснованы и статистически значимы. Это показывает, что при усилении зональной циркуляции центр Исландской депрессии смещался на север, а при ее ослаблении — на юг, что подтверждает концепцию «циркумполярного вихря» (Г. Виллет, 1946).

Очевидно, что изменение климата и южное смещение Исландской депрессии имеют общие причины, причем эти причины должны быть внешними по отношению к циркуляции в подвижных оболочках Земли и должны иметь планетарный характер. В настоящее время можно назвать три таких явления, обнаруживающих вековой ход. Это вековое увеличение уровня солнечной активности, вековое уменьшение содержащейся в атмосфере Земли вулканической пыли и вековое повышение концентрации углекислого газа в атмосфере Земли в результате хозяйственной деятельности человечества. Подробное рассмотрение этих факторов показывает, что в настоящее время не представ-

ляется возможным оценить относительный вклад каждого из них. Вековое южное смещение Исландской депрессии (и изменение климата Северного полушария) считается результатом одноподобного воздействия трех указанных явлений; циркуляционный механизм изменения климата, по-видимому, заключается в интенсификации междуширотного обмена за счет зональной циркуляции.

В третьей главе рассмотрены сезонные изменения положения и глубины Исландской атмосферной депрессии. Анализируются случаи отсутствия депрессии и ее заполненность (повышение давления в центре). Депрессия отсутствует в 6,4% всех случаев; эти случаи приходится на май—август, что соответствует известному факту ослабления барических контрастов в летние месяцы. В среднем за эпоху центр депрессии перемещается в течение года по часовой стрелке по замкнутой траектории, образуя подобие эллипса. Большая ось имеет длину около 1500 км и ориентирована с запада-юго-запада на восток-северо-восток, отношение осей 3:1 показывает, что в сезонных миграциях, так же как и в межгодовых, преобладает зональная составляющая. Величина среднеквадратической ошибки позволяет считать сезонные миграции среднего центра вполне реальными. Рассматриваются величины межмесячных линейных перемещений, изменения давления в центре; отмечается правильность средних сезонных изменений.

Анализируется сезонный ход широты, долготы и давления в центре последовательно за всю эпоху и подтверждаются типичные черты сезонного хода, выявленные по средним данным. Наибольшей консервативностью сезонного хода отличается атмосферное давление в центре депрессии, откуда следует, что многообразие сезонных погодных условий определяется не интенсивностью этого центра действия, а его географическим положением. Сезонный ход широты, и, особенно, долготы центра, подвержен возмущениям, временами значительным. В отдельные периоды отчетливо заметна полугодовая вариация. Периодограммный анализ подтверждает ее присутствие в изменениях широты, долготы, а также давления в центре депрессии. Амплитуда полугодовой вариации по отношению к годовой амплитуде составляет 33, 50 и 15% соответственно; сопоставление фаз показывает, что изменение координат, как и в случае двухлетней пульсации, опережает изменение глубины депрессии. Коротко обсуждается природа полугодовой вариации вообще (К. Айселин, 1940;

К. Н. Федоров, 1959; И. В. Максимов, 1959, 1965; И. В. Максимов и Н. П. Смирнов, 1965). Отмечая стройность концепции И. В. Максимова, считающего причиной полугодовой вариации океанских течений полугодовой солнечный прилив, автор считает преждевременным распространение полученного вывода на природу полугодовой вариации в атмосферных процессах.

Путем гармонического анализа ежемесячных значений широты центра Исландской депрессии и проекции перемещения мгновенного полюса Земли на ось $0-180^\circ$ по методике И. В. Максимова (1957) найдено, что свободные колебания оси вращения Земли и нутационно-обусловленные вариации широты депрессии с 14-месячным (чандлеровским) периодом за эпоху в целом характеризуются уравнениями:

$$\begin{aligned}x_{\text{своб.}} &= 0,09'' \cos(25,7^\circ t - 284^\circ) \\ \Delta\varphi_{\text{им}} &= 1,1^\circ \cos(25,7^\circ t - 152^\circ)\end{aligned}$$

Видно, что сдвиг фазы составляет 48° или 0,2 года. По данным периодограмманализа сдвиг фазы составляет 0,3 года. Наиболее определенно связь «полюс—широта центра депрессии» проявилась в 1892—1912 и в 1939—1959 годы, когда перемещения Полюса были относительно велики.

Также были исследованы изменения сезонной амплитуды миграций Исландской депрессии по семи 11-летним циклам солнечной активности. Нечетным (по цюрихской нумерации) циклам, т. е. циклам с относительно высокими максимумами соответствуют меньшие годовые амплитуды давления, «размах» (удвоенная амплитуда) сезонных миграций центра депрессии по долготе в этих случаях также относительно невелик. Четным циклам (относительно низкие максимумы) соответствуют большие сезонные амплитуды. Обнаруженное явление объясняется на основе современных представлений о магнитной природе процессов на Солнце и характере межпланетного магнитного поля по данным космического зондирования (М. Вальдмайер, 1950; Г. Бабкок, 1961; Ю. И. Витинский, 1963; Ч. Сонетт, 1962).

В заключении приводятся основные выводы и намечаются пути дальнейших исследований. На основе учета факторов, внешних по отношению к подвижным оболочкам Земли, а также на основе изучения взаимодействия Исландского минимума с другими центрами действия и сопоставления данных о пространственно-временных изменениях поля температур на поверхности океана и характеристик Исландского минимума предста-

вится возможность для разработки обоснованного генетического прогноза изменения характеристик Исландского минимума.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научно-технической конференции в ЛВИМУ им. Макарова (1964), на Симпозиуме по проблеме океан—атмосфера в ГГО им. Воейкова (1965) и на Третьей научной конференции по проблеме взаимодействия океана и атмосферы в Атлантике (1966). Они опубликованы в следующих статьях:

1. Южное смещение Исландской депрессии. Доклады АН СССР, т. 166, № 1, 1966.

2. Сезонные миграции Исландской (Северо-Атлантической) депрессии. Известия АН СССР, «Физика атмосферы и океана», т. 2, № 5, 1966.

3. О возможных климатологических частотах колебательной системы океан—атмосфера. Известия АН СССР, «Физика атмосферы и океана», т. 2, № 6, 1966.

4. Многолетние и сезонные изменения географического положения Исландского минимума атмосферного давления. Изв. Всесоюзн. Географического Об-ва, т. 98, № 4, 1966 г.

5. К изучению нутационной миграции Исландского минимума атмосферного давления. Проблемы Арктики и Антарктики, вып. 23, 1966 (в соавторстве с И. В. Максимовым), в печати.

6. Вычисление основных статистических средних положения и глубины Исландской атмосферной депрессии. Труды АтлантНИРО, вып. XVII, 1966 (в печати).

7. Некоторые вопросы периодограмманализа натуральных рядов в связи с применением современной вычислительной техники. Труды АтлантНИРО, вып. XVIII, 1966 (в печати).
