

A satellite photograph of the Arctic region. The image shows a vast expanse of dark blue ocean water. In the upper right, there are several large, white, irregular ice floes. In the lower right, a portion of a landmass, likely Greenland, is visible, showing a mix of green vegetation and white snow-covered mountainous terrain. The overall scene is a high-altitude, cold environment.

Л.Н. Дымент, С.М. Лосев, В.С. Порубаев

**СРЕДНИЕ МНОГОЛЕТНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
КРУПНЫХ НАРУШЕНИЙ СПЛОШНОСТИ ЛЬДА
В ПРИАТЛАНТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
АРКТИЧЕСКОГО БАССЕЙНА**

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ
АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ**



Л.Н. Дымент, С.М. Лосев, В.С. Порубаев

**ХАРАКТЕРИСТИКИ КРУПНЫХ РАЗРЫВОВ
В ЛЕДЯНОМ ПОКРОВЕ
ПРИАТЛАНТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
АРКТИЧЕСКОГО БАССЕЙНА**

СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ

**Санкт-Петербург
2020**

УДК 551.326.14 (268)

Рецензенты: д-р физ.-мат наук В.Н. Смирнов, д-р геогр. наук А.Г. Егоров

Кратко изложен ход развития натуральных исследований разрывов в морском ледяном покрове с указанием ряда публикаций, отображающих значимость нарушений сплошности льда и их изученность в настоящее время, алгоритмы расчета климатических характеристик разрывов по результатам их дешифрирования и оцифровки на спутниковых снимках. В картированном виде представлены поля средних многолетних характеристик нарушений сплошности льда, рассчитанных за каждый месяц с октября по июнь в пределах всей рассматриваемой акватории. Все карты и программа, обеспечивающая работу пользователя с ними, помещены на CD, прилагаемый к Пособию.

Пособие представляет интерес для широкого круга специалистов, связанных с мореплаванием, осуществлением оборонной и природоохранной деятельности. Приводимые в нем сведения могут быть использованы также научными работниками в области океанологии, морского ледоведения, метеорологии, а также преподавателями гидрометеорологических университетов в курсе лекций по морским льдам.

Людмила Наумовна Дымент,
Станислав Михайлович Лосев,
Виктор Сергеевич Порубаев

ХАРАКТЕРИСТИКИ КРУПНЫХ РАЗРЫВОВ
В ЛЕДЯНОМ ПОКРОВЕ
ПРИАТЛАНТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
АРКТИЧЕСКОГО БАССЕЙНА

СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ

Подписано в печать 30.06.20
Печать офсетная.
Тираж 100 экз.

Формат 60 × 84 1/16
Усл. печ. л. 1,63.
Заказ № ____.

Типография издательства Политехнического университета Петра Великого
195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29

ISBN 978-5-98364-093-1

© Государственный научный центр РФ
Арктический и антарктический
научно-исследовательский институт
(ГНЦ РФ ААНИИ), 2020.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
Исходные данные	5
Расчет характеристик разрывов	6
Карты климатических характеристик разрывов	11
Список литературы	13
<i>Приложение А. Карты климатических характеристик разрывов, в приатлантической части Арктического бассейна за январь.....</i>	<i>15</i>

ПРЕДИСЛОВИЕ

Нарушения сплошности ледяного покрова, именуемые также разрывами, представляют собой трещины, каналы, разводья, а также относительно узкие протяженные зоны с повышенной раздробленностью льда и с несколько пониженной его сплоченностью. Разрывы формируются в холодное время года под влиянием динамических факторов [2].

Наблюдения за разрывами начали проводиться в середине прошлого века посредством ледовой авиаразведки. В дальнейшем, помимо визуальных наблюдений, стала использоваться аэрофотосъемка. С появлением в 80-х годах XX века снимков ледяного покрова, передаваемых с искусственных спутников Земли (ИСЗ), информация о разрывах стала поступать более регулярно и охватывала значительную акваторию. Дешифрирование и последующая оцифровка разрывов по спутниковым снимкам позволили создать электронные архивы и базы данных о нарушениях сплошности льда (НСЛ) по различным акваториям [1, 4, 10].

Практическая значимость НСЛ привела к появлению большого числа публикаций с результатами исследования климатических характеристик разрывов [3, 6, 8, 9, 11, 12]. Указанные работы составляют лишь незначительную часть от полного их перечня. Результатом обобщения всей имеющейся информации по разрывам в приатлантической части Арктического бассейна стало предлагаемое справочное пособие.

Пособие создано на основе информации, полученной по снимкам ИСЗ. В него включены карты средних многолетних характеристик разрывов, рассчитанных по квадратам сетки 100×100 км за каждый месяц с октября по июнь. В период июль — сентябрь в связи с интенсивным таянием льда и увеличением его раздробленности элементы НСЛ сначала быстро изменяются, а в конце июля — первой половине августа разрывы нередко практически перестают существовать. По этой причине указанное время года в справочном пособии не представлено.

Содержащиеся в настоящем издании сведения представляют интерес для широкого круга специалистов, деятельность которых связана с мореплаванием, планированием грузоперевозок, осуществлением природоохранных мероприятий. Они могут быть использованы также в научных разработках, к числу которых можно отнести следующие:

- описание макромасштабного строения ледяного покрова как природного объекта с учетом систем разрывов;
- создание моделей динамики льда;
- оценка роли каналов и разводий в жизнедеятельности морских млекопитающих и др.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Источником исходных данных для настоящего справочного пособия послужили снимки малого разрешения, поступающие с ИСЗ в режиме непосредственной передачи в ТВ- и ИК- диапазонах. Наименьшее значение пороговой ширины НСЛ, дешифрируемых на этих снимках, составляет 500 м. Таким образом, получаемые по снимкам сведения относятся к наиболее крупным разрывам.

Оцифровка НСЛ, выявленных в результате их дешифрирования на снимках, осуществлялась с применением дигитайзера. В ходе ее выполнения рассчитываются координаты точек, которые выбираются на скальваемом разрыве довольно близко одна от другой с тем, чтобы отрезки между ними можно было считать прямолинейными. Для каждого отрезка по координатам концов вычисляются значения его длины l_i и направления α_i . Параметры элементарных отрезков заносятся в электронный архив, где они представлены отдельным файлом за каждое наблюдение. При этом под данными одного наблюдения понимается совокупность всех значений l_i и α_i , полученная в регионе за одну дату (в некоторых случаях за период 2—5 суток).

Занесение данных в электронный архив началось еще в 1998 г. С некоторыми перерывами его пополнение осуществлялось в течение после-

Таблица 1

Годы с наличием исходных данных о разрывах в электронном архиве

Месяц	Годы	Число лет	Число наблюдений
X	1980–1982, 1993, 1994, 1996, 1998, 2005–2016	19	232
XI	1980–1982, 1993–1996, 1998, 2000, 2001, 2005–2017	23	318
XII	1980–1982, 1993, 1994, 1996, 1998, 2000, 2001, 2005–2017	22	335
I	1981–1983, 1993–1995, 1997, 1999, 2001, 2002, 2006–2017	22	238
II	1981–1983, 1993–1997, 1999, 2000, 2002–2017	25	274
III	1981–1983, 1992–1997, 1999–2001, 2006–2017	24	297
IV	1979–1981, 1983, 1992–1997, 1999, 2000, 2005–2017	25	307
V	1979–1983, 1993, 1995–1997, 1999, 2000, 2005–2012, 2014–2017	23	278
VI	1979–1983, 1993, 1996, 1997, 1999, 2000, 2005–2012, 2014–2017	22	229

дующих лет вплоть до декабря 2017 г. Число лет с наблюдениями, по которым получена исходная информация для каждого месяца, приведено в табл. 1. Из нее следует, что общее число наблюдений, использованных при разработке настоящего пособия, превышает 2500. Среднее число наблюдений в месяце составляет 278, при этом стандартное отклонение равно 14. Наименьшие значения числа наблюдений приходятся на начало и конец ледового цикла (октябрь и июнь), а наибольшие — на ноябрь и декабрь.

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗРЫВОВ

Как уже отмечалось, расчет характеристик разрывов осуществлялся на сетке квадратов 100×100 км (рис. 1), которая охватывала всю заданную акваторию. В каждом квадрате на этом рисунке приведены географические координаты его центра в долях градуса. Западная долгота указана со знаком «минус».

Для создания комплекта карт по квадратам сетки рассчитывались климатические значения шести следующих характеристик разрывов: модальное направление, протяженность разрывов в модальном интервале, обеспеченность этого интервала, среднее расстояние между раз-

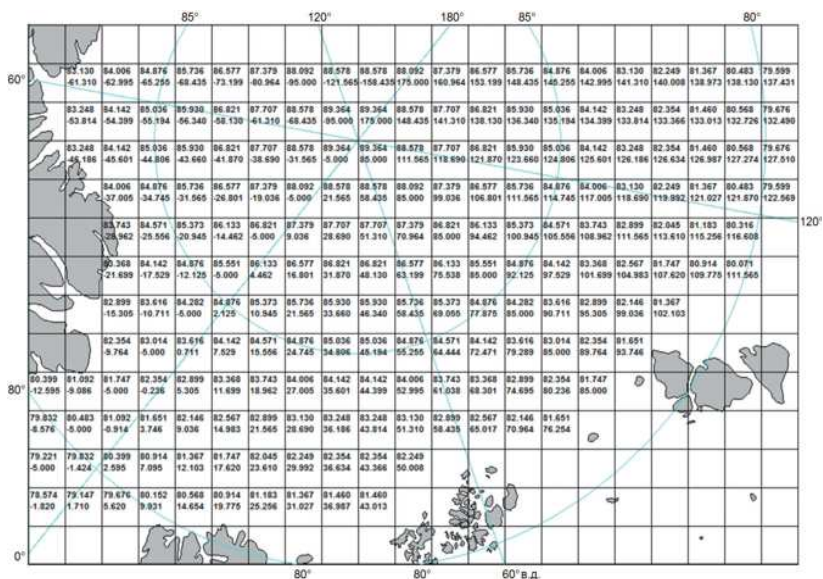


Рис. 1. Квадраты сетки 100×100 км с географическими координатами их центров.

рывами, удельная длина разрывов и их средняя протяженность. Кроме средних многолетних значений характеристик, определялся также диапазон их межгодовых изменений.

Дадим далее определение каждой характеристики и рассмотрим алгоритмы расчета их средних многолетних значений.

Модальное направление α_m — то направление α_j (градусы), при котором в достаточно ограниченном интервале $\alpha_j \pm \Delta\alpha$ геометрическая повторяемость протяженности элементарных отрезков разрывов p_j является наибольшей.

Технология расчета преобладающего направления разрывов состоит в следующем. Для заданного месяца k -го года по данным о длине l_i и ориентации α_i элементарных отрезков разрывов в скользящем интервале $\alpha_j \pm \Delta\alpha$ при последовательном изменении α_j через 1° от 0 до 179° рассчитываются значения геометрической повторяемости p_j протяженности этих отрезков при каждом положении интервала:

$$p_{j,k} = \frac{\sum l_{j,k}}{\sum l_k} 100. \quad (1)$$

Здесь в числителе приведена суммарная протяженность элементарных отрезков разрывов в квадрате, ориентация которых попадает в интервал $\alpha_j \pm \Delta\alpha$, а в знаменателе — суммарная протяженность всех разрывов в квадрате в заданном месяце k -го года.

В итоге формируется ряд из 180 значений повторяемости $p_{j,k}$. Направление α_j , при котором геометрическая повторяемость $p_{j,k}$ оказалась наибольшей, принимается за модальное направление $\alpha_{m,k}$ в k -м году. При выполнении расчетов величина $\Delta\alpha$, определяющая границы скользящего интервала, принималась равной 20° .

Изложенная процедура повторяется по данным для каждого года. В результате получаем матрицу, в которой любой паре значений α_j и k соответствует повторяемость $p_{j,k}$. По этим данным для последовательно изменяемых направлений α_j находятся средние арифметические значения повторяемости за N лет:

$$p_j = \frac{\sum_{k=1}^N p_{j,k}}{N} \quad (2)$$

Направление α_j , которому соответствует наибольшее значение p_j , принимается за климатическое модальное направление разрывов α_m в заданном квадрате за рассматриваемый месяц, а интервал $\alpha_m \pm 20^\circ$ — за их климатический модальный интервал.

Расчет модальной ориентации разрывов α_m ведется относительно оси OX выбранной сетки квадратов, которая в настоящем справочном пособии совпадает с направлением меридиана 130° в.д. и отсчитывается против часовой стрелки.

Если в квадрате выявлено второе по значимости модальное направление α_{m2} , то для него рассчитываются и обе соответствующие модальному интервалу характеристики: средняя обеспеченность второго модального интервала и средняя протяженность попадающих в него разрывов. Выделение второй моды осуществлялось с учетом следующих критериев:

- различие между ориентацией α_{m1} и α_{m2} должно составлять не менее 30° ;
- коэффициент Рэлея $R \geq 1,3$;
- обеспеченность второго модального интервала p_{m2} должна составлять не менее 25 %.

Обеспеченность климатического модального интервала p_m — показатель устойчивости направления разрывов (%).

Среднее многолетнее значение этого параметра определяется в ходе расчета предыдущей характеристики. Оно равно геометрической повторяемости протяженности элементарных отрезков разрывов p_j , направление которых оказалось в рамках климатического модального интервала $\alpha_m \pm 20^\circ$:

$$p_m = (p_j)_{\max}.$$

Эта величина и получила условное название обеспеченности модального интервала. В случае если климатическое распределение протяженности разрывов по их направлениям близко к равномерному, в любом интервале $\alpha_j \pm 20^\circ$ геометрическая повторяемость p_j составляет около 22 % и модальная ориентация разрывов не выделяется. В общем же случае чем чаще в квадрате в заданном месяце проявляется однонаправленность разрывов за разные годы, тем значительнее становится обеспеченность модального интервала.

Протяженность разрывов в климатическом модальном интервале L_m — средняя длина (км) совокупности элементарных отрезков разрывов, направление которых попадает в климатический модальный интервал.

Для расчета этой характеристики в заданном месяце прежде всего находилась суммарная протяженность всех разрывов в квадрате с ориентацией, отклоняющейся от климатического модального направления не более, чем на 20° , за каждый год с наблюдениями:

$$l_{m,k} = \frac{1}{M_k} \sum_{i=1}^n l_{i,k}^{\alpha}. \quad (3)$$

Здесь M_k — число наблюдений в k -м году; l^{α} — протяженность отрезка разрыва, ориентированного в направлении $\alpha_m \pm 20^\circ$.

Искомая величина L_m находилась как среднее арифметическое из $l_{m,k}$ за все N лет:

$$L_m = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N l_{m,k}. \quad (4)$$

Диапазон межгодовой изменчивости протяженности разрывов в климатическом модальном интервале определяется по экстремальным значениям этой характеристики, рассчитанной за каждый год.

Среднее многолетнее расстояние между разрывами в отличие от других характеристик рассчитывается с учетом среднего расстояния f_i за каждое наблюдение. Расстояние между разрывами за i -е наблюдение определяется аналитическим путем по системе параллельных створов, заданных по нормали к модальному направлению НСЛ в квадрате. Результирующее направление $\alpha_{m,i}$ представляет собой направление прямой, сумма проекций на которую всех отрезков разрывов в квадрате максимальна [5]. Расчет расстояния между разрывами выполняется при величине интервала между секущими створами, равной 1 км. В квадрате 100×100 км число створов составляет от 100 (при ориентации створов параллельно одной из сторон квадрата) до 141 (при ориентации створов параллельно одной из диагоналей квадрата).

Среднее расстояние между разрывами в квадрате за рассматриваемый месяц k -го года f_k вычисляется как среднее арифметическое средних расстояний, установленных по данным отдельных наблюдений f_i . В свою очередь, среднее многолетнее расстояние F для данного месяца за N лет равно среднему арифметическому значений f_k :

$$F = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N f_k. \quad (5)$$

Диапазон межгодовых изменений f_k в квадрате определяется минимальным и максимальным значениями из рассчитанных за каждый год средних значений расстояния f_k .

При использовании сведений о расстоянии между разрывами следует принимать во внимание, что не все задаваемые створы имеют пересечения с НСЛ. В квадрате могут существовать так называемые пустые

створы, которые не имеют пересечения с элементарными отрезками разрывов. В соответствии с принятой методикой за расстояние между разрывами принимается протяженность участка створа между двумя последовательными его пересечениями с разрывами, а также протяженность участков створа от его начала до первого пересечения с разрывом и от последнего пересечения разрыва со створом до его конца. Полностью пустые створы в расчете не учитываются. По этой причине на картах расстояний между разрывами приводимые их значения могут оказаться несколько завышенными.

Удельная длина $\bar{L}^*$ — мера пространственной плотности разрывов, выражаемая совокупной их протяженностью на площади, равной 1 км^2 , измеряется в м/км^2 . Расчет ее среднего многолетнего значения для заданного месяца начинается с предварительного вычисления среднемесячного значения удельной длины l_k^* отдельно за каждый k -й год из всех N лет, охваченных наблюдениями:

$$l_k^* = \frac{1}{MS} \sum_{i=1}^n l_i. \quad (6)$$

Здесь $\sum_{i=1}^n l_i$ — суммарная протяженность элементарных отрезков разрывов в квадрате по данным всех наблюдений в этом месяце k -го

года; S — площадь квадрата; M — число наблюдений в квадрате за месяц k -го года.

Климатическая удельная длина определяется как среднее арифметическое всех ее среднемесячных значений:

$$\bar{L}^* = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N l_k^* \quad (7)$$

Диапазоны межгодовых изменений удельной длины установлены по ее экстремальным среднемесячным значениям $(l_k^*)_{\min}$ и $(l_k^*)_{\max}$ за все годы с наблюдениями.

От климатической удельной длины $\bar{L}^*$ довольно просто перейти к средней многолетней протяженности совокупности разрывов L в квадрате. Так, если в квадрате $100 \times 100 \text{ км}$ $\bar{L}^* = 20,5 \text{ м/км}^2$, то среднее значение суммарной длины всех элементарных отрезков разрывов $L = 205 \text{ км}$.

Средняя протяженность разрывов в отличие от всех предыдущих характеристик рассчитывается не по квадратам сетки, а по всей акватории в целом, так как протяженность отдельного разрыва в подавляющем

большинстве случаев больше размеров одного квадрата. В настоящем справочном пособии приводятся ее статистические характеристики и среднее значение коэффициента извилистости разрывов, которое вычисляется как среднее отношение фактической длины разрыва к его результирующей длине.

В качестве диапазона изменения протяженности приводятся значения длины самого короткого и самого длинного разрыва по материалам всех наблюдений за рассчитываемый месяц.

КАРТЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗРЫВОВ

В настоящем справочном пособии содержится по 13 карт и одной диаграмме за каждый месяц с октября по июнь. Содержание комплекта карт, включенного в пособие, представлено в табл. 2.

Каждая характеристика (кроме протяженности разрывов) представлена несколькими вариантами карт.

Таблица 2

**Формы представления климатических характеристик,
рассмотренных в настоящем пособии**

Характеристика	Форма представления				
	Значения средних величин в квадратах сетки	Поле распределения (изолинии)	Значения диапазонов изменения в квадратах сетки	Ориентированные отрезки	Диаграмма распределения и статистики
Модальная ориентация	+			+	
Обеспеченность модального интервала	+			+	
Протяженность в модальном интервале	+	+	+		
Удельная длина	+	+	+		
Расстояние между разрывами	+	+	+		
Протяженность					+

Числа в квадратах сетки — климатические значения характеристик и диапазоны межгодовых изменений среднемесячных значений удельной длины разрывов, среднего расстояния между разрывами и протяженности разрывов в модальном интервале.

Карты значений характеристик удобно использовать при проведении какого-либо сравнительного анализа данных, например при определении величины изменения параметров при переходе от одного месяца к другому.

Поля удельной длины разрывов, их протяженности в модальном интервале и среднего расстояния между разрывами представлены изолиниями.

Модальное направление разрывов показано на картах ориентированными отрезками прямых, середина которых отнесена к центрам соответствующих квадратов, а длина масштабирована пропорционально обеспеченности модального интервала. При наличии в квадрате второго модального направления оно также показывается соответствующим отрезком.

Карты с изолиниями и ориентированными отрезками дают целостное представление об особенностях пространственного распределения характеристик НСЛ в пределах всей рассматриваемой акватории. Они позволяют выделять зоны с повышенной и пониженной плотностью разрывов, с однородной их ориентацией, оценивать расстояния между разрывами в задаваемых зонах и др.

Протяженность разрывов представлена ее средним значением, рассчитанным по всей рассматриваемой акватории, средним квадратическим отклонением, а также этими же статистическими параметрами коэффициента извилистости разрывов. Кроме того, в настоящем пособии представлена круговая диаграмма, отображающая распределение средней протяженности разрывов с различной ориентацией, что позволяет оценить протяженность разрывов в представляющем интерес направлении.

В качестве примера в приложении приведены образцы всех карт комплекта за один месяц.

Поскольку все приводимые в настоящем пособии значения характеристик относятся к разрывам, ширина которых составляет не менее 500 м, пользователям этих данных следует иметь в виду, что совокупная протяженность этих разрывов может быть значительно меньше общей длины всех НСЛ. Так, по данным четырех съемок на полигоне [7], выполненных с самолета радаром бокового обзора (разрешающая способность снимков около 40 м) в северо-западной части моря Лаптевых в третьей декаде ноября 1979 г., установлено, что протяженность разрывов при их ширине $d \geq 500$ м составляла всего 9 % их протяженности при $d \geq 40$ м. Безусловно, среднее расстояние между разрывами при

этом оказываются сильно завышенными. В то же время модальное направление разрывов при $d \geq 500$ м с уменьшением их пороговой ширины до $d \geq 40$ м практически не изменялось.

По приатлантической части Арктического бассейна подобных данных пока нет. Однако не вызывает сомнений тот факт, что и здесь суммарная длина крупных разрывов, установленная по снимкам ИСЗ, составляет лишь незначительную часть общей их протяженности. Весьма вероятно, что и преобладающее направление разрывов приатлантической части Арктического бассейна устойчиво сохраняется с изменением их пороговой ширины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бресткин С.В. и др.* База данных о разрывах в ледяном покрове Северного Ледовитого океана / В кн.: Формирование базы данных по морским льдам и гидрометеорологии: описание, технология, содержание и способы использования. СПб., 1995. С. 37—48.
2. *Горбунов Ю.А., Карелин И.Д., Лосев С.М.* Природа нарушения сплошности морского ледяного покрова в зимнее время. // Материалы гляциологических исследований. 1986. Вып. 55. С. 131—134.
3. *Горбунов Ю.А., Лосев С.М., Дымент Л.Н.* Характеристики крупных разрывов в ледяном покрове по данным искусственных спутников Земли / В сб.: Труды 4-й Российской научно-технической конференции «Современное состояние, проблемы навигации и океанографии», Т. 2. СПб., 2001. С. 203—207.
4. *Дымент Л.Н.* База данных элементов структуры ледяного покрова Северного Ледовитого океана / В сб.: Тезисы докладов конференции молодых ученых национальных гидрометслужб стран СНГ. М., 1999. С. 9—10.
5. *Иванов А.И.* Статистическая оценка густоты и направления ледниковой трещиноватости // Материалы гляциологических исследований. 1989. Вып. 65. С. 140—143.
6. *Лосев С.М., Горбунов Ю.А., Дымент Л.Н.* Разрывы в ледяном покрове Арктического бассейна по спутниковым данным // Проблемы Арктики и Антарктики. 2002. Вып. 73. С. 36—52.
7. *Лосев С.М., Горбунов Ю.А., Дымент Л.Н.* Оценка характеристик разрывов в ледяном покрове моря Лаптевых по снимкам самолетного радара бокового обзора и снимкам спутников Земли «Метеор» и NOAA // Метеорология и гидрология. 2003. № 2. С. 59—68.
8. *Лосев С.М., Горбунов Ю.А., Дымент Л.Н.* Средние многолетние характеристики нарушений сплошности льда по спутниковым данным на традиционных

маршрутах плавания в юго-западной части Карского моря // Проблемы Арктики и Антарктики. 2014. № 3. С. 13—26.

9. Лосев С.М., Дымент Л.Н., Миронов Е.У. Протяженность крупных разрывов в дрейфующем льду приатлантической части Арктического бассейна по данным снимков ИСЗ NOAA // Лёд и Снег. 2017. № 4. С. 543—552.

10. Миронов Е.У., Смирнов В.Г., Бычкова И.А., Клячкин С.В., Дымент Л.Н. и др. Экспериментальный аппаратно-программный комплекс спутникового мониторинга и прогноза ледовой обстановки // Проблемы Арктики и Антарктики. 2017. Вып. 2. С. 15—26.

11. Фролов С.В. Влияние ориентации нарушений сплошности льда на эффективность движения судов в Арктическом бассейне в летний период // Проблемы Арктики и Антарктики. 2013. Вып. 3. С. 35—45.

12. Brestkin S.V., Gorbunov Ju.A., Losev S.M. Results of statistical analysis of satellite data on discontinuities in ice cover in the south-western Kara Sea and their passable use for planning sea operations during the winter-spring period V. 3 / In: Proc. POAC'95, August 15–18, 1995, Murmansk. St. Petersburg, 1995. P. 60—68.

ПРИЛОЖЕНИЕ
КАРТЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗРЫВОВ
В ПРИАТЛАНТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ АРКТИЧЕСКОГО БАСЕЙНА
ЗА ЯНВАРЬ

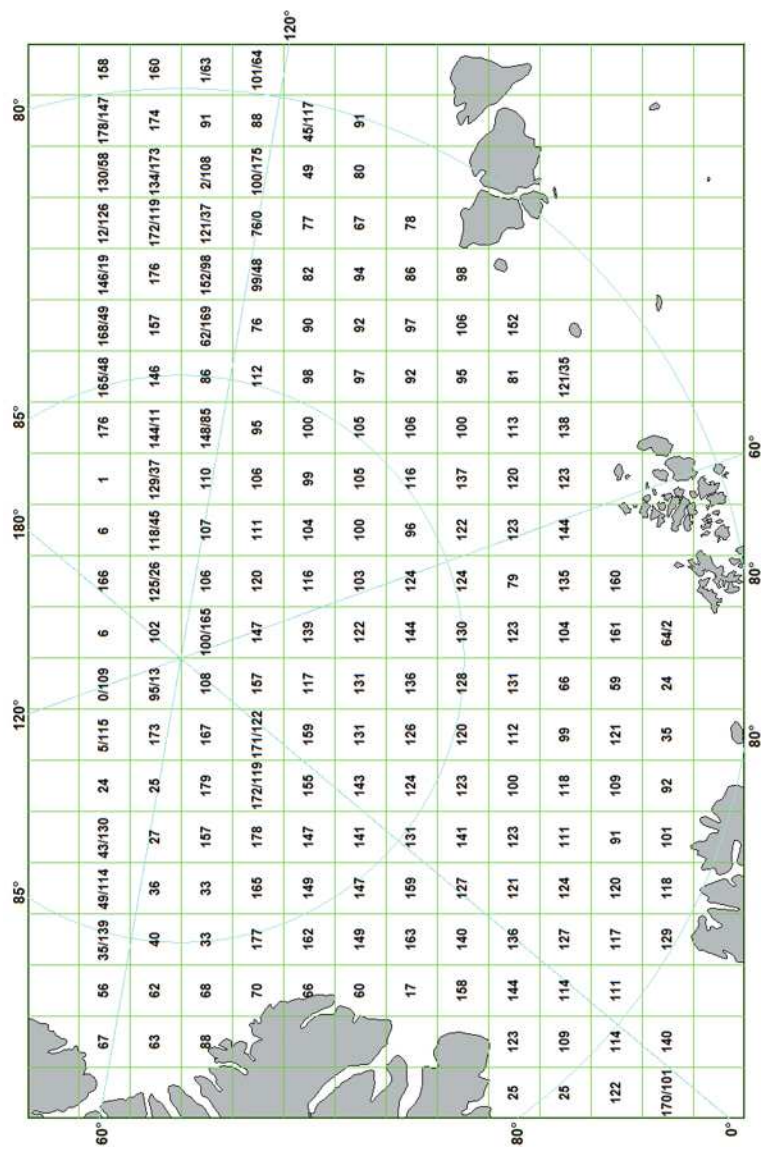


Рис. 1. Климатическое модальное направление (градусы) разрывов.

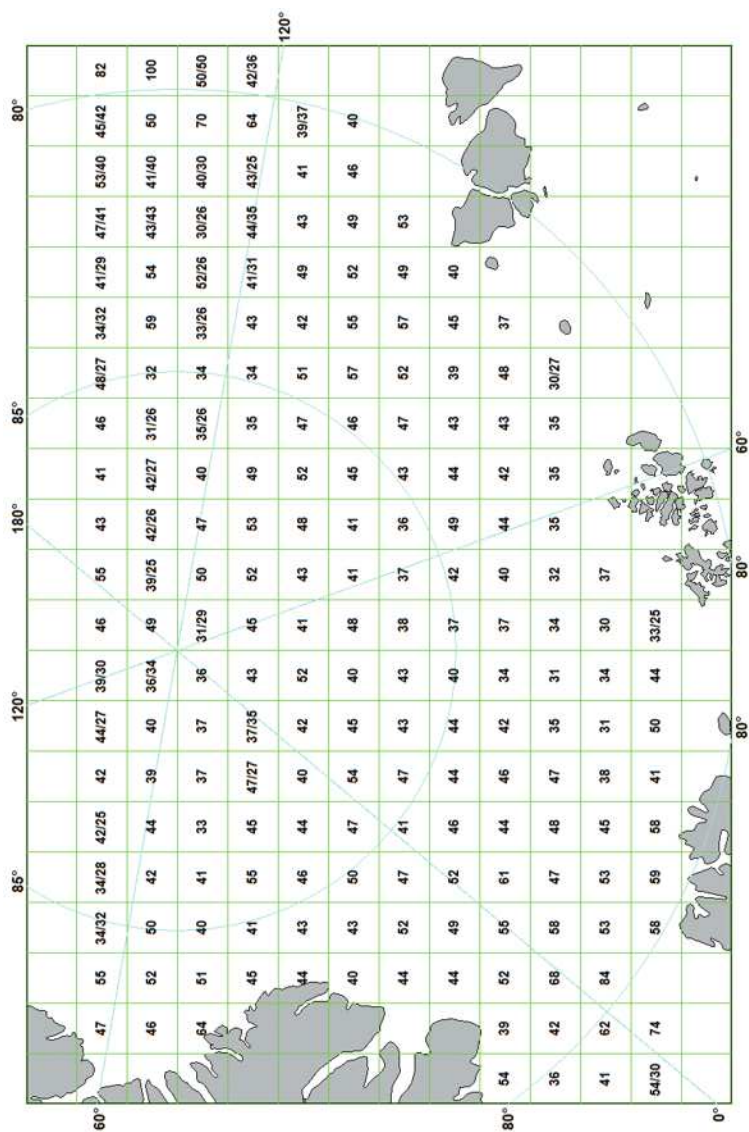


Рис. 2. Средняя многолетняя обеспеченность (%) климатического модального интервала.

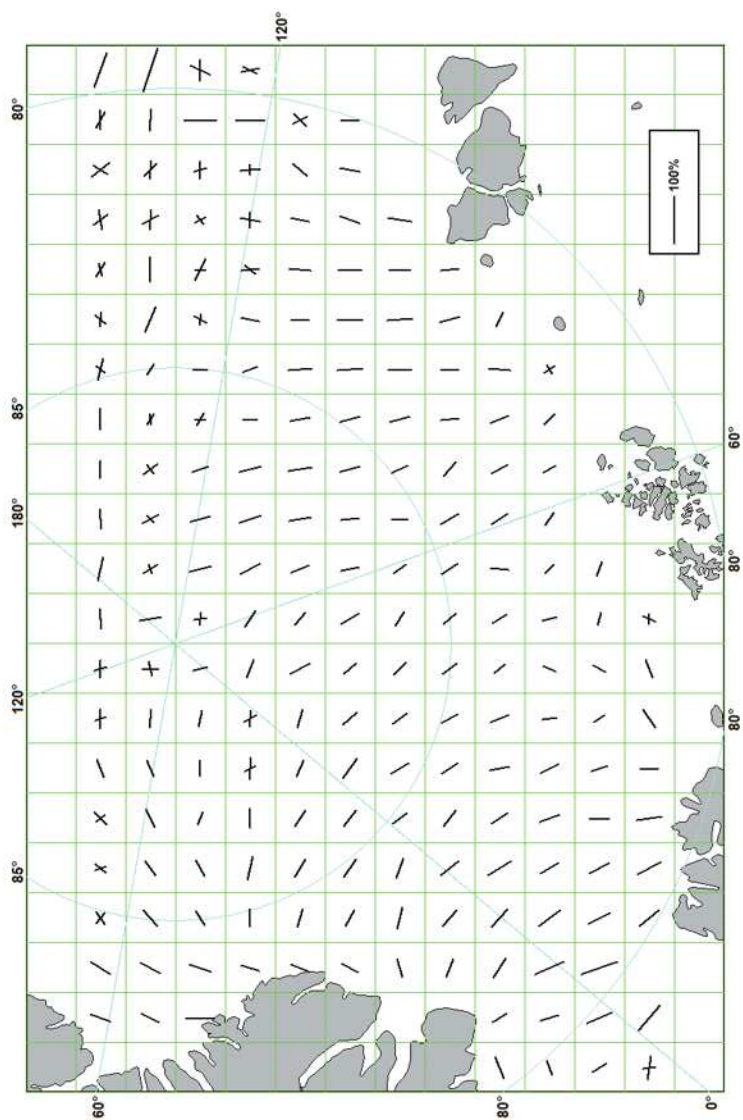


Рис. 3. Климатическое модальное направление разрывов.

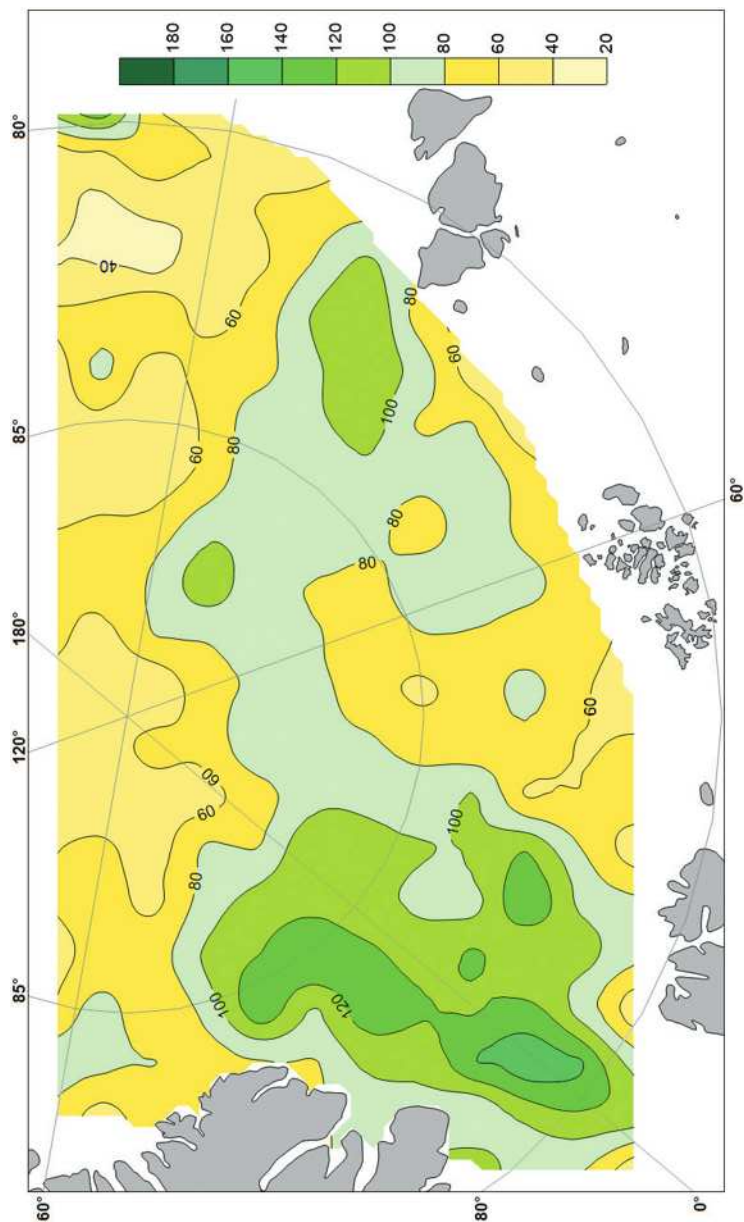


Рис. 4. Средняя многолетняя протяженность (км) разрывов в климатическом модальном интервале.

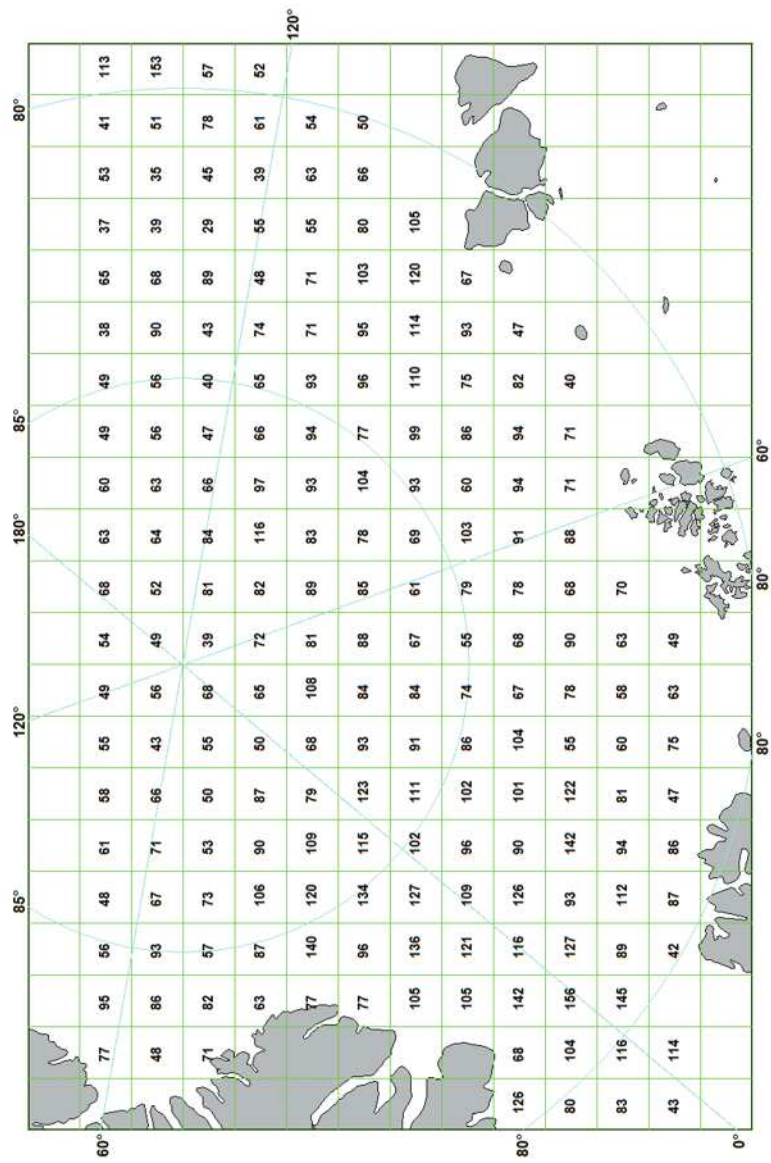


Рис. 5. Средняя многолетняя протяженность (км) разрывов в климатическом модальном интервале.

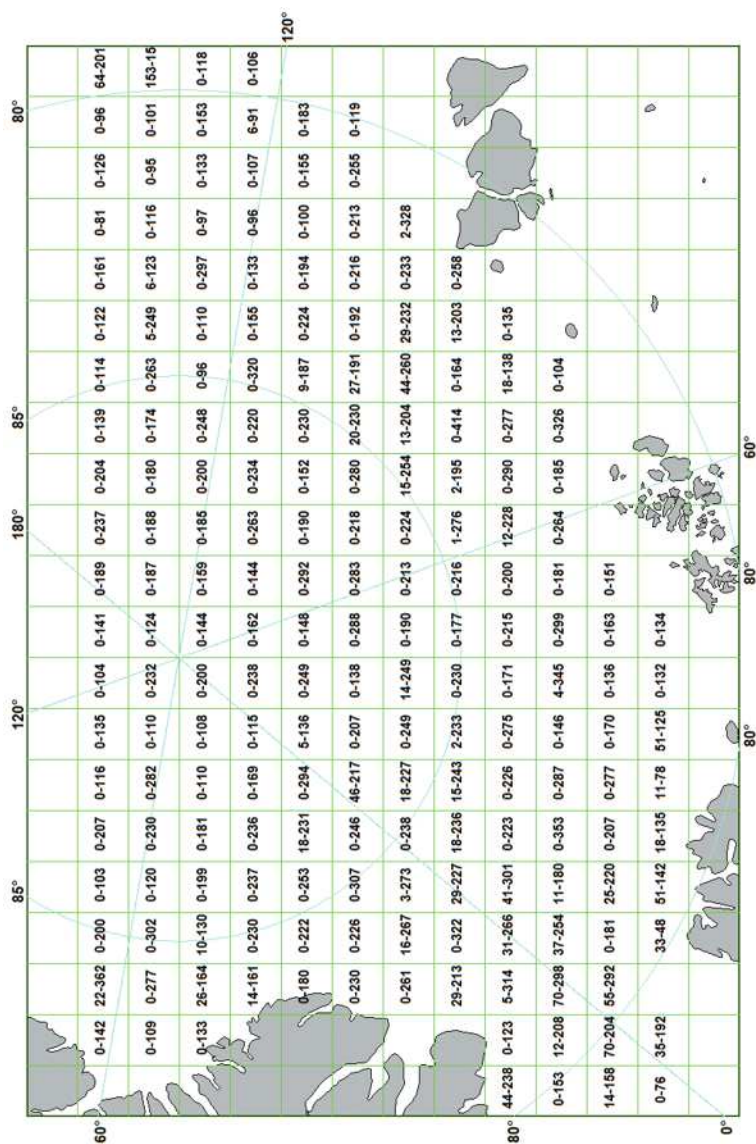


Рис. 6. Диапазон межгодовых изменений среднемесячной протяженности (км) разрывов в климатическом модальном интервале.

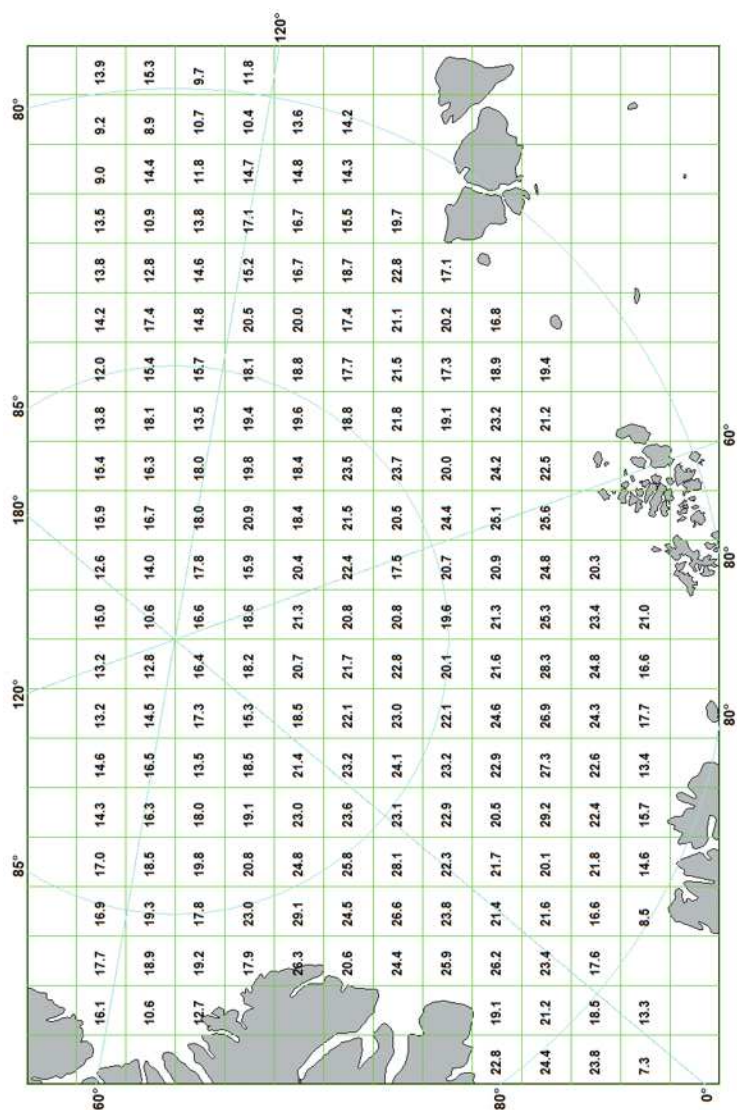


Рис. 7. Климатическая удельная длина (м/км²) разрывов.

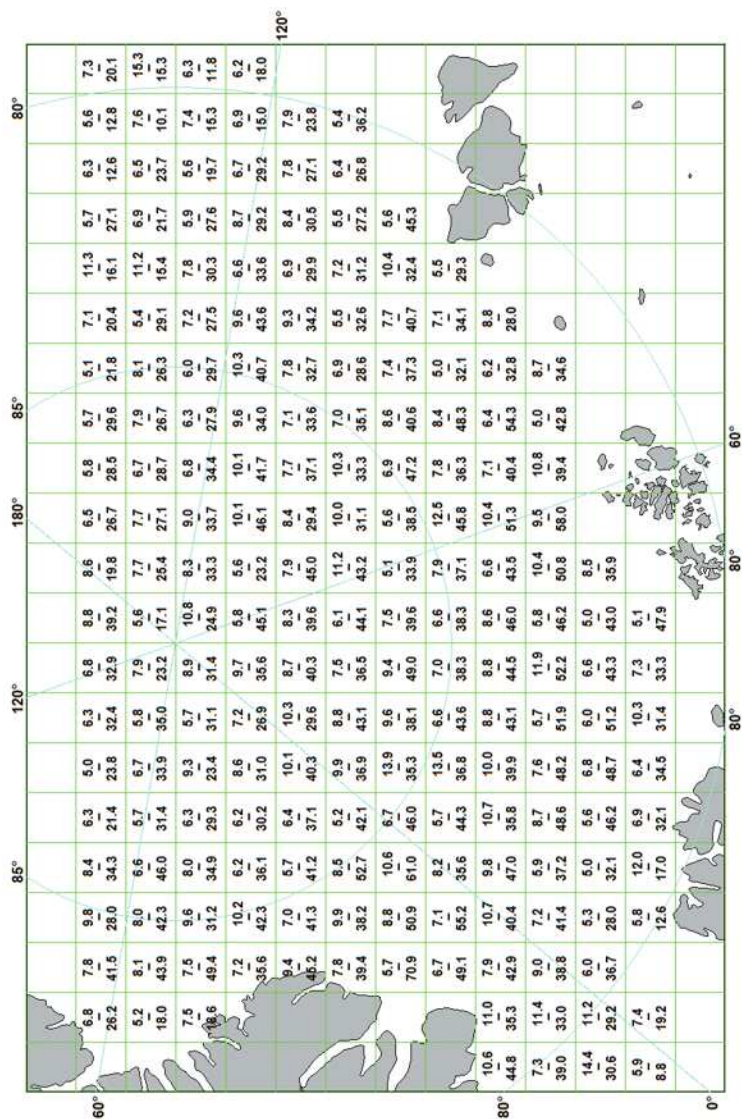


Рис. 8. Диапазон межгодовых изменений среднемесячной удельной длины (м/км²) разрывов.

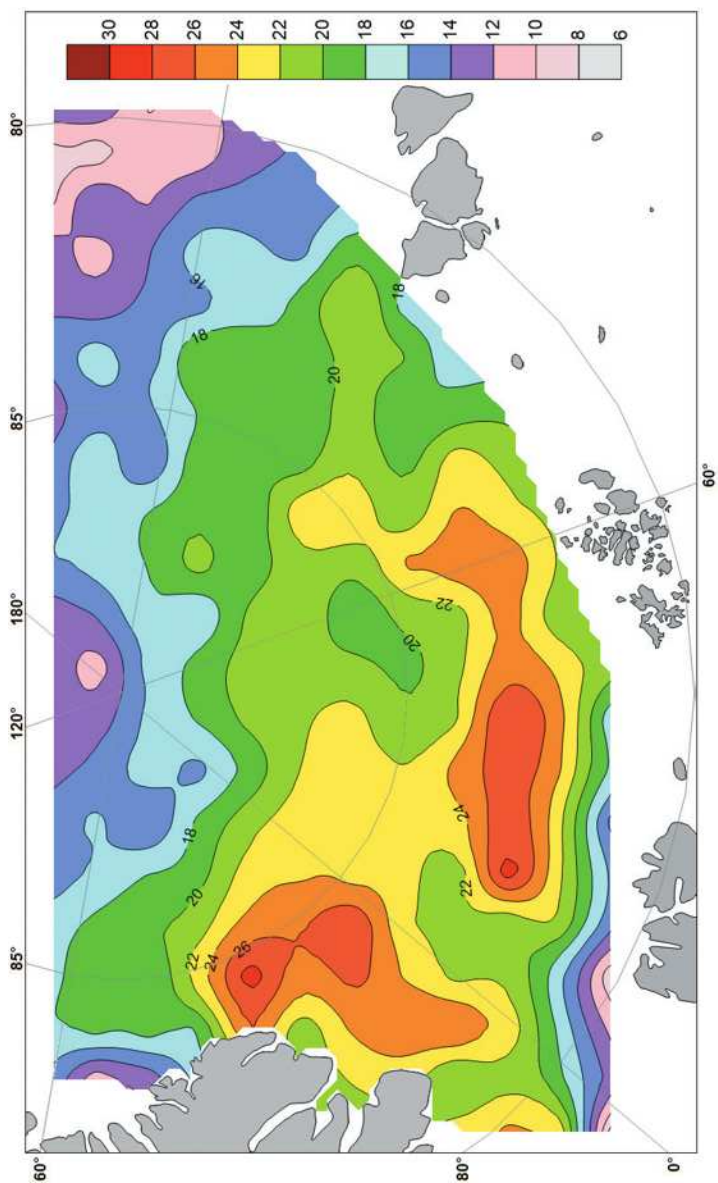


Рис. 9. Климатическая удельная длина (м/км²) разрывов.

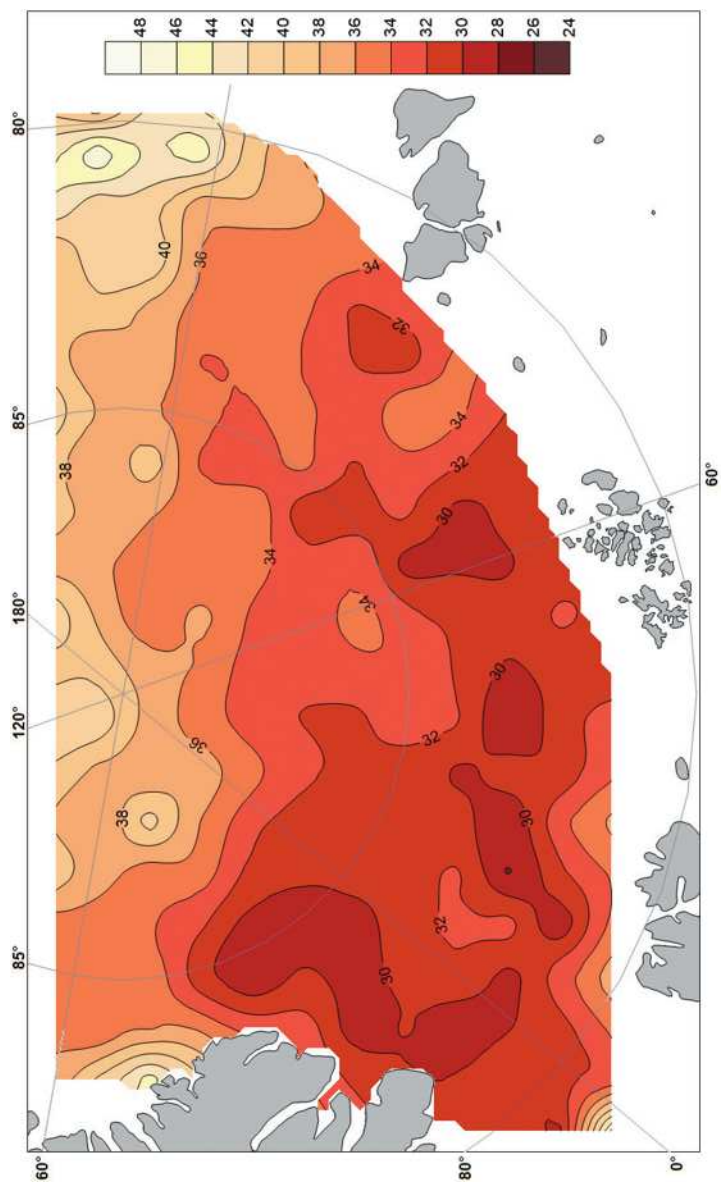


Рис. 10. Климатическое расстояние (км) между разрывами.

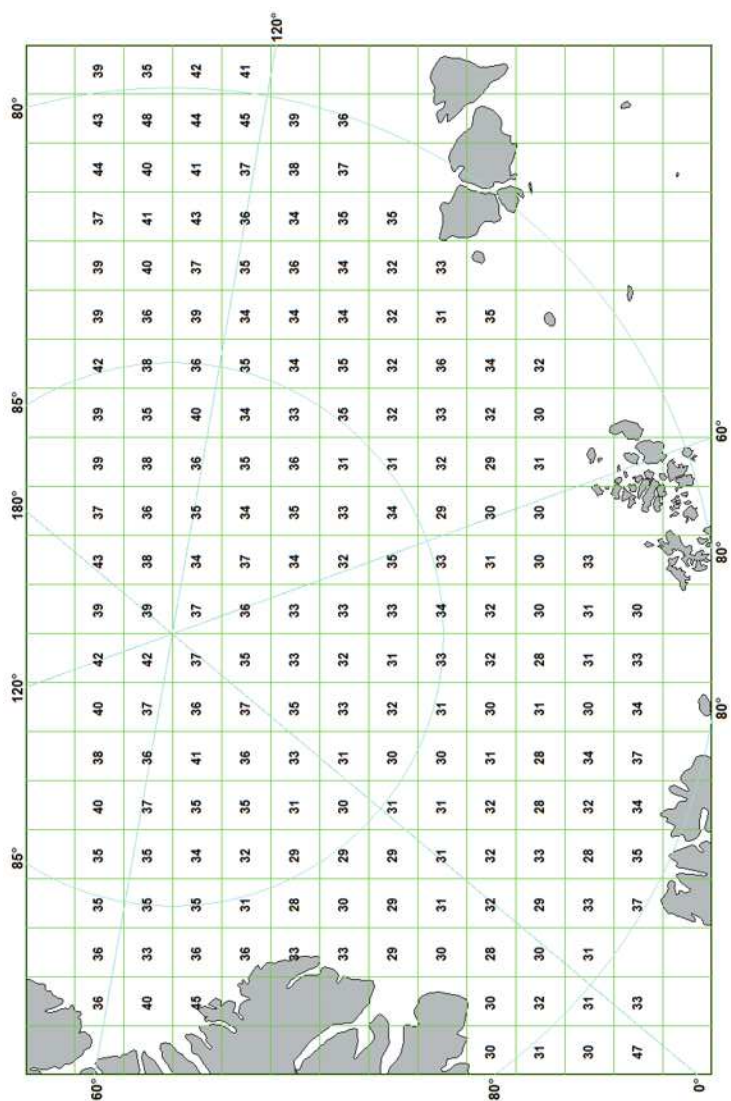


Рис. 11. Климатическое расстояние (км) между разрывами.

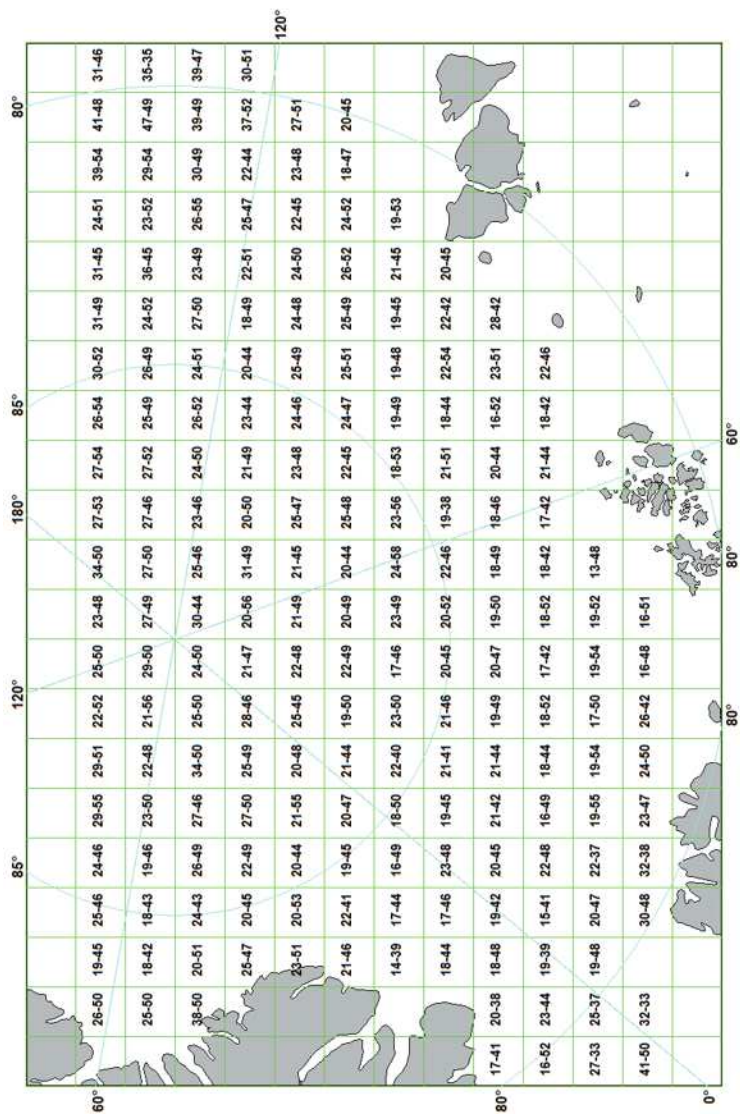


Рис. 12. Диапазон межгодовых изменений среднего расстояния (км) между разрывами.

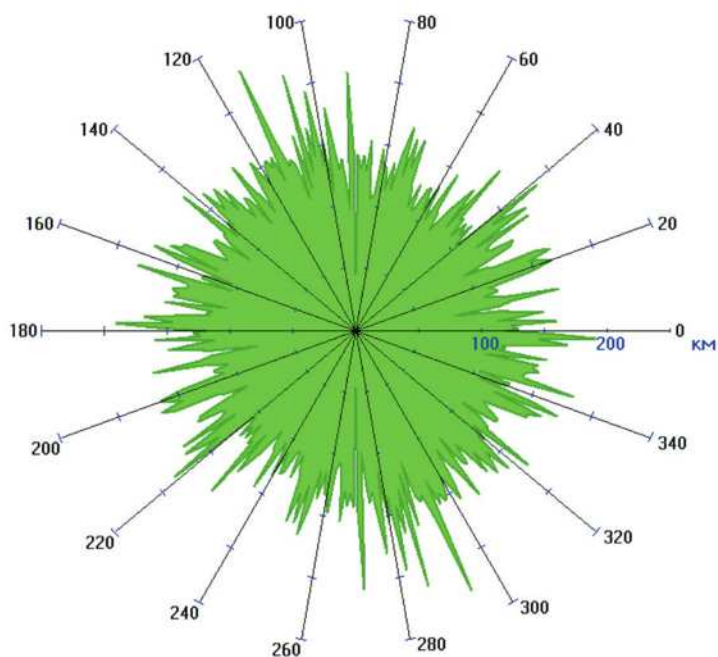


Рис. 13. Распределение средней протяженности (км) разрывов по направлениям и ее статистические характеристики.

Направление отсчитывается от меридиана 130° в.д. против часовой стрелки. Средняя протяженность разрывов 165 км, СКО протяженности 108 км. Среднее значение коэффициента извилистости 1,1, СКО коэффициента извилистости 0,32. Минимальная протяженность разрывов 10 км, максимальная 1347 км.