



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра промышленной океанологии и охраны природных вод

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

(бакалаврская работа)

На тему Изменчивость испарения Северной Атлантики и его влияние  
на режим осадков на европейской территории России

Исполнитель Хазанов Константин Германович

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель доктор географических наук, профессор

(ученая степень, ученое звание)

Малинин Валерий Николаевич

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

канд. физ.-мат. наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Ерёмина Татьяна Рэмовна

(фамилия, имя, отчество)

«19» июни 2017г.

Санкт-Петербург

2017



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра промышленной океанологии и охраны природных вод

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(бакалаврская работа)

На тему Изменчивость испарения Северной Атлантики и его влияние  
на режим осадков на европейской территории России

Исполнитель Хазанов Константин Германович  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель доктор географических наук, профессор  
(ученая степень, ученое звание)

Малинин Валерий Николаевич  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

канд. физ.-мат. наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Ерёмина Татьяна Рэмовна  
(фамилия, имя, отчество)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Санкт-Петербург

2017

## СОДЕРЖАНИЕ

Сокращения.....	3
Введение .....	4
1. Испарение над океаном и методы его определения.....	7
2. Особенности влагообмена между океаном и атмосферой в Северной Атлантике .....	15
2.1 Краткий обзор исследований испарения в Северной Атлантике .....	15
2.2 Исходные данные и статистические методы их анализа .....	19
2.3 Расчёты и анализ испарения в Северной Атлантике .....	20
3. Влияние влагообмена в Северной Атлантике на увлажнение европейской территории России .....	29
Заключение .....	36
Список использованных источников .....	38
Приложения .....	43

## СОКРАЩЕНИЯ

СА – Северная Атлантика

ЕТР – Европейская территория России

## ВВЕДЕНИЕ

Вода – одно из важнейших веществ на Земле. Круговорот воды на планете или глобальный гидрологический цикл, то есть постоянно протекающий процесс перераспределения воды между различными оболочками планеты – гидросферой, атмосферой, криосферой и литосферой – играет очень важную роль в жизни нашей планеты и является определяющим фактором во множестве других процессов.

Глобальный гидрологический цикл может быть представлен в виде так называемой «Резервуарной модели» [1], где все оболочки Земли представлены в виде нескольких отдельных резервуаров обменивающихся между собой влагой. Из анализа этой схемы можно сделать вывод о чрезвычайно важной роли взаимодействия между океаном и атмосферой для функционирования всего глобального гидрологического цикла. Атмосфера – главный источник пресной воды на планете, (через испарение) и, как наиболее подвижный элемент системы, является основным источником её пополнения и перераспределения (посредством выпадения осадков) как между разными элементами-резервуарами, так и между частями одного резервуара. При этом, скорость переноса влаги в атмосфере в десятки раз выше характерной скорости движения вод по суше, а, по сравнению со скоростью океанских течений, – в сотни. Кроме того, атмосфера – единственная оболочка Земли, содержащая воду во всех трёх агрегатных состояниях, причём, в газообразном состоянии (в виде водяного пара), важнейшем для осуществления гидрологического цикла, вода не содержится более ни в одной другой оболочке планеты. В атмосфере постоянно осуществляются фазовые переходы воды из одного агрегатного состояния в другое, при этом самым значимым из них является процесс конденсации, который сопровождается

выделением огромного количества тепла, что, в свою очередь, оказывает значительное влияние на поддержание общей циркуляции атмосферы.

Таким образом, понятно, что атмосфера играет центральную роль в осуществлении гидрологического цикла. При этом, океан имеет не менее важное значение. Океан – основной резервуар воды на планете, основной поставщик влаги и энергии в атмосферу. Благодаря превышению испарения над осадками, океан определяет само существование материкового водного стока, т.е. рек, а, также ледникового стока Антарктиды и Гренландии, т.е. существование всего круговорота влаги на планете.

Очевидно, что океан и атмосфера являются ключевыми элементами глобального гидрологического цикла. Задача изучения их взаимодействия между собой является крайне важной, поскольку познание закономерностей, по которым протекает это взаимодействие позволяет делать выводы и прогнозы о развитии многих других процессов как, например, изменение уровня океана, количества осадков, полноводности рек, количестве льдов, многих других процессах, и, даже, об изменении климата на планете в целом.

В настоящее время в условиях современных изменений климата, сопровождающихся разбалансировкой климатической системы, происходит резкий рост аномальных условий абсолютного увлажнения поверхности суши и прежде всего засух и переувлажнения (наводнений). При этом засухи и наводнения вносят большой вклад в быстрый рост опасных гидрометеорологических явлений, которые приводят к значительному экономическому ущербу [33]. Так, для территории России только за период в 17 лет (1996–2012 гг.) рост опасных гидрометеорологических явлений происходил со скоростью 188/10 лет, в результате чего их число увеличилось более чем в два раза [3]. Поэтому выявление генезиса межгодовой изменчивости и, особенно, построение моделей долгосрочного прогноза характеристик увлажнения и речного стока в условиях современных

изменений климата представляет собой не только фундаментальную научную проблему, но и имеет важное экономическое значение.

Для европейской территории России ключевое значение имеет влагообмен между океаном и атмосферой в Северной Атлантике. Испарение в СА является основным источником влаги для ЕТР и оказывает решающее воздействие на увлажнение европейской территории России.

Целью первой части данной работы является изучение особенностей влагообмена между океаном и атмосферой в Северной Атлантике, а именно: изменчивости испарения в Северной Атлантике. Вторая часть работы посвящена изучению влияния его на режим осадков на европейской части России.

Исходя из поставленной цели, решались следующие задачи:

- 1) особенности климатологического распределения испарения в СА;
- 2) выявление закономерностей межгодовой изменчивости испарения в Северной Атлантике;
- 3) оценка межгодовой изменчивости параметров увлажнения на ЕТР;
- 4) районирование осадков на европейской территории России с помощью кластерного анализа.

По результатам решения поставленных задач на защиту выносятся положения:

- 1) Климатологическая оценка испарения в Северной Атлантике;
- 2) Анализ трендов в испарении Северной Атлантики;
- 3) Районирование осадков на ЕТР;
- 4) Оценка влияния влагообмена между океаном и атмосферой в СА на межгодовую изменчивость осадков на ЕТР.

## 1. Испарение над океаном и методы его определения.

Одним из важнейших параметров взаимодействия океана и атмосферы является испарение с поверхности океана. Испарение входит в состав теплового, водного и солевого балансов. Через испарение происходит образование и поступление в атмосферу пресной воды, которая, в последствии, выпадая в виде осадков на сушу питает всё живое, формирует материковый сток и ледники. Испарение является, также, основным источником энергии для атмосферы (в скрытой форме). Огромное количество этой энергии высвобождается при конденсации влаги за многие сотни и тысячи километров от места испарения и идёт на поддержание процессов атмосферной циркуляции.

В настоящее время механизмы вертикального переноса влаги с поверхности океана достаточно хорошо известны [7, 8, 9, 10, и др.], однако, вопрос добротного количественного определения испарения с поверхности океана остаётся пока не решённым. Это вызвано, в первую очередь, нехваткой информации, необходимой для его расчёта, а, также, не слишком высокой точностью методов расчёта. Таких методов существует не малое количество [12, 13, 14, 18 и др.], и каждый из них имеет свои достоинства и недостатки.

В климатологических расчетах чаще всего применяется так называемый аэродинамический метод (балк-метод, разностный метод), несомненным преимуществом которого является то, что он требует минимум исходной информации для оценки испарения. Основой данного метода служит следующая зависимость:

$$E_0 = \rho C_E (q_0 - q_z) U_z, \quad (1.1)$$

где  $\rho$  — плотность воздуха;

$C_E$  — коэффициент влагообмена (число Дальтона);

$q_0$  — доля влаги у поверхности воды, определяемая, как правило, по температуре поверхности океана с учетом солёности;

$q_z$  — доля влаги на высоте  $z$ ;  $U_z$  — скорость ветра на высоте  $z$  (обычно  $z = 10$  м).

В формуле (1.1) поток влаги предполагается постоянным по высоте. Кроме того, из этой формулы следует, что при  $U_z = 0$  испарение обращается в нуль, что не соответствует действительности, поскольку при штиле, в случае неустойчивой стратификации, перенос водяного пара вверх осуществляется посредством свободной конвекции. Поэтому при малых скоростях ветра ( $U_z < 3$  м/с) вместо (1.1) можно воспользоваться следующим выражением:

$$E_0 = \varphi (q_0 - q_z), \quad (1.2)$$

где  $\varphi$  — некоторая функция, конкретный вид которой обсуждается, например, в работах [7, 23].

Производя осреднение формулы (1.1) по времени (например,  $\tau = 1$  мес.) и используя постулаты Рейнольдса получаем:

$$\begin{aligned} \bar{E}_0 / \bar{\rho} = \overline{C_E U_z \Delta q} = \overline{C_E U_z} \overline{\Delta q} + \overline{C_E U'_z \Delta q'} + \\ + \overline{U_z C'_E \Delta q'} + \overline{\Delta q C'_E U'_z} + \overline{C'_E U'_z \Delta q'}, \end{aligned} \quad (1.3)$$

где  $\Delta q$  — перепад доли влаги ( $\Delta q = q_0 - q_z$ ). В выражении (1.3) первое слагаемое справа описывает поток влаги, рассчитанный по средним месячным параметрам; остальные слагаемые показывают вклад различных пульсационных членов, обусловленных корреляцией срочных значений числа Дальтона, скорости ветра и перепада доли влаги. То есть, расчет испарения по средним месячным характеристикам будет верен только в случае, когда сумма

пульсационных членов окажется пренебрежимо малой по сравнению с  $\bar{C}_E \bar{U}_z \bar{\Delta q}$ .

Ряд работ, выполненных разными авторами [16, 17, 19, 168], свидетельствуют о том, что оценки испарения по срочным и средним месячным данным различаются, как правило, на незначительную величину: менее чем на 10 %, причем эти различия носят, в основном, случайный характер. Это утверждение справедливо, прежде всего, для районов, где шторма случаются не столь часто. В районах с интенсивной штормовой деятельностью, когда характерная скорость ветра  $U_z > 14$  м/с, вклад пульсационных добавок в испарение становится существенным и может достигать 40 % [7]. Таким образом, во многих случаях пульсационными членами в (3.2) можно пренебречь:

$$\bar{E}_0 = \bar{\rho} \bar{C}_E \bar{U}_z (\bar{q}_0 - \bar{q}_z) \quad (1.4)$$

Производя осреднение формулы (1.4) по пространству, аналогично (1.3), получаем:

$$\begin{aligned} [\bar{E}_0/\bar{\rho}] &= [\bar{C}_E \bar{U}_z \bar{\Delta q}] = [\bar{C}_E] [\bar{U}_z] [\bar{\Delta q}] + [\bar{C}_E] [\bar{U}_z^* \bar{\Delta q}^*] + \\ &+ [\bar{U}_z] [\bar{C}_E^* \bar{\Delta q}^*] + [\bar{\Delta q}] [\bar{C}_E^* \bar{U}_z^*] + [\bar{C}_E^* \bar{U}_z^* \bar{\Delta q}^*]. \end{aligned} \quad (1.5)$$

Первое слагаемое в правой части этого выражения дает поток влаги, определяемый по зонально осреднённым параметрам. Расчеты испарения с учетом всех слагаемых для различных широтных зон Северной Атлантики, показывают, что решающий вклад в оценку  $[\bar{E}_0/\bar{\rho}]$  дает именно первое слагаемое. Все остальные пульсационные члены малы, а их распределение имеет, по большей мере, случайный характер. В результате, сумма пульсационных членов, оказывается, как правило, пренебрежимо мала по

сравнению с  $[\overline{C_E}] [\overline{U_z}] [\overline{\Delta q}]$ , а, следовательно, формула (1.5) может быть преобразована к виду:

$$[\overline{E_0}] = \bar{\rho} [\overline{C_E}] [\overline{U_z}] [\overline{\Delta q}] \quad (1.6)$$

Таким образом, можно сделать вывод, что зонально осредненные оценки испарения с высокой степенью точности могут быть получены по зонально осредненным значениям числа Дальтона, скорости ветра и перепада доли влаги.

В практических расчетах вместо (1.4) обычно используется выражение

$$E_0 = \rho C_E U_z (e_0 - e_z) (0,622/p_z), \quad (1.7)$$

где  $e_0$  и  $e_z$  -- упругость водяного пара у поверхности океана и на высоте  $z$  соответственно. При этом давление  $p_z$  и плотность воздуха  $\rho$  часто принимаются постоянными, например, принимается, что  $p_z = 1010$  гПа, а  $\rho = 1,25$  кг/м<sup>3</sup> [25]. В этом случае при расчете испарения возникают дополнительные погрешности, обусловленные непостоянством  $p_z$  и  $\rho$ . Эти погрешности могут быть оценены и исключены, с помощью уравнения состояния сухого воздуха (поправка на влажность воздуха, как известно, составляет менее 1 %):

$$\bar{p}_z = R_c \rho T_z.$$

В результате получаем:

$$E_0 = M C_E U_z \Delta e T_z^{-1}, \quad (1.8)$$

где  $M$  — размерный коэффициент. Если, например,  $E_0$  выразить в кг/(м<sup>2</sup> сут), то  $M = 18,72 \cdot 10^3$  (кг · К) / (м<sup>3</sup> · гПа).

Формула (1.8) позволяет учесть суммарное влияние плотности  $\rho$  и давления  $p_z$  на оценку испарения через температуру воздуха. Из (1.8) видно, что с увеличением температуры  $T_z$  происходит уменьшение испарения. Это уменьшение наиболее заметно в низких широтах, где оно составляет 5 — 7 % по сравнению с испарением при  $T_z = 8,2$  °С, что соответствует  $p_z = 1010$  гПа и  $\rho = 1,25$  кг/м<sup>3</sup>. Исходя из этого представляется нецелесообразным принимать в расчетах  $\rho$  и  $p_z$  константами, тем более, что значение  $T_z$  обычно известно. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что формула (1.8), является наиболее предпочтительной для расчёта испарения, поскольку содержит меньшее число исходных параметров.

Однако, при использовании этой формулы также встречается ряд сложностей, в частности: на текущий момент пока не найдена универсальная зависимость числа Дальтона от внешних факторов. Вследствие этого, в расчетах используются самые различные варианты, начиная от принятия  $C_E$  постоянным до сложных многопараметрических зависимостей  $C_E$  от характеристик приводного слоя. Например, в полуэмпирической модели, разработанной в ГГО [21], для скоростей ветра  $U_z < 14$  м/с, соответствующих чисто турбулентному механизму формирования испарения, принимается:

$$C_E = \varphi(U_{10}, \Delta T_{10}^{\text{эф}}),$$

где  $\Delta T_{10}^{\text{эф}}$  — эффективный перепад температуры, определяемый по следующей формуле:

$$\Delta T_{10}^{\text{эф}} = (T_0 - T_{10}) + 0,108 (e_0 - e_{10}).$$

Значения  $C_E$  задаются в табличном виде или в виде номограммы [22], что, на самом деле, не очень удобно при выполнении расчетов.

При больших скоростях ветра ( $U_z > 14$  м/с) дополнительно к турбулентному механизму формирования испарения добавляется испарение непосредственно с поверхности брызгового облака, образующегося над гребнями ветровых волн. Вследствие этого суммарное испарение резко возрастает. Поэтому в общем случае в формулу (1.6) необходимо вводить поправку на штормовые условия, которая основана на учете повторяемости скоростей ветра  $U_z > 14$  м/с и определяется обычно по распределению Максвелла.

В результате формула (1.6) приобретает достаточно сложный вид.

Существуют и другие варианты оценки испарения с поверхности брызгового облака. Так, в работе [24] предложена следующая формула:

$$E_0 = L^{-1} (1,1 + 0,1 \Delta T) [1 - 4,1 (f - 0,8)/(1 - f)^{0,16}] \times \\ \times \exp [8,92 - 11,47 U_z^{-1,21} (30 - U_z)],$$

где  $f$  — относительная влажность;  $L$  — удельная теплота испарения. Оценки испарения, рассчитанные по данной формуле, заметно меньше аналогичных значений испарения, определяемых по методике ГГО. [7].

В работе [1], предполагается что для всех механизмов формирования испарения (конвективного, турбулентного и брызгового) число Дальтона зависит лишь от параметра стратификации и скорости ветра, т. е.

$$C_E = \varphi(U_{10}, \Delta T).$$

Вид функции  $\varphi$  может быть найден, например, с помощью двухмерного тренд-анализа [27]. Суть его заключается в нахождении коэффициентов

двухмерного полинома методом наименьших квадратов. При этом точность аппроксимации заданного поля (в данном случае коэффициентов  $C_E$ ) оценивается по корреляционному отношению. В качестве исходных данных используются значения  $C_E$ , найденные по методике ГГО для заданных в виде сеточной области  $\Delta T$  и  $U_{10}$ . В результате расчетов оказалось, что с достаточной для практических целей точностью можно ограничиться поверхностью тренда второй степени, т. е.

$$C_E = 0,85 \cdot 10^{-3} + 0,762 \cdot 10^{-4} U_{10} + 0,882 \cdot 10^{-4} \Delta T_{10} - 0,591 \cdot 10^{-6} U_{10}^2 - 0,11 \cdot 10^{-5} \Delta T_{10}^2 - 0,191 \cdot 10^{-5} U_{10} \Delta T_{10}. \quad (1.9)$$

Заметим, что данная зависимость оказалась очень близкой к экспериментальной формуле, полученной в работе [205] для коэффициента сопротивления  $C_d$  и имеющей следующий вид:

$$C_d = 0,934 \cdot 10^{-3} + 0,788 \cdot 10^{-4} U_{10} + 0,868 \cdot 10^{-4} \Delta T_{10} - 0,616 \cdot 10^{-6} U_{10}^2 - 0,12 \cdot 10^{-5} \Delta T_{10}^2 - 0,214 \cdot 10^{-5} U_{10} \Delta T_{10}. \quad (1.10)$$

Сравнение средних месячных значений испарения для пяти океанских станций, вычисленных по формуле (1.9), с аналогичными значениями испарения, рассчитанными по методике ГГО [25], показало что значения  $C_E$  меньше значений  $C_d$  на 5—6 %..

На основании данного сравнения можно сделать вывод, что во всем диапазоне изменчивости скорости ветра (включая  $U_z > 14$  м/с) систематической погрешностью между  $C_E$  и  $C_d$  практически можно пренебречь. Случайная погрешность при этом составляет около 5 %, что значительно ниже погрешностей определения среднего месячного турбулентного потока влаги. Таким образом, зависимость (1.9) может быть

использована при расчете испарения за месячные интервалы времени аэродинамическим методом.

## 1. Особенности влагообмена между океаном и атмосферой в Северной Атлантике.

### 2.1. Краткий обзор исследований испарения в Северной Атлантике.

Для оценки вертикального влагообмена в Мировом океане и в Северной Атлантике в частности, был предпринят ряд исследований. Однако анализ фактических оценок компонентов показал большой разброс их величин и значительные отличия их от значений «истинных» оценок испарения и осадков, составляющих соответственно 1400 мм/год для испарения, 1280 мм/год для осадков и 120 мм/год для эффективного испарения, рассчитанных в работе [1] путем введения балансовых критериев (уравнений пресноводного и теплового баланса Мирового океана и уравнения их взаимосвязи), замыкающих эти уравнения для продолжительного многолетнего периода времени.

Большинство исследований не отличались высокой точностью. Например, в работе [36] приведены сведения об оценках испарения и осадков над Мировым океаном, полученные разными авторами, за период с начала XX в. и до начала XI в. Рассматривая эти оценки можно заметить, что близкими к указанной точности оказались только работы русских авторов [14, 38, 39]. Остальные же оценки сильно занижены (минимальная оценка испарения  $E - 930$  мм/год, осадков  $P - 880$  мм/год, разности  $(E - P) - 88$  мм/год). В известной работе [37] рассчитаны компоненты влагообмена по спутниковым данным за 1987 – 2006 гг., которые также сильно занижены ( $E - 961$ ,  $P - 950$ ,  $(E - P) - 11$  мм/год), причем эффективное испарение  $(E - P) -$  в 10 раз. Такие параметры влагообмена океана с атмосферой привели бы к катастрофической засухе.

Можно отметить, также еще некоторые характерные особенности. Если, несмотря на существенное занижение, временные ряды испарения

демонстрируют в основном четкую тенденцию к его росту, то во временных рядах осадков могут отмечаться как положительные, так и отрицательные линейные тренды. В частности, в работе [40] показано, что по архиву MERRA, осадки рассчитанные за период 1989 – 2008 гг. растут, при этом по архиву ERA-I, наоборот, уменьшаются, а по архиву GPCP значимый тренд в осадках отсутствует. Тут же [40] выполнено сравнение оценок испарения и осадков над Мировым океаном за 2002 – 2008 гг. для восьми видов различного ре-анализа. В табл. 1 представлены максимальные, минимальные и средние оценки компонентов влагообмена по восьми видам ре-анализа.

Таблица 1 – Оценка максимальных, минимальных и средних значений испарения, осадков и их разности  $E - P$  для Мирового океана за период 2002–2008 гг. по данным восьми видов ре-анализа в см/год, рассчитанных в работе [1].

Компонент водного баланса	Максимальная оценка	Минимальная оценка	Средняя оценка
Испарение, $E$	142.6	113.3	128.4
Осадки, $P$	134.9	109.7	123.9
Разность $E - P$	16.6	-10.5	4.5

Можно увидеть, что оценки испарения занижены больше, чем оценки осадков. В результате сильно заниженными оказываются значения эффективного испарения. Более того, по четырем видам ре-анализа (MERRA, R<sup>2</sup>, ERA-40, CFSR) оно имеет отрицательную величину, т.е. осадки больше испарения, что с физической точки зрения не возможно. При этом, согласно ERA-40, осадки превышают испарение на 38000 км<sup>3</sup>/год, или на 105 мм/год. Очевидно, что на современном этапе указанные виды ре-анализа дают недостоверные оценки компонентов влагообмена. Наиболее сбалансированные оценки получаются по данным Japanese Meteorological Agency 25-year Reanalysis (JRA-25): испарение – 1426, осадки 1313, разность

$E - P - 113$  мм/год, а, также, по данным архива Twentieth Century Reanalysis (C20r): испарение – 1357, осадки – 1247, разность  $E - P - 110$  мм/год.

Еще сложнее проконтролировать точность испарения и осадков для региональных масштабов, что вынуждает оценивать их достоверность лишь на качественном уровне. В табл. 2 приводятся статистические оценки годовых значений испарения, осадков и их разности, усредненных по акватории Северной Атлантики (30-70° с.ш.) за различные периоды времени в мм/год, рассчитанных по данным указанных выше различных архивов. К ним относятся средние многолетние значения, оценки линейного тренда ( $Tr$ ) и коэффициент детерминации  $R^2$ , показывающий вклад тренда в дисперсию исходных рядов.

Таблица 2 – Статистические характеристики годовых значений испарения, осадков и их разности, осредненных по акватории Северной Атлантики (30-70° с.ш.) за различные периоды времени в мм/год.

Характеристика	OAFlux, GPCP 1981-2012	HOAPS 1988-2008	REMSS 1988- 2009	CDAS 1981- 2002	Reanalysis-2 1979-2014	Климатические данные	
						[12]	[7]
<i>Испарение</i>							
Среднее	1077	1102	1161	1135	1394	1353	1434
$R^2$	0.36	0.82	0.41	0.49	0.71		
$Tr$	1.8	8.40	2.20	4.0	5.1		
<i>Осадки</i>							
Среднее	1230	1007	1296	942	1184	968	1075
$R^2$	0.64	0.17	0.27	0.60	0.71		
$Tr$	-5.8	-3.65	-5.48	6.2	6.0		
<i>Разность E-P</i>							
Среднее	-153	95	-135	193	210	385	359
$R^2$	0.69	0.59	0.43	0.15	0.08		
$Tr$	7.6	12.41	7.30	-2.2	-0.9		

Кроме того, дополнительно в этой же таблице представлены среднемноголетние значения компонентов влагообмена, вычисленные по климатологическим данным приземного слоя атмосферы над океаном [1, 15].

Прежде всего, обращает на себя внимание большой разброс в оценках испарения и осадков, который превышает 300 мм/год. При этом если климатологические оценки испарения, исключая архив Reanalysis-2, существенно выше, то климатологические оценки осадков находятся внутри диапазона изменчивости осадков, определенных по архивным данным. Из табл. 2 также видно, что эффективное испарение, рассчитанное по архивам OAFlux, GPCP и REMSS оказывается отрицательным, чего не может быть в принципе, поскольку акватория СА вместо источника влаги становится ее стоком.

Очевидно также, что эффективное испарение, определенное по архиву HOAPS-3, которое примерно в 4 раза меньше климатологических оценок E-P, существенно занижено. Кроме того, абсолютно нереалистичным является тренд в эффективном испарении, который составляет 12.4 мм/год, т.е. оно за 21 год (1988-2008 гг.) должно повыситься на 260.4 мм, что превышает среднюю величину E-P почти в 3 раза. Это означает, что должно происходить резкое усиление выноса водяного пара за пределы Северной Атлантики, однако в действительности положительные тренды в переносе водяного пара в Европу, как будет показано ниже, отсутствуют. Поэтому можно утверждать, что на современном этапе данные архивов OAFlux, HOAPS, GPCP и REMSS не позволяют надежно определять испарение и осадки на акватории Северной Атлантики.

Таким образом, сравнительный анализ компонентов вертикального влагообмена как для Мирового океана в целом, так и для Северной Атлантики в частности, показывает крайне низкую точность их оценок даже в глобальном масштабе.

В связи с вышесказанным, постараемся произвести дополнительные оценки некоторых компонентов влагообмена между океаном и атмосферой в СА, а именно: испарения.

## 2.2. Исходные данные и статистические методы их анализа.

В данной работе мной использован, в основном, архив NCEP–DOE Reanalysis-2, который показал наиболее разумные оценки по результатам сравнения с другими архивами.

NCEP–DOE Reanalysis-2 является продолжением «50-летнего» проекта (1948 г. по настоящее время) NCEP-NCAR Reanalysis, охватывает спутниковый период с 1979 г. по настоящее время и использует обновленные модели прогноза, ассимиляции данных, улучшенные диагностические результаты, в том числе исправления ошибок обработки, выявленных в NCEP-NCAR Reanalysis. В Reanalysis-2 сделаны значительные уточнения в параметрах потоков для суши и океана у земной поверхности. Кроме того, в архиве NCEP–DOE Reanalysis-2 содержатся на стандартных изобарических поверхностях (1000, 925, 850, 700, 600, 500, 400, 300 мб) 6-часовые значения температуры воздуха, относительной влажности, скорости и направления ветра, геопотенциальной высоты, на основе которых рассчитывались интегральные потоки влаги. Данные NCEP/DOE Reanalysis-2 находятся в свободном доступе [4].

Для сравнения, также использованы данные архива EUMETSAT's Satellite Application Facility on Climate Monitoring (CM SAF). Основой архива являются метеорологические параметры, полученные SSM/I-техникой и данные по температуре поверхности океана, определенные радиометром AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), которые были систематизированы в рамках проекта “Hamburg Ocean-Atmosphere Parameters and Fluxes from Satellite Data” (HOAPS-3) [2]. Архив HOAPS-3 обеспечивает практически глобальный охват свободной ото льда поверхности Мирового океана, т.е. в пределах  $\pm 80^\circ$  широты. Для потребителя доступны 6-часовые и среднемесячные данные с пространственным разрешением  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  по широте и долготе за период с 9 июля 1987 г. по 31 декабря 2008 г.

Документация версии 3.2 HOAPS-3 представлена в работах [2, 43]. Дополнительно, также был использован архив спутниковой информации PMWC (Passive Microwave Water Cycle Dataset) V.01b, рассчитанный в рамках программы NASA Energy and Water Cycle Study (NEW) компании Remote Sensing Systems (REMSS). Документация по этому архиву содержится в работе (Hilburn, 2009).

### 2.3. Расчёты и анализ испарения в Северной Атлантике.

Для анализа, в данной работе, мной использованы среднемесячные данные по испарению за 1979 – 2014 гг. в диапазоне 30° – 70° северной широты Атлантического океана. Проведено предварительное распределение всех точек по зонам 5° × 5° (Приложение 1). В таблице 3 представлены среднемноголетние данные по испарению в Северной Атлантике за период с 1979 по 2014 гг., осреднённые по трапециям 5° × 5° по широте и долготе.

Таблица 3 – Средние многолетние значения испарения в Северной Атлантике за период 1979-2014 гг., осреднённые по трапециям 5° × 5°, мм/мес.

Долгота, °з.д.	-80 -- -75	-75 -- -70	-70 -- -65	-65 -- -60	-60 -- -55	-55 -- -50	-50 -- -45	-45 -- -40	-40 -- -35
Широта, °с.ш.									
65 - 70	–	–	–	9,56	29,78	35,84	–	–	14,25
60 - 65	–	–	–	27,01	65,83	48,53	35,48	44,84	64,47
55 - 60	–	–	–	18,70	62,17	77,24	64,71	65,06	79,62
50 - 55	–	–	–	–	23,96	39,18	84,89	96,74	86,94
45 - 50	–	–	–	46,63	45,18	30,24	35,88	114,37	152,83
40 - 45	–	–	85,55	122,93	129,18	101,77	132,14	188,66	146,39
35 - 40	–	217,61	246,55	257,64	226,79	201,37	170,38	146,50	131,53
30 - 35	251,37	210,17	170,78	165,22	155,15	146,59	138,32	131,38	128,17

Продолжение таблицы 3.

Долгота, °з.д.	-35 -- -30	-30 -- -25	-25 -- -20	-20 -- -15	-15 -- -10	-10 -- -5	-5 -- 0	0 -- 5	5 -- 10
Широта, °с.ш.									
65 - 70	35,15	45,00	41,29	50,23	45,52	51,13	81,49	92,22	88,62
60 - 65	91,92	103,33	103,46	97,58	88,85	78,47	81,15	84,19	80,66
55 - 60	94,39	105,19	116,23	107,22	105,32	94,38	74,02	76,93	80,94
50 - 55	88,73	98,73	107,60	108,39	96,34	80,70	78,80	80,97	86,88
45 - 50	118,83	111,77	107,32	102,86	97,34	93,89	96,14	–	–
40 - 45	123,13	109,17	103,70	101,15	99,41	87,15	92,75	–	–
35 - 40	117,90	112,94	116,10	114,85	119,43	104,99	–	–	–
30 - 35	128,73	128,59	129,07	116,28	113,21	–	–	–	–

На рис. 1 представлена карта северной части Атлантического океана с сеткой значений испарения осреднённых по трапециям  $5^\circ \times 5^\circ$  за период 1971 – 2014 гг., а на рис. 2 показана карта расположения изолиний испарения с поверхности воды в этом регионе.

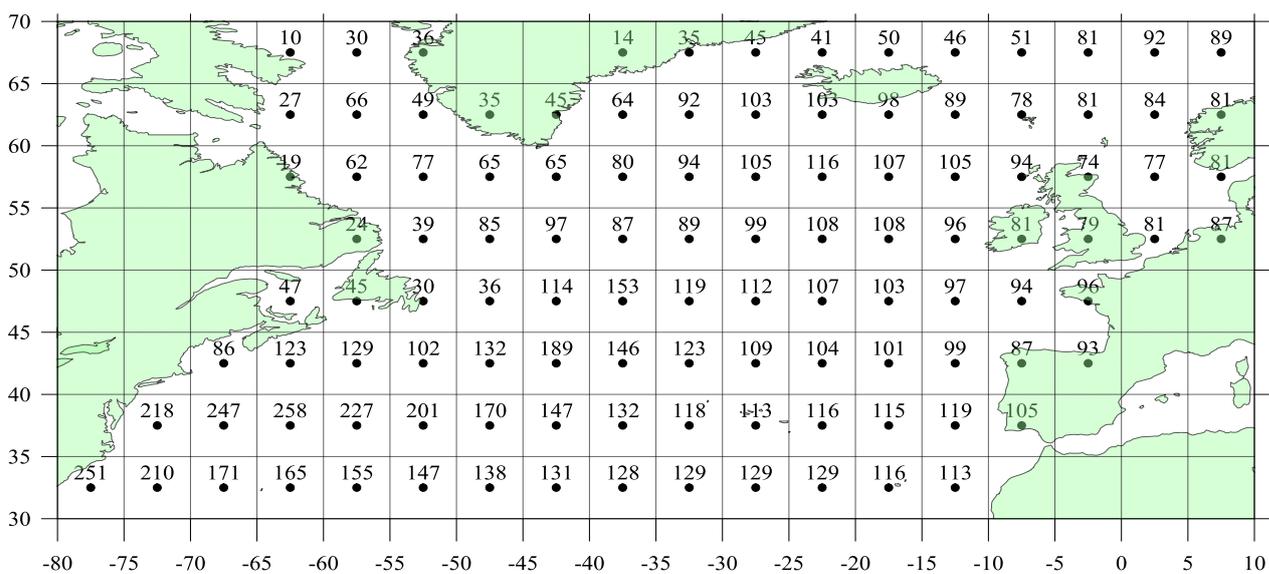


Рис. 1 – Среднемесячные значения испарения по зонам  $5^\circ \times 5^\circ$  в Северной Атлантике за период 1971 – 2014 гг., мм/мес.

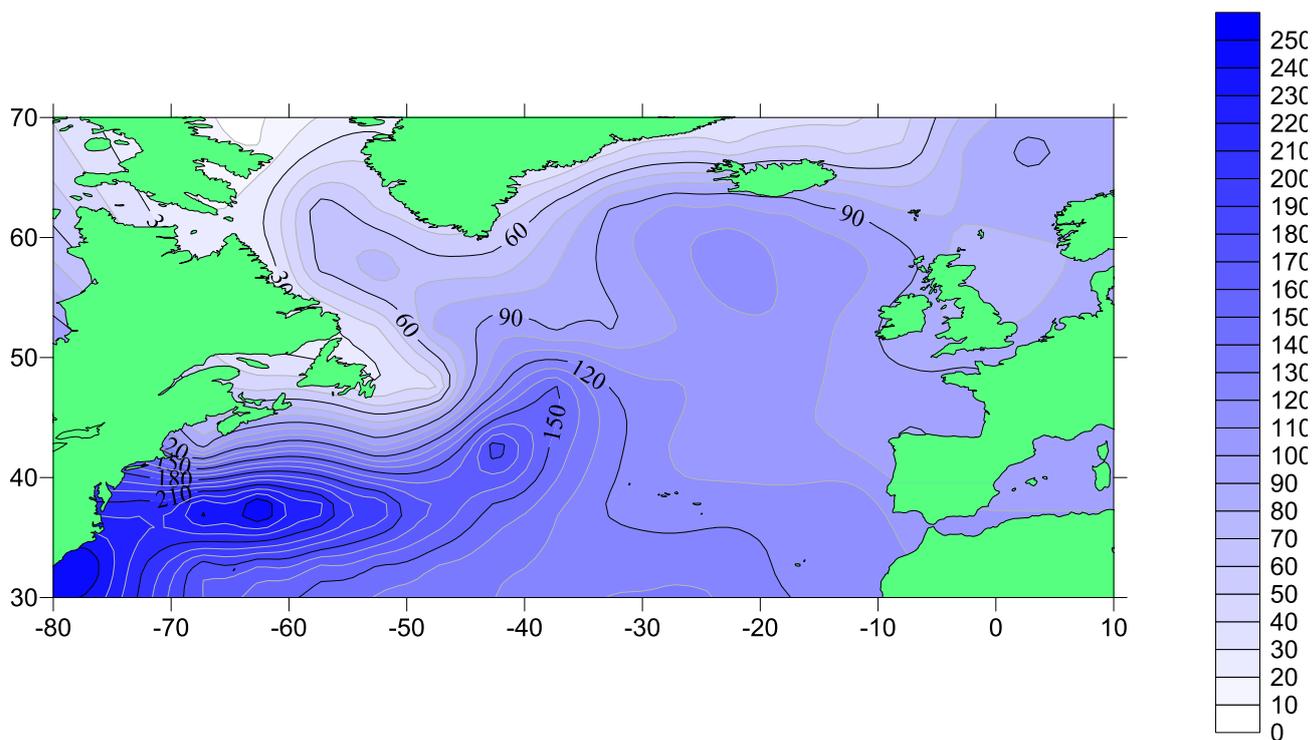


Рис. 2 – Среднемесячное испарение в Северной Атлантике за период 1971 – 2014 гг., мм/мес.

На рис. 2 хорошо видно, что наиболее интенсивное испарение происходит в тропических и субтропических широтах, а его максимум приходится на юго-западную часть региона – зону Гольфстрима и Нью-Фаундлендскую энергоактивную зону и достигает значения почти 260 мм/мес. Далее, к северу, в силу снижения потока солнечной радиации, испарение постепенно уменьшается, хотя, в центральной и северо-восточной части региона, в умеренных широтах, оно продолжает быть достаточно интенсивным и составляет около 100 мм/мес, что обусловлено продолжением Гольфстрима – тёплым Северо-Атлантическим течением. Наиболее резкое снижение испарения происходит по направлению к северо-западу. Это вызвано, по-видимому, движением с севера холодных вод Лабрадорского течения. Здесь, в высоких широтах, в районе  $65^{\circ} - 70^{\circ}$  с.ш. наблюдается минимум испарения в Северной Атлантике – 10 мм/мес. Вдоль восточного побережья Гренландии также отмечаются низкие значения испарения, что

обусловлено аналогичными причинами – прохождением холодного Восточно-Гренландского течения.

Полученные результаты достаточно хорошо соотносятся с данными исследований проведённых ранее. В таблице 4 приведено сравнение характеристик испарения в регионе, в распределении по пяти и десятиградусным широтным зонам.

Таблица 4 – Сравнение годовых значений испарения в Северной Атлантике осреднённых по 5 и 10-ти градусным широтным зонам по данным разных авторов.

Широтная зона, ° с.ш.	Испарение (E), мм/год		
	автор на основании данных архива NCEP-DOE		Малинин [1]
65° -- 70°	692	792	602
60° -- 65°	891		
55° -- 60°	1008	1020	916
50° -- 55°	1031		
45° -- 50°	1112	1260	1419
40° -- 45°	1408		
35° -- 40°	2000	1910	1804
30° -- 35°	1820		

Можно видеть, что меридиональный ход испарения весьма схож, за исключением зоны 45° – 50° с.ш. Расхождения в оценках испарения в данной зоне обусловлены, скорее всего, весьма сложным гидрометеорологическим режимом и наличием больших градиентов в пространстве и во времени. Так, среднемесячные значения испарения меняются от 30 мм/мес. у берегов США до 153 мм/мес. в центральной части зоны. Годовой ход испарения в этих широтах также характеризуется достаточно большим диапазоном изменения величин: от 41 мм/мес. в июле до 141 мм/мес. в январе.

Среднемноголетние значения испарения за каждый месяц в регионе показаны в Таблице 5.

Таблица 5 – Годовой ход испарения в Северной Атлантике по пятиградусным широтным зонам за период 1979 – 2014 гг., мм/мес.

Широта, ° с.ш.	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
30 – 35	197	182	165	132	102	87	102	114	141	178	211	209
35 – 40	221	210	182	144	110	91	92	118	157	203	235	237
40 – 45	162	151	121	93	69	52	48	79	125	161	173	176
45 – 50	141	125	95	73	54	39	35	58	94	123	134	142
50 – 55	135	116	94	66	49	35	32	51	82	112	124	135
55 – 60	133	123	106	67	44	32	30	46	73	101	118	135
60 – 65	116	113	104	68	41	26	22	32	59	84	104	121
65 – 70	85	79	77	54	31	20	14	25	51	77	87	94
По всей акватории 30° - 70° с.ш.	1190	1098	944	697	501	382	374	521	781	1039	1187	1249

Таблица 6 – Суммарные годовые значения испарения в Северной Атлантике по 5-ти градусным широтным зонам за период 1979 - 2014 гг., мм/год

Год	Широтная зона, ° с.ш.							
	30° - 35°	35° - 40°	40° - 45°	45° - 50°	50° - 55°	55° - 60°	60° - 65°	65° - 70°
1979	1816	1850	1204	961	1029	1037	880	657
1980	1890	1952	1243	988	956	870	794	638
1981	1834	1925	1187	908	927	899	845	731
1982	1686	1851	1296	1167	1179	1127	919	628
1983	1764	1947	1337	1004	961	937	833	684
1984	1694	1816	1320	1094	1053	1035	805	546
1985	1817	2055	1427	1095	919	853	822	738
1986	1647	1855	1277	1086	1132	1114	947	634
1987	1807	1969	1329	1007	897	820	731	637
1988	1737	1916	1268	1053	982	946	851	717
1989	1681	1935	1483	1216	1150	1138	918	651
1990	1641	1849	1362	1073	1093	1109	867	624
1991	1675	1854	1351	1044	927	960	809	665
1992	1731	1928	1407	1082	1024	1060	901	707
1993	1699	1884	1446	1109	1049	1035	896	680
1994	1718	1967	1434	1079	1041	1051	928	710
1995	1867	2062	1504	1106	1034	971	867	730
1996	1862	1974	1438	1162	1062	950	837	616
1997	1728	2031	1451	1110	1024	975	896	678
1998	1631	1803	1282	1077	1017	1028	945	738
1999	1838	2008	1374	1052	992	1037	936	676
2000	1843	2056	1517	1218	1104	1021	895	687
2001	1935	2134	1556	1157	980	955	877	702
2002	1852	2132	1651	1280	1072	1003	897	640
2003	1900	2100	1494	1160	1015	1008	924	758
2004	2002	2175	1412	1070	977	1004	960	810
2005	1938	2140	1496	1101	974	990	923	718
2006	1877	2050	1454	1203	1079	1003	892	665
2007	1858	2067	1430	1158	1045	1029	942	737
2008	1951	2050	1408	1160	1092	1126	976	774
2009	1919	2146	1560	1253	1073	999	877	737
2010	2094	2210	1459	1132	920	846	843	762
2011	1854	2033	1365	1113	1128	1154	1025	691
2012	1893	2049	1452	1110	992	966	910	716
2013	1928	2179	1593	1235	1097	1089	959	732
2014	1902	2056	1433	1209	1135	1127	953	709
Среднего- летнего за период	1820	2000	1408	1112	1031	1008	891	692

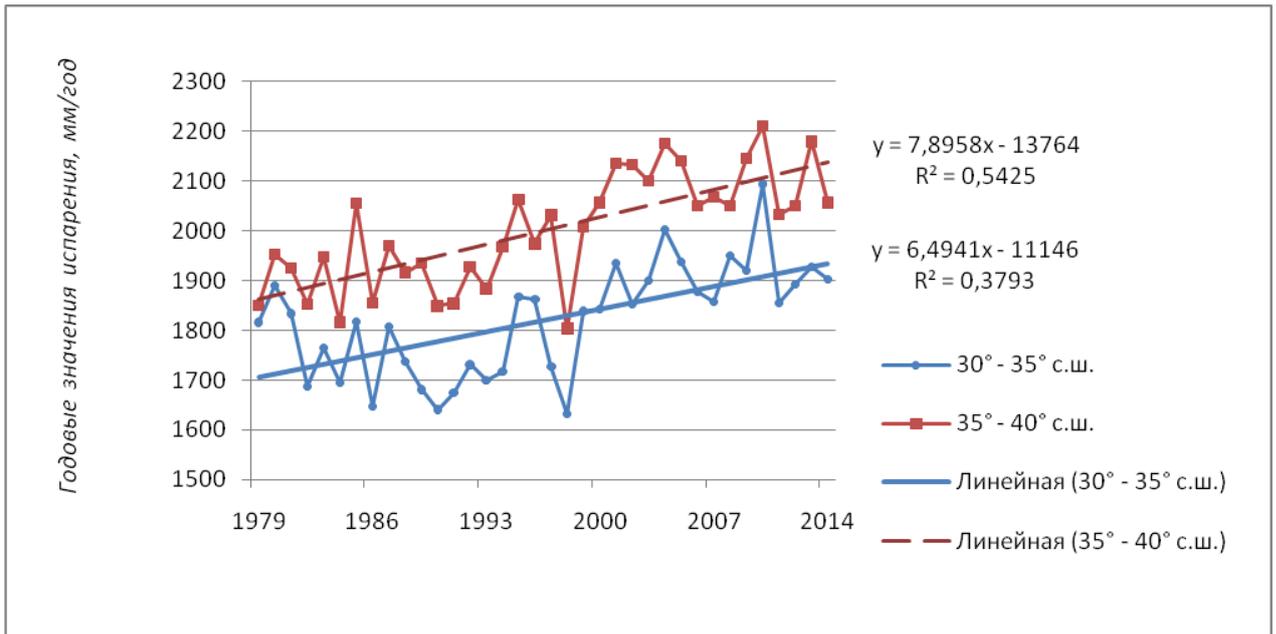


Рис.3 – Годовые значения испарения в Северной Атлантике и линейные тренды, в зоне 30° – 35° – 40° с.ш., (мм/год).

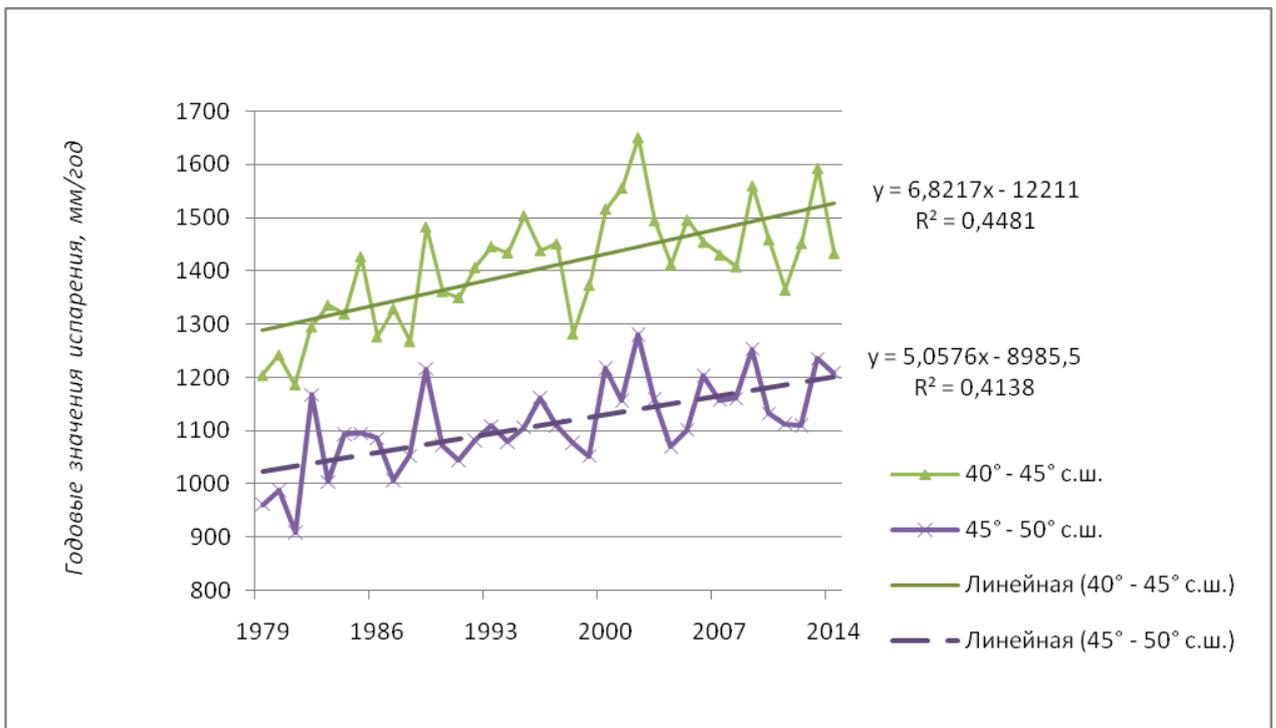


Рис.4 – Годовые значения испарения в Северной Атлантике и линейные тренды, в зоне 40° – 45° – 50° с.ш., (мм/год).

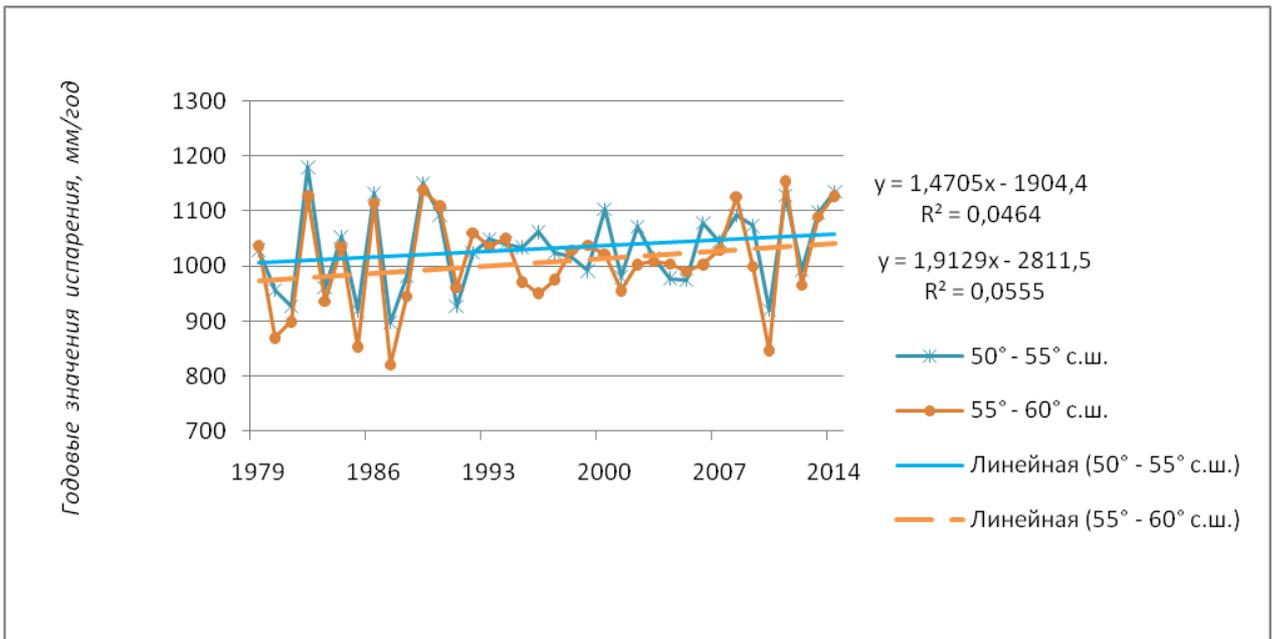


Рис.5 – Годовые значения испарения в Северной Атлантике и линейные тренды, в зоне 50° – 55° – 60° с.ш., (мм/год).

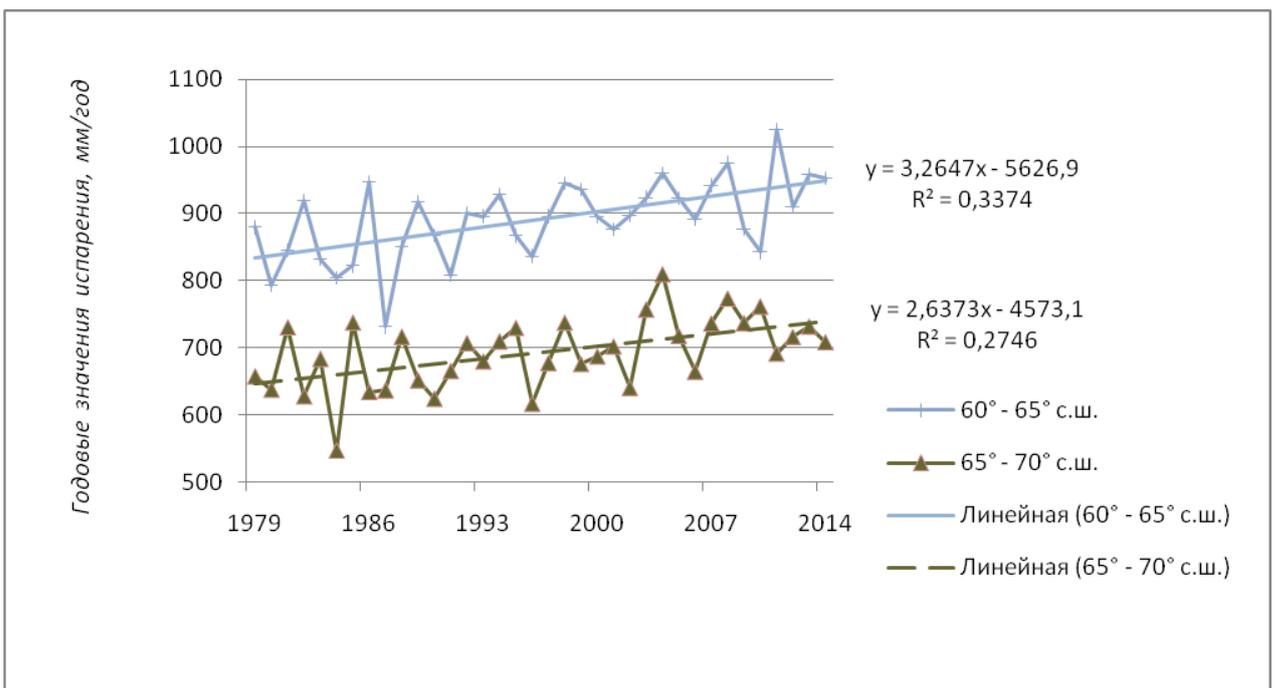


Рис.6 – Годовые значения испарения в Северной Атлантике и линейные тренды, в зоне 60° – 65° – 70° с.ш., (мм/год).

Таблица 7 – Статистические характеристики годовых значений испарения в Северной Атлантике, осредненных по 5-градусным широтным зонам.

Показатель	Широтная зона, ° с.ш.							
	30° - 35°	35° - 40°	40° - 45°	45° - 50°	50° - 55°	55° - 60°	60° - 65°	65° - 70°
$a_1$	6,49	7,90	6,82	5,06	1,47	1,91	3,26	2,64
$R^2$	0,38	0,54	0,45	0,41	0,05	0,06	0,34	0,27
$\sigma_R$	0,11	0,08	0,09	0,10	0,16	0,16	0,11	0,12
$t^*$	5,79	9,39	7,07	6,40	1,32	1,45	5,11	4,21
$t_{кр}$	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
Значимость $R^2$	значим	значим	значим	значим	незначим	незначим	значим	значим

Из таблицы 7 можно видно, что испарение с поверхности Северной Атлантики за исследуемый период имеет выраженный значимый положительный тренд практически по всей акватории, за исключением зоны 50° – 55° – 60° с.ш., что обусловлено, по-видимому, постепенным потеплением климата на протяжении периода измерений.

### 3. Влияние влагообмена в Северной Атлантике на увлажнение европейской территории России.

Влагообмен в Северной Атлантике является ключевым фактором формирования увлажнения всего Европейского континента. В силу преобладания западного переноса воздушных масс, осадки, выпадающие на территории Европы и большей части России образуются из влаги атлантического происхождения. То есть, горизонтальный перенос влаги с Северной Атлантики, влияет на осадкообразование и увлажнение поверхности суши (УПС) Европы и европейской территории России (ЕТР), что, в свою очередь, определяет изменчивость речного стока и прежде всего стока крупных рек. Изменчивость горизонтального переноса влаги определяется совместным действием ряда процессов крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы, а именно: изменчивостью эффективного испарения (Е-Р), влагосодержанием атмосферы, атмосферной циркуляцией, повторяемостью активного циклогенеза, пространственно-временной изменчивостью атлантических центров действия атмосферы.

Концептуальная схема формирования зонального переноса влаги представлена на рис. 7.



Рис. 7 – Концептуальная схема формирования межгодовых колебаний зонального переноса атмосферной влаги над Северной Атлантикой [1].

В случае резкого возрастания, в результате этих процессов, эффективного испарения и циклонической активности в Северной Атлантике, в холодный период года, количество водяного пара, переносимого в атмосфере на континент, соответственно, также значительно увеличивается, а, следовательно, возрастает количество осадков выпадающее на европейской территории России. В результате усиливается увлажнение и весенний и годовой сток крупных рек. При ослаблении эффективного испарения и циклонической активности в атмосфере будет наблюдаться обратная ситуация.

Годовой сток рек можно рассматривать как интегральный показатель увлажнения речных бассейнов. Действительно, чем выше абсолютное увлажнение территории (разность «осадки минус испарение»), тем выше должен быть годовой сток. Для двух десятилетних (маловодного и многоводного) периодов в стоке Волги выполнен анализ формирования стока за счет прохождения циклонов, образовавшихся в следующих зонах их зарождения: Атлантическая, Средиземноморская, Черноморская, Западно-Европейская, Восточно-Европейская и Северная [29]. Выявлено, что атлантические циклоны в многоводный период, по сравнению с маловодным, способствовали увеличению стока Волги на 31 мм, то есть практически на 89%. В результате аналогичных исследований для остальных крупнейших речных бассейнов Восточно - Европейской равнины получено, что изменения стока от маловодных лет к многоводным составляют для Дона 38%, Невы – 40%, Северной Двины – 34%, Печоры – 25% и обусловлены циклоническими осадками атлантического происхождения.

Выполненный анализ годового стока 8 крупнейших рек ЕТР (Волга, Северная Двина, Печора, Нева, Неман, Дон, Кубань, Терек) с 1930 по 2005 гг. [29] показал невысокую изменчивость стока. Коэффициент вариации меняется в пределах  $C=0.13-0.18$  и только для р.Дон он возрастает до  $C=0.38$ . Для указанных рек характерна слабая синхронность в межгодовых колебаниях стока. Максимальная корреляция отмечается между Доном и Волгой и равна  $r = 0,39$ . Показано, что в речном стоке отсутствуют значимые тренды и ярко выраженные циклы в диапазоне до 15 лет. Выявлено, что влияние потепления климата практически не сказалось на годовом стоке рек, так как результаты статистических расчетов свидетельствуют о том, что пока происходящие в них изменения находятся в пределах естественной изменчивости.

В связи с принципиально различным характером формирования увлажнения в теплый и холодный периоды года, была выполнена территориальная классификация суммарных осадков за холодное полугодие и средних коэффициентов испаряемости за теплое полугодие. При этом использовались данные 90 станций за период 1966-2013 гг. Матрица расстояний между станциями определялась по аналогу евклидовой метрики  $d=1-r$ , где  $r$  – коэффициент корреляции. Отсюда видно, что эта матрица показывает степень межгодовой связности поля осадков (коэффициентов испаряемости). Совместное использование иерархического и эвристического алгоритмов кластерного анализа показало, что в обоих случаях оптимальным является разбиение исходной совокупности на 4 класса, причем с учетом их пространственной связности получаем соответственно 4 квазиоднородных района. Все четыре района зимних осадков вытянуты преимущественно в широтном направлении. Самый большой – 1 (северный) район, который охватывает весь северо-запад и республику Коми,. Второй, самый малый по площади район простирается от границы с Украиной до республики Татарстан, третий – от Смоленска до Среднего Урала, наконец, четвертый охватывает юго-восточную часть ЕТР до побережья Каспия и Азовского моря

(рис. 8 а). Первый и третий районы относятся к зоне избыточного и достаточного увлажнения соответственно, второй – к зоне переменного увлажнения и четвёртый – к аридной зоне. Районы летних коэффициентов испаряемости также имеют в основном широтное распределение, однако их границы совершенно не совпадают с границами зимних осадков. Два самых малых района расположены на крайнем юго-западе и крайнем севере. Между ними находятся районы с самой большой площадью (рис. 8 б).

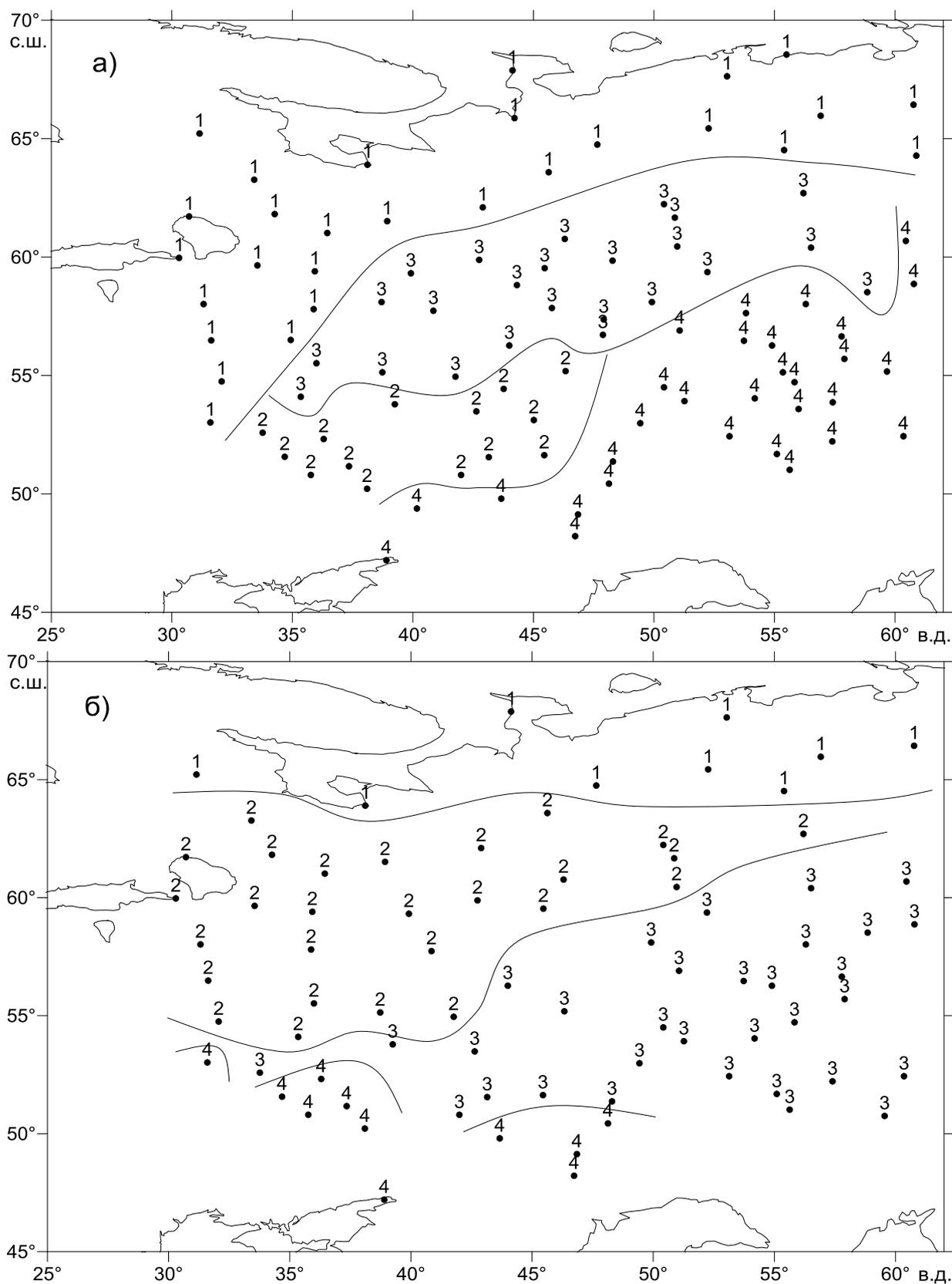


Рисунок 8 – Районирование территории ЕТР по степени межгодовой связности поля суммарных за холодное полугодие осадков (а) и средних за теплое полугодие коэффициентов испаряемости (б) за период за 1966-2013 гг.

Для уточнения влияния испарения в СА и зонального переноса водяного пара на межгодовые колебания зимних осадков на ЕТР были построены пошаговые регрессионные модели для каждого из 4-х квазиоднородных районов ЕТР (см. рис. 8 а). В качестве функции отклика использовались осредненные для каждого района значения зимних осадков. При этом рассматривались три варианта моделей: зависимость осадков от испарения, от зонального потока водяного пара и от совместного задания этих переменных. Таким образом, было построено 12 моделей. Во всех случаях лучшими оказались модели, в которых предикторами являлись одновременно значения испарения и потоков влаги. Основным критерием оптимальности моделей считалось выполнение условия, что максимальный p-level (уровень значимости) коэффициентов регрессии в модели по критерию Стьюдента должен быть меньше 0,05. При указанном условии модели всегда адекватны по критерию Фишера. Статистические параметры оптимальных регрессионных моделей приводятся в таблице.

Таблица 8 – Статистические параметры оптимальных моделей зависимости зимних (октябрь-март) осадков в 4-х квазиоднородных районах ЕТР от испарения в Северной Атлантике и зонального переноса водяного пара на меридиональном разрезе 5° в.д.

Район	Число переменных	R <sup>2</sup>	Среднеквадратическая ошибка, мм/6 мес и (%)	Критерий Фишера	p-level <sub>(max)</sub>
1	7	0.81	15.4 (6.0)	14.5	0.02
2	12	0.90	14.4 (6.0)	16.6	0.02
3	6	0.79	15.8 (5.9)	19.3	0.01
4	8	0.79	18.9 (8.9)	11.1	0.03

Как видно из таблицы, для 1, 3 и 4 районов оптимальные модели включают 6 – 8 переменных, имеют коэффициент детерминации  $R^2 = 0.79 - 0.81$  и стандартную ошибку 15.4 – 18.9 мм/6 мес. При включении в эти модели

следующей переменной максимальный p-level становится больше 0,05. Для 2 района число переменных, формирующих оптимальную модель, увеличилось до 12 и соответственно коэффициент детерминации возрос до  $R^2=0.90$ . Анализ переменных в моделях показал, что в основном это испарение в Норвежском море и у берегов Европы, а также испарение в энергоактивных зонах Гольфстрима. Зональный перенос влаги на меридиане  $5^\circ$  в.д. входит в модели в широтной зоне  $50-70^\circ$  с.ш. На более южных широтах потоки водяного пара нечувствительны к межгодовым колебаниям осадков на ЕТР.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В результате выполненных расчётов можно сделать следующие основные выводы:

- До настоящего времени вертикальный влагообмен океана с атмосферой остается наиболее трудно определяемым звеном гидрологического цикла, поскольку оценки компонентов влагообмена большинства архивов ре-анализа не отвечают элементарным физическим критериям точности. Показано, что наиболее разумные оценки компонент влагообмена могут быть получены на основании архива Reanalysis-2. Произведённая климатологическая оценка испарения в СА на основе данных этого архива показывает, что наиболее интенсивное испарение происходит в тропических и субтропических широтах, его максимум приходится на юго-западную часть региона – зону Гольфстрима и Нью-Фаундлендскую энергоактивную зону. Далее, к северу, в силу снижения потока солнечной радиации, испарение постепенно уменьшается, хотя, в центральной и северо-восточной части региона, в умеренных широтах, оно продолжает быть достаточно интенсивным и составляет около 100 мм/мес, что обусловлено продолжением Гольфстрима – тёплым Северо-Атлантическим течением. Наиболее резкое снижение испарения происходит по направлению к северо-западу, что вызвано, видимо, движением с севера холодных вод Лабрадорского течения.

Анализ трендов межгодовой изменчивости испарения с поверхности Северной Атлантики за исследуемый период показал наличие положительной динамики практически по всей акватории СА, за исключением зоны 50° – 60° с.ш., что обусловлено, по-видимому, постепенным потеплением климата на протяжении периода измерений.

Выполненная территориальная классификация суммарных осадков за холодное полугодие позволяет разделить европейскую территорию России на 4 района по степени межгодовой связности поля суммарных за холодное полугодие осадков. Районы вытянуты в широтном направлении и характеризуются уменьшением степени увлажнения в направлении с севера на юг ЕТР. При этом, южная граница зоны избыточного увлажнения на западе ЕТР значительно снижается практически до  $50^{\circ}$  с.ш.

Для уточнения влияния испарения в СА на межгодовые колебания зимних осадков на ЕТР были построены пошаговые регрессионные модели для каждого из 4-х квазиоднородных районов ЕТР. Анализ переменных в моделях показал, что основное влияние на межгодовую изменчивость осадков на ЕТР оказывает испарение в зоне Норвежского моря, у берегов Европы, а также испарение в энергоактивных зонах Гольфстрима.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.

1. Малинин В.Н. Влагообмен в системе океан-атмосфера. СПб.: Гидрометеиздат, 1994. 197 с.
2. Малинин В.Н., Гордеева С.М. Изменчивость испарения и осадков над океаном по спутниковым данным//Исследования Земли из космоса. 2016. №4. С. 23–34.
3. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. 1003 с.
4. Гордеева С.М., Малинин В.Н. Использование Data Mining в задаче гидрометеорологического прогнозирования//Ученые записки РГГМУ. 2016. № 44. С. 30-44.
5. Малинин В.Н., Радикевич В.М., Гордеева С.М., Куликова Л.А. Изменчивость вихревой активности атмосферы над Северной Атлантикой. СПб.: Гидрометеиздат, 2003. 171 с.
6. Бортковский Р.С. Тепло- и влагообмен океана и атмосферы при штиле и маловетрии//Тр. ГГО.— 1981.— Вып. 454.— С. 3—8.
7. Бортковский Р.С. Тепло- и влагообмен атмосферы и океана при шторме.— Л.: Гидрометеиздат, 1983,— 159 с.
8. Братсер У.Х. Испарение в атмосферу/Пер. с англ.—Л.: Гидрометеиздат, 1985.—346 с.
9. Каган Б.А. Взаимодействие океана и атмосферы.—СПб.: Гидрометеиздат, 1992.—336с.
10. Китайгородский С. А. Физика, взаимодействия океана и атмосферы,— Л./Гидрометеиздат, 1970.— 284с.
11. Краус Е.В. Взаимодействие атмосферы и океана/Пер. с англ.— Л.: Гидрометеиздат, 1976.— 295 с.

12. Волков Ю.А., Елагина Л.Г., Копров Б.М. Тепловые потоки вблизи поверхности океана и методы их параметризации//Итоги науки и техники ВИНТИ. Сер. Атмосфера—океан—космос — программа «Разрезы».— 1986,— Т. 6,— С. 206—218.
13. Лаппо С.С., Гулев С.К., Рождественский А.Е. Крупномасштабное тепловое взаимодействие в системе океан—атмосфера и энергоактивные области Мирового океана.— Л.: Гидрометеиздат, 1990.— 336 с.
14. Нуриахметова Н.Р. Сравнительный анализ методик расчета турбулентных потоков тепла и влаги от океана в атмосферу//Метеорология и гидрология.— 1981.— № 7.— С. 70—76.
15. Мировой водный баланс и водный ресурсы Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 638 с.
16. Клен Л.А., Позднякова Т.Г. О сравнимости потоков тепла и влаги различных масштабов временного осреднения//Тр. ВНИИГМИ—МЦД.— 1984,— Вып. 110,— С. 93—95.
17. Ларин Д.А. О возможности расчета потоков тепла и влаги по осредненным значениям метеозаписей//Тр. ВНИИГМИ—МЦД.— 1984,— Вып. 119,— С. 98—104.
18. Моделирование и прогноз верхних слоев океана/Пер. с англ.—Л.: Гидрометеиздат, 1979.— С. 91—112.
19. Смирнова А. И., Булаева В.М. О методах расчета турбулентных потоков тепла и влаги над океаном для различных интервалов осреднения//Тр. ГОИН,— 1974,— Вып. 120,— С. 161—170.
19. Аквилонова А.Б., Кутуза Б.Г., Митник Л.М. Широтное распределение интегральной влажности облаков над земным шаром по данным измерений с ИСЗ «Космос-243»//Изв. АН СССР. Сер. ФАО.— 1971,— Т. 7, №2.—С. 133—144.
21. Процессы переноса вблизи поверхности раздела океан—атмосфера/Под ред. А.С. Дубова.— Л.: Гидрометеиздат, 1974,— 239 с.

22. Методические указания по расчету турбулентных потоков тепла, влаги и количества движения над морем.— Л.: ГГО, 1981.— 54 с.
23. Грачев А.А., Панин Г.Н. Параметризация явного и скрытого, потоков тепла над водной поверхностью в штилевую погоду//Изв. АН СССР. Сер. ФАО — 1984,— Т. 20, № 5.— С. 364—371.
24. Воронов Г.И., Гаврилов А.С. Стохастическое моделирование процессов тепло- и массообмена в приводном слое атмосферы при шторме//Тез. докл. III съезда советских океанологов. Секция «Физика и химия океана».—Л., 1987,— С. 84—86.
25. Характеристики энергообмена океан—атмосфера.—Л.: Гидрометеоиздат, 1984.— 79 с.
26. Алибегова Ж.Д. Структура полей жидких осадков за короткие интервалы времени.— Л.: Гидрометеоиздат, 1975.— 134 с.
27. Девис Д. Статистика и анализ геологических данных/Пер. с англ.— М.: Мир, 1977,— 572 с.
28. Мелентьев В.В., Алибегова Ж.Д. Исследование связей характеристик жидких осадков с их радиоизлучением.® XVIII рейсе НИС «Академик Королёв»//Тр. ГГО.— 1980.— Вып. 422.— С. 70—91.
29. Бабкин В.И. Водные ресурсы европейской территории России и их изменения в современный период // Общество. Среда. Развитие. 2015. № 2. С. 145–150.
30. Малинин В.Н., Гордеева С.М., Гурьянов Д.В. Малопараметрическая модель увлажнения Северо-Западного региона России для условий современных изменений климата//Ученые записки РГГМУ. 2014. № 36. С. 35-49.
31. Многолетние ряды месячных сумм средних областных осадков за холодный период для основной сельскохозяйственной зоны СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 288 с.

32. Описание массива данных месячных сумм осадков на станциях России//Российский гидрометеорологический портал: ВНИИГМИ-МЦД. <http://meteo.ru/data/158total-precipitation#описание-массива-данных>.

33. IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Eds. Stocker T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2013. 1535 p.

34. Esbensen S.K., Reynolds R. W. Estimating monthly averaged air-sea transfers of heat and momentum using the bulk aerodynamic method//J. Phys. Oceanogr.-- 1981.— Vol. 11.— P. 457—465.

35. Austin P.M., Geotis S.G. Precipitation measurements over ocean//-Air-sea interaction: instruments and methods.— N. Y., 1980.

36. Schlosser C.R., Houser P.R. Assessing a Satellite-Era Perspective of the Global Water Cycle // J. Clim. 2007. 20. P. 1316—1338.

37. Wentz F.J., Ricciardulli L., Hilburn K., Mears C. How much more rain will global warming bring?//Science. 2007. № 317. P. 233—235.

38. Shiklomanov I.A. World water resources: A new appraisal and assessment for the 21st century. UNESCO, 1998. 40 p.

39. World water balance and water resources of the earth. Paris: UNESCO Press, 1978. 663 p.

40. Trenberth K.E., Fasullo J.T., Mackaro J. Atmospheric moisture transports from ocean to land and global energy flows in reanalyses//J. Clim. 2011. 24. P. 4907—4924.

205. Hellerman S., Rosenstein M. Normal monthly wind stress over the World ocean with error estimates//J. Phys. Oceanogr.— 1983.— Vol. 13.— P. 1093— 1104.

206. World Climatic Program m e//W M O Publ.— 1986.— N 100.— 70 p.

43. Fennig K., Andersson A., Bakan S., Klepp C., Schroeder M. Hamburg  
Ocean Atmosphere Parameters and Fluxes from Satellite Data – HOAPS 3.2 –  
Monthly Means / 6-Hourly Composites. 2012

Приложение 1.

Среднегодовые значения испарения в Северной Атлантике по зонам

5° × 5° за период 1971 - 2014 гг., мм/мес.

Широта, ° с.ш.	Долгота, ° з.д.	100		101		102		103	
		-65	-60	-60	-55	-55	-50	-40	-35
Год									
	1979				4,85	42,11	32,19		19,49
	1980				6,48	27,49	27,73		16,56
	1981				6,63	26,39	28,08		12,50
	1982				8,23	21,93	23,43		15,31
	1983				5,77	14,13	16,94		14,08
	1984				9,21	14,36	27,38		10,58
	1985				13,22	22,92	33,06		12,70
	1986				8,33	44,50	46,11		21,50
	1987				8,12	25,66	45,33		14,07
	1988				5,35	31,42	31,56		14,03
	1989				11,04	19,16	31,79		12,46
	1990				9,19	17,15	44,86		11,28
	1991				8,88	23,52	28,46		22,08
	1992				7,27	22,47	33,78		20,03
	1993				2,88	20,57	27,80		17,84
	1994				10,24	21,00	33,89		16,89
	1995				8,27	22,30	39,46		13,18
65 - 70	1996				11,77	25,25	35,33		11,42
	1997				9,09	28,78	36,88		20,57
	1998				7,26	23,90	36,15		22,26
	1999				6,74	26,30	47,41		13,80
	2000				11,33	25,67	31,62		12,33
	2001				10,47	32,33	39,84		9,11
	2002				9,61	33,26	38,84		6,27
	2003				11,35	34,63	41,55		12,20
	2004				10,39	55,49	51,27		18,70
	2005				11,17	45,76	37,76		13,37
	2006				10,73	40,78	33,31		14,30
	2007				8,89	38,79	36,65		12,00
	2008				12,37	27,71	31,72		11,75
	2009				19,23	36,65	34,59		15,62
	2010				6,67	35,15	28,18		8,71
	2011				9,68	35,10	48,98		9,99
	2012				12,21	32,14	34,23		11,38
	2013				15,85	42,73	46,25		12,08
	2014				15,39	34,75	47,84		12,62

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны	104		105		106		107		108		109		110		111		112	
	Долгота, ° з.д.	-35	-30	-30	-25	-25	-20	-20	-15	-15	-10	-10	-5	0	0	5	5	10	
° с.ш.	Год																		
	1979	37,35		48,07		43,81		45,60		49,73		49,61		72,30		79,35		79,77	
	1980	34,88		40,62		38,71		53,04		46,88		46,58		71,71		81,14		78,95	
	1981	34,52		41,31		41,50		57,59		57,77		55,88		84,68		96,96		92,90	
	1982	37,02		44,69		41,40		45,28		41,36		41,43		72,27		81,61		82,68	
	1983	32,53		40,64		40,41		55,02		49,65		52,31		79,92		92,47		88,03	
	1984	29,86		36,11		34,91		36,06		32,45		36,99		63,82		73,90		76,59	
	1985	30,71		41,39		39,65		57,01		52,51		56,68		92,99		99,80		92,29	
	1986	39,11		44,91		35,42		40,34		40,81		46,94		74,73		79,34		77,87	
	1987	26,60		30,36		31,92		44,82		40,17		48,76		79,92		88,24		85,54	
	1988	36,54		42,01		29,95		40,07		54,32		62,54		88,71		96,23		92,68	
	1989	39,17		50,54		35,37		44,31		44,86		45,86		75,02		88,87		83,78	
	1990	35,02		42,46		37,06		42,87		32,98		42,99		73,50		86,71		85,90	
	1991	46,60		52,26		47,45		49,55		36,54		46,28		76,82		83,92		80,37	
	1992	48,90		49,20		45,75		47,86		39,71		51,26		80,10		90,93		94,04	
	1993	35,52		40,78		39,57		47,94		41,13		53,72		80,17		91,09		91,19	
	1994	43,20		56,42		53,95		56,70		46,39		51,87		76,64		86,85		85,76	
	1995	35,00		51,37		41,56		55,13		50,29		57,16		80,33		99,73		94,65	
65 - 70	1996	31,73		40,88		34,59		42,23		38,30		41,90		71,52		85,27		84,86	
	1997	39,28		50,96		40,76		45,26		39,60		45,02		77,46		92,17		91,11	
	1998	43,29		56,26		48,11		53,34		45,62		54,03		86,32		96,97		89,83	
	1999	37,38		48,99		45,67		51,10		40,52		48,45		78,70		88,97		83,12	
	2000	31,15		41,09		39,63		48,94		45,91		48,13		81,60		98,22		91,54	
	2001	23,86		30,89		31,65		45,63		49,54		54,94		88,48		103,22		95,85	
	2002	25,62		40,10		30,29		39,42		36,68		43,74		80,76		93,55		92,04	
	2003	30,81		43,53		45,47		60,30		53,33		55,53		89,12		102,60		96,84	
	2004	38,45		50,32		52,26		64,84		55,82		63,74		95,57		102,69		91,41	
	2005	36,16		44,39		40,18		49,42		47,62		55,50		87,34		95,57		87,72	
	2006	31,85		42,71		39,11		50,91		40,67		45,43		76,31		91,07		87,73	
	2007	34,61		45,30		42,37		56,16		48,24		55,35		88,12		99,58		92,58	
	2008	28,06		40,05		40,73		56,17		52,20		59,42		96,29		109,77		103,43	
	2009	41,46		53,63		49,66		56,70		46,85		53,78		84,57		91,50		89,31	
	2010	27,11		38,87		36,83		51,12		54,79		65,41		98,87		105,29		96,41	
	2011	33,99		49,55		44,73		54,52		46,56		49,85		81,32		89,51		82,35	
	2012	32,74		45,42		48,91		52,14		44,90		52,23		86,94		94,09		90,73	
	2013	37,14		51,26		48,90		58,68		46,75		51,46		83,08		94,97		89,18	
	2014	38,27		52,51		48,27		52,04		47,12		49,95		77,62		87,60		91,43	

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны Долгота, ° з.д.	85		86		87		88		89		90	
		-65	-60	-60	-55	-55	-50	-50	-45	-45	-40	-40	-35
	1979					31,74	58,55	36,56	32,06	43,28	59,61		
	1980					24,32	48,01	29,86	22,49	30,08	51,92		
	1981					22,46	44,45	27,66	23,26	34,94	59,60		
	1982					26,79	67,40	51,61	41,44	53,42	68,93		
	1983					14,54	31,46	39,83	39,77	47,37	64,85		
	1984					17,77	38,78	51,24	46,65	55,73	62,68		
	1985					24,08	54,68	38,23	33,73	34,39	50,71		
	1986					42,71	87,12	57,38	48,61	58,69	70,54		
	1987					23,95	62,04	44,70	31,72	34,31	48,65		
	1988					20,37	68,99	47,20	33,92	38,86	66,22		
	1989					28,96	69,66	53,09	34,96	38,28	69,47		
	1990					17,98	50,95	55,00	39,87	42,97	63,09		
	1991					20,56	53,64	53,59	46,17	52,65	62,36		
	1992					22,89	80,80	54,69	54,69	56,15	67,01		
	1993					17,79	41,03	50,67	40,33	56,51	73,99		
	1994					21,19	67,39	54,45	42,21	45,09	69,98		
	1995					27,20	63,89	46,97	32,14	33,11	58,27		
60 - 65	1996					23,42	76,47	49,98	32,32	35,76	58,14		
	1997					26,95	84,65	54,65	33,44	44,43	72,23		
	1998					22,78	84,67	54,46	35,76	56,21	74,55		
	1999					26,00	73,45	53,95	35,60	60,02	69,65		
	2000					20,47	64,68	46,17	33,24	52,11	63,59		
	2001					29,28	66,71	46,91	29,88	36,46	57,36		
	2002					36,86	80,10	50,21	34,57	40,98	59,96		
	2003					31,05	77,59	55,61	39,66	49,57	64,71		
	2004					41,31	85,05	59,06	38,28	46,95	66,81		
	2005					36,00	74,25	44,00	23,05	36,42	61,01		
	2006					34,55	67,01	42,61	26,29	36,84	69,49		
	2007					33,86	79,84	52,10	32,86	46,98	72,64		
	2008					20,79	55,69	43,72	29,63	47,08	77,17		
	2009					33,87	61,75	43,79	32,90	46,06	59,55		
	2010					19,57	55,30	35,07	17,42	24,40	48,39		
	2011					39,58	79,00	61,74	50,39	60,63	81,19		
	2012					20,23	58,24	42,42	23,70	32,34	58,82		
	2013					37,76	82,62	54,74	40,97	54,50	69,44		
	2014					32,75	73,94	63,00	43,31	50,72	68,26		

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны	91		92		93		94		95		96		97		98		99	
	Долгота, ° з.д.	-35	-30	-30	-25	-25	-20	-20	-15	-15	-10	-10	-5	-5	0	0	5	5	10
	1979	81,47		96,02		106,03		105,49		99,14		82,43		81,52		86,14		83,54	
	1980	76,27		91,27		96,65		94,47		90,04		76,25		80,26		82,75		73,47	
	1981	87,54		97,53		101,47		102,32		98,21		81,53		82,42		85,86		82,11	
	1982	95,82		105,48		109,50		104,26		94,24		78,38		79,56		81,62		76,02	
	1983	84,29		98,82		103,09		103,04		99,11		76,11		75,64		78,87		74,05	
	1984	80,36		94,38		98,91		91,53		80,43		67,70		69,80		76,38		74,60	
	1985	76,43		93,99		98,37		95,99		91,72		82,11		84,27		77,05		71,45	
	1986	90,92		105,18		107,09		104,38		92,22		80,66		79,90		72,82		69,87	
	1987	68,49		80,37		85,52		76,52		69,17		67,74		70,42		69,33		66,40	
	1988	90,42		102,60		98,60		89,23		81,09		75,17		80,75		76,25		70,50	
	1989	93,60		108,36		111,98		107,99		92,69		79,11		80,87		77,02		71,59	
	1990	88,30		103,81		105,76		99,49		89,58		78,23		78,66		79,33		73,08	
	1991	84,43		93,54		91,75		84,19		75,47		66,91		73,06		77,10		71,48	
	1992	92,79		104,02		105,94		96,89		81,02		70,53		77,12		83,06		82,23	
	1993	93,06		105,26		106,40		96,37		87,22		78,43		82,99		93,04		87,56	
	1994	93,54		112,44		108,96		98,75		92,34		81,02		85,26		88,81		84,21	
	1995	87,43		102,69		98,61		92,59		86,44		78,53		81,85		89,03		83,19	
60 - 65	1996	84,14		95,59		93,16		87,59		74,73		72,60		80,77		82,96		80,31	
	1997	101,01		106,64		98,43		87,32		74,84		67,58		78,13		86,04		85,90	
	1998	99,84		108,93		106,53		97,69		87,44		81,63		87,23		85,38		80,62	
	1999	99,30		110,47		110,48		98,82		88,19		81,44		83,90		83,45		78,88	
	2000	96,08		108,87		113,78		103,16		87,97		74,44		76,99		83,45		83,68	
	2001	96,81		101,37		99,28		92,89		84,78		78,27		82,58		85,43		82,76	
	2002	93,63		105,46		102,44		92,91		81,53		74,02		80,00		86,67		83,11	
	2003	97,76		106,38		105,42		96,35		89,72		80,82		81,01		82,05		79,73	
	2004	95,42		102,90		101,13		100,21		93,70		85,51		88,66		87,10		83,23	
	2005	97,32		107,36		105,96		100,82		94,27		83,83		86,48		86,17		84,16	
	2006	100,77		108,34		107,13		99,50		83,45		71,06		73,19		81,63		85,81	
	2007	103,53		113,21		110,65		98,21		84,65		73,29		78,58		89,85		87,31	
	2008	106,99		113,88		116,52		113,20		102,01		88,32		89,75		96,32		92,78	
	2009	90,69		99,50		97,50		91,72		87,78		78,92		80,62		89,33		87,39	
	2010	78,87		90,84		92,57		98,51		98,38		92,63		92,26		91,42		86,60	
	2011	115,61		122,74		114,02		105,93		97,51		83,57		83,04		86,28		80,03	
	2012	91,07		109,16		109,86		107,71		98,86		87,67		88,22		93,60		89,65	
	2013	96,93		105,60		102,59		100,45		96,61		87,34		84,01		86,54		79,13	
	2014	98,12		106,78		102,57		96,53		92,14		81,23		81,54		92,77		97,25	

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны Долгота, ° з.д.	70		71		72		73		74		75	
		-65	-60	-60	-55	-55	-50	-50	-45	-45	-40	-40	-35
	1979					21,14	50,79	56,54	58,54	60,95	74,10		
	1980					21,44	48,14	52,27	50,60	50,46	61,16		
	1981					12,89	37,43	48,62	51,91	55,14	68,21		
	1982					20,63	71,96	85,61	77,12	80,18	94,48		
	1983					9,32	45,47	68,92	63,34	65,04	72,61		
	1984					11,74	52,47	85,31	80,50	76,77	83,41		
	1985					12,42	49,83	55,93	51,77	44,95	56,18		
	1986					26,77	86,99	85,02	73,86	70,38	84,78		
	1987					12,32	50,55	60,78	55,72	50,52	58,20		
	1988					11,50	60,27	76,51	66,10	66,10	83,35		
	1989					14,44	73,64	91,90	72,47	71,89	96,08		
	1990					14,59	69,08	84,32	70,12	71,17	87,25		
	1991					17,81	66,26	83,69	67,53	62,40	69,59		
	1992					12,20	83,08	87,91	74,66	70,70	78,54		
	1993					14,08	61,20	86,67	67,01	68,31	78,67		
	1994					14,65	67,61	82,42	69,64	65,76	79,40		
	1995					14,97	66,41	74,00	56,28	51,99	67,77		
55 - 60	1996					12,09	54,33	77,26	63,60	59,31	74,10		
	1997					17,42	73,41	90,40	65,60	60,94	79,23		
	1998					9,55	67,72	82,47	68,28	75,71	93,51		
	1999					7,65	61,00	79,34	63,90	68,52	87,92		
	2000					18,89	55,90	78,89	61,56	65,57	83,77		
	2001					22,35	54,24	67,70	53,36	55,51	74,42		
	2002					26,88	73,27	80,45	62,04	64,28	83,25		
	2003					18,72	67,51	79,95	67,56	67,82	79,86		
	2004					31,70	65,87	79,97	63,93	66,06	78,65		
	2005					21,57	61,20	76,99	55,52	58,54	78,18		
	2006					22,85	54,86	71,80	59,51	64,74	83,01		
	2007					26,97	66,41	81,25	65,32	68,47	86,41		
	2008					16,30	65,85	88,11	67,86	75,58	97,41		
	2009					24,57	57,06	69,00	61,08	67,16	79,82		
	2010					16,19	37,54	54,34	42,80	38,09	54,15		
	2011					43,76	77,82	92,70	84,06	92,28	108,15		
	2012					15,25	58,12	73,96	54,51	55,26	70,82		
	2013					32,66	69,83	88,11	77,37	75,47	87,46		
	2014					25,07	74,94	101,41	84,43	80,00	92,49		

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны	76		77		78		79		80		81		82		83		84	
	Долгота, ° з.д.	-35	-30	-30	-25	-25	-20	-20	-15	-15	-10	-10	-5	0	0	5	5	5	10
	1979	93,82		109,94		127,75		130,78		127,68		106,84		76,24		79,17		87,26	
	1980	77,54		89,68		101,35		98,08		98,60		89,74		70,31		75,54		77,91	
	1981	83,01		96,79		109,39		103,62		106,20		98,02		73,05		75,47		73,85	
	1982	110,87		125,07		132,40		124,76		120,49		106,99		70,64		70,93		70,00	
	1983	81,90		95,22		110,97		109,25		105,99		92,79		73,62		70,79		69,10	
	1984	100,12		110,07		119,87		112,49		109,15		96,29		65,88		68,14		71,25	
	1985	75,70		88,48		103,31		99,72		101,97		94,38		67,42		67,76		68,82	
	1986	104,14		114,91		131,54		125,04		123,06		109,54		77,67		73,98		68,99	
	1987	72,33		81,16		94,73		91,83		94,93		83,28		62,25		63,34		64,17	
	1988	89,32		94,64		103,43		92,97		94,60		86,76		74,22		72,53		73,70	
	1989	110,45		126,99		140,77		126,27		115,85		101,71		76,95		77,98		73,74	
	1990	102,78		116,83		132,44		126,65		124,73		109,63		75,30		77,30		78,28	
	1991	85,51		92,46		104,95		101,56		96,95		91,07		72,17		75,16		77,61	
	1992	95,82		112,30		125,22		114,17		106,31		97,69		76,09		74,05		75,94	
	1993	95,57		109,56		125,61		109,93		105,53		95,88		72,14		78,44		80,67	
	1994	99,50		112,48		122,92		113,43		113,45		100,15		72,04		76,67		80,15	
	1995	87,44		97,30		113,69		102,02		99,31		94,19		76,33		85,18		92,14	
55 - 60	1996	94,50		106,02		105,68		89,49		86,55		87,69		77,19		79,51		84,58	
	1997	97,92		109,43		110,88		88,15		84,56		83,17		63,19		69,05		83,56	
	1998	105,11		111,33		111,93		97,72		96,07		90,61		72,58		73,79		85,67	
	1999	106,92		119,08		121,73		103,71		102,43		95,68		75,87		76,94		81,82	
	2000	99,76		115,77		128,86		107,76		99,59		90,39		74,09		72,52		81,81	
	2001	92,92		101,55		111,44		102,42		99,98		92,57		76,57		75,67		83,30	
	2002	92,74		100,60		111,21		98,97		96,25		91,12		72,48		77,86		88,57	
	2003	93,02		99,38		110,65		102,47		104,57		95,30		79,84		80,56		79,16	
	2004	90,16		98,59		108,58		101,55		103,48		92,59		75,75		81,84		87,23	
	2005	92,35		104,27		112,17		98,73		100,18		91,54		79,15		84,99		89,96	
	2006	97,37		109,08		118,50		105,09		103,94		88,83		73,35		80,36		83,47	
	2007	94,35		102,03		116,06		105,62		101,86		85,29		73,71		84,75		89,63	
	2008	109,23		118,65		130,62		122,53		116,00		95,42		80,93		85,20		90,67	
	2009	93,12		102,66		114,01		106,49		108,77		91,75		73,02		78,22		89,34	
	2010	66,38		77,20		95,23		97,68		104,35		93,37		79,80		86,18		92,91	
	2011	113,38		120,48		128,61		118,48		108,48		90,07		73,39		75,88		73,59	
	2012	86,09		98,41		110,98		104,54		102,76		90,98		76,01		83,64		91,14	
	2013	98,30		106,05		117,40		111,98		114,99		100,46		83,24		83,56		81,95	
	2014	108,76		112,25		119,52		114,00		111,79		95,83		72,31		76,44		92,00	

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны Долгота, ° з.д.	56		57		58		59		60	
		-60	-55	-55	-50	-50	-45	-45	-40	-40	-35
	1979					18,01	34,57	73,88	91,77	85,11	
	1980					28,73	41,59	75,52	88,41	81,03	
	1981					19,29	30,35	66,60	84,08	82,74	
	1982					32,00	50,58	101,62	110,95	106,74	
	1983					24,25	26,02	71,01	92,37	81,61	
	1984					24,46	34,69	84,82	96,77	92,24	
	1985					24,36	33,92	76,89	93,63	81,57	
	1986					30,18	52,01	97,01	101,73	96,96	
	1987					21,87	28,75	74,77	87,78	78,80	
	1988					23,13	36,82	84,67	101,69	89,43	
	1989					22,99	44,06	91,89	113,91	103,39	
	1990					21,97	41,49	89,07	98,15	87,63	
	1991					20,55	39,67	82,99	90,30	73,57	
	1992					18,78	42,65	90,57	103,44	87,40	
	1993					19,09	38,29	89,38	96,08	89,35	
	1994					16,13	39,18	90,38	102,92	89,66	
	1995					21,26	38,24	73,69	87,16	81,49	
50 - 55	1996					14,49	35,00	80,87	101,98	91,47	
	1997					20,20	40,98	87,18	98,06	92,23	
	1998					20,32	41,66	86,18	99,00	96,41	
	1999					4,36	35,29	81,33	94,40	82,08	
	2000					32,15	38,79	83,71	99,66	88,23	
	2001					23,77	35,02	77,11	89,49	74,27	
	2002					22,67	44,32	90,57	104,49	95,78	
	2003					19,67	40,57	90,70	98,20	86,15	
	2004					30,31	39,73	76,29	85,50	76,71	
	2005					26,58	37,99	76,61	87,92	80,42	
	2006					29,87	39,20	96,57	106,31	95,48	
	2007					22,19	39,60	90,13	104,57	88,85	
	2008					27,60	40,89	82,22	92,21	85,69	
	2009					33,72	38,72	84,02	97,38	87,24	
	2010					17,87	21,78	66,58	74,71	65,34	
	2011					40,74	55,45	102,42	112,55	101,15	
	2012					30,63	42,34	86,44	90,96	75,28	
	2013					34,16	45,48	96,15	100,53	88,15	
	2014					24,10	44,79	106,03	103,49	90,29	

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны Долгота, ° з.д.	43		44		45		46		47		48	
		-65	-60	-60	-55	-55	-50	-50	-45	-45	-40	-40	-35
	1979					42,46	37,55	26,98	29,23	88,35	120,38		
	1980					53,41	44,00	33,27	31,54	87,83	122,41		
	1981					37,70	37,00	24,05	22,83	79,62	116,25		
	1982					53,22	47,89	35,37	39,24	123,30	171,13		
	1983					45,88	43,56	27,27	17,07	91,19	143,23		
	1984					43,71	37,80	28,52	23,55	99,10	156,52		
	1985					54,68	49,06	34,72	36,13	122,22	166,13		
	1986					46,71	46,10	36,01	39,39	110,32	149,34		
	1987					47,70	49,20	29,62	27,17	103,42	140,55		
	1988					46,73	44,88	31,56	31,01	116,72	152,00		
	1989					47,56	45,88	38,20	39,33	134,12	171,51		
	1990					40,02	42,04	29,66	33,07	106,15	140,72		
	1991					43,61	47,03	29,00	34,82	113,27	140,80		
	1992					44,11	51,75	27,76	35,49	122,60	156,20		
	1993					37,39	44,39	28,88	37,12	111,61	164,59		
	1994					38,95	45,68	28,00	34,80	122,09	170,75		
	1995					52,24	46,74	25,88	31,10	112,38	150,45		
45 - 50	1996					45,02	46,33	27,19	35,79	122,00	160,94		
	1997					48,39	54,81	34,07	42,00	118,96	152,48		
	1998					41,49	40,02	27,69	39,68	110,89	151,40		
	1999					34,69	32,94	17,24	28,00	105,48	146,28		
	2000					49,79	53,01	31,43	38,79	132,86	165,76		
	2001					55,43	46,77	27,71	35,90	116,81	153,70		
	2002					52,62	46,69	35,74	51,32	145,69	187,04		
	2003					43,30	50,76	36,06	50,46	131,67	158,68		
	2004					51,85	46,42	30,96	38,45	102,81	130,36		
	2005					46,40	43,59	28,44	33,99	109,13	137,94		
	2006					46,78	43,38	31,21	40,39	122,32	170,32		
	2007					51,71	45,49	30,52	43,95	134,10	160,52		
	2008					45,25	39,62	27,64	35,08	116,13	155,02		
	2009					52,65	49,34	28,80	34,62	121,93	180,62		
	2010					42,16	38,35	21,01	23,62	97,07	143,49		
	2011					51,73	40,21	33,07	44,53	118,26	151,81		
	2012					47,88	50,98	34,68	42,19	120,90	143,48		
	2013					52,56	48,13	35,12	46,38	128,98	160,78		
	2014					43,06	49,09	35,32	43,80	117,21	158,25		

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны	49		50		51		52		53		54		55	
	Долгота, ° з.д.	-35	-30	-30	25	-25	-20	-20	-15	-15	-10	-10	-5	-5	0
	1979	102,94	97,19	96,39	95,58	92,48	86,23	81,53							
	1980	99,58	91,47	93,26	98,66	94,19	90,18	91,06							
	1981	97,39	94,04	93,43	91,05	85,69	83,37	82,28							
	1982	133,04	117,99	111,31	106,26	97,87	83,14	81,15							
	1983	107,03	98,11	99,93	98,48	93,69	86,24	87,27							
	1984	126,68	117,70	112,36	106,57	97,34	90,39	83,08							
	1985	113,75	99,17	98,04	93,72	89,74	85,13	88,41							
	1986	111,29	109,06	104,12	100,22	98,05	90,75	85,54							
	1987	102,90	97,17	93,96	91,55	90,81	85,73	88,77							
	1988	114,09	103,74	99,36	91,34	86,87	82,24	89,03							
	1989	137,15	128,19	118,31	108,41	104,16	91,34	87,83							
	1990	112,21	108,05	109,05	101,24	101,34	96,02	95,59							
	1991	109,21	99,55	101,32	95,85	91,74	86,45	93,55							
	1992	124,07	104,59	99,23	96,83	87,80	80,60	91,59							
	1993	123,90	114,03	109,76	99,95	92,02	88,40	98,58							
	1994	123,30	114,19	103,29	89,42	82,40	77,44	81,22							
	1995	119,91	112,88	109,52	102,27	92,62	92,43	97,44							
45 - 50	1996	122,34	116,41	110,79	105,85	100,79	103,31	111,37							
	1997	123,92	112,24	102,19	96,76	87,84	87,00	97,77							
	1998	118,72	110,03	101,93	93,63	90,40	91,50	103,02							
	1999	116,92	115,57	110,35	100,41	90,17	90,23	99,02							
	2000	137,86	127,81	119,50	114,95	100,33	93,13	93,56							
	2001	121,13	123,60	112,44	103,25	97,08	101,33	108,41							
	2002	140,78	142,28	122,18	109,40	98,41	94,20	92,49							
	2003	114,98	106,34	101,57	99,67	97,65	107,53	113,58							
	2004	95,53	99,92	106,22	104,70	102,27	103,98	108,16							
	2005	104,97	104,43	106,84	110,85	107,41	106,77	107,78							
	2006	133,17	123,60	115,72	108,92	105,29	101,17	102,26							
	2007	121,96	109,95	102,57	97,63	97,02	100,13	105,04							
	2008	123,77	116,48	114,38	115,05	105,90	101,52	104,66							
	2009	141,09	129,08	126,23	115,30	109,37	103,98	99,04							
	2010	117,29	116,94	115,66	116,95	118,52	115,74	110,43							
	2011	119,95	115,19	103,10	99,57	94,13	89,35	91,09							
	2012	107,69	101,51	101,84	106,50	99,80	98,28	104,16							
	2013	131,83	124,13	113,86	115,77	110,72	109,24	104,67							
	2014	125,56	121,06	123,49	120,55	112,47	105,72	100,58							

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны Долгота, ° з.д.	29		30		31		32		33		34		35	
		-70	-65	-65	-60	-60	-55	-55	-50	-50	-45	-45	-40	-40	-35
	1979			82,80	108,72	107,42	88,06	107,52	142,77	121,63					
	1980			100,82	125,65	121,37	90,53	108,01	147,90	116,65					
	1981			79,60	105,50	107,11	78,19	94,71	144,30	120,51					
	1982			80,07	109,28	112,91	83,38	119,62	191,51	141,92					
	1983			84,09	126,06	124,43	113,96	124,34	170,93	135,59					
	1984			73,53	118,94	135,62	97,87	109,53	178,06	132,09					
	1985			93,52	132,20	138,05	100,99	137,68	209,07	154,83					
	1986			83,79	111,09	118,30	79,33	119,39	175,11	135,89					
	1987			75,26	119,18	130,32	105,46	135,12	185,69	139,17					
	1988			68,95	111,04	119,03	83,09	117,02	177,41	137,37					
	1989			83,01	123,21	134,70	117,76	145,59	205,67	158,99					
	1990			69,64	107,45	123,19	100,13	132,11	190,03	148,19					
	1991			71,61	128,46	124,64	94,86	130,77	182,78	141,26					
	1992			78,18	132,82	143,67	113,55	134,58	199,53	145,27					
	1993			80,91	140,48	157,56	112,01	139,20	191,27	146,59					
	1994			91,06	139,14	135,57	109,81	133,07	194,18	156,29					
	1995			95,40	137,03	147,51	115,01	143,06	200,38	148,51					
40 - 45	1996			68,84	105,48	115,38	109,77	130,42	199,46	160,09					
	1997			88,10	120,64	134,20	102,06	143,49	204,39	160,83					
	1998			64,89	104,35	118,89	95,76	121,41	175,92	134,30					
	1999			90,94	116,05	118,76	92,91	122,41	176,97	141,75					
	2000			104,01	134,83	131,20	110,89	143,94	205,48	157,66					
	2001			88,77	127,15	138,39	120,79	155,38	205,09	167,88					
	2002			97,29	137,15	144,74	124,89	169,36	229,33	188,08					
	2003			86,22	130,66	132,90	103,65	151,94	208,67	157,77					
	2004			87,66	122,55	128,14	98,07	131,74	184,75	141,12					
	2005			86,08	134,06	140,06	108,48	132,34	189,55	148,79					
	2006			83,66	112,21	112,76	93,30	136,85	204,83	161,03					
	2007			85,86	125,53	130,56	106,09	143,29	199,74	148,57					
	2008			81,99	107,46	112,44	82,56	134,65	191,54	148,97					
	2009			94,66	126,30	138,22	118,57	152,91	207,47	157,07					
	2010			95,89	124,70	127,55	89,04	126,45	179,73	141,35					
	2011			80,76	99,16	106,99	94,97	127,00	177,98	145,89					
	2012			98,27	135,20	144,25	113,29	134,59	184,08	141,31					
	2013			102,62	144,11	159,92	119,78	152,51	201,38	153,15					
	2014			101,07	141,55	133,80	94,73	114,93	178,83	133,82					

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны Долгота, ° з.д.	36		37		38		39		40		41		42	
		-35	-30	-30	-25	-25	-20	-20	-15	-15	-10	-5	-10	-5	0
	1979	100,74		93,42		92,36		92,88		93,44		77,05		75,44	
	1980	97,25		89,40		89,16		94,36		93,75		80,83		81,29	
	1981	107,67		100,97		97,19		93,75		87,04		74,21		76,87	
	1982	119,29		102,93		96,33		90,63		87,05		74,67		80,49	
	1983	113,17		101,85		96,91		95,61		87,47		71,17		80,34	
	1984	111,67		104,89		102,49		99,24		94,73		79,88		87,61	
	1985	121,21		102,88		97,10		95,76		92,12		78,33		84,83	
	1986	110,56		99,03		97,36		94,13		88,96		75,55		84,31	
	1987	110,02		97,87		92,04		90,32		87,09		75,38		82,80	
	1988	109,41		96,00		92,12		93,61		93,30		81,79		91,41	
	1989	132,30		113,13		109,90		107,17		91,93		80,18		85,76	
	1990	119,64		101,22		97,19		98,51		98,46		91,34		102,24	
	1991	119,00		101,34		96,47		96,78		93,97		81,61		94,58	
	1992	121,05		99,04		92,45		95,14		92,76		80,89		90,83	
	1993	118,71		106,84		100,15		98,55		96,44		84,84		94,59	
	1994	127,49		108,16		99,14		92,86		90,56		77,75		87,34	
	1995	126,53		114,69		113,92		104,55		97,69		87,61		102,51	
40 - 45	1996	135,27		115,94		110,62		106,70		105,01		92,44		104,26	
	1997	131,25		110,09		102,39		96,35		94,99		86,55		95,42	
	1998	111,42		95,30		91,64		93,57		97,98		85,87		102,40	
	1999	122,65		110,36		107,23		100,61		101,49		90,89		98,36	
	2000	137,61		118,53		107,91		103,67		101,97		88,88		94,47	
	2001	137,09		123,88		112,20		105,84		107,59		96,51		100,66	
	2002	154,65		132,74		116,97		105,91		98,39		87,36		85,05	
	2003	126,73		114,65		108,29		105,89		102,24		91,31		104,58	
	2004	125,93		112,54		101,00		101,74		107,16		96,98		99,81	
	2005	129,60		119,66		116,19		110,18		112,79		101,07		101,65	
	2006	140,54		123,02		111,68		103,16		102,94		93,01		95,68	
	2007	123,70		107,68		97,30		95,65		100,98		92,12		94,46	
	2008	123,73		112,85		113,18		114,93		113,21		95,07		92,86	
	2009	137,98		125,52		119,32		111,35		107,79		96,27		97,86	
	2010	122,98		117,35		117,61		120,45		122,21		107,79		104,77	
	2011	128,18		113,54		106,93		104,26		107,08		88,20		87,73	
	2012	115,91		103,95		103,70		105,11		105,78		96,82		96,83	
	2013	136,53		124,42		115,04		111,92		112,41		102,67		100,72	
	2014	125,08		114,41		111,77		110,07		110,02		94,34		98,37	

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны Долгота, ° з.д.	15		16		17		18		19		20		21		22	
		-75	-70	-70	-65	-65	-60	-60	-55	-55	-50	-50	-45	-45	-40	-40	-35
	1979			206,43	242,81	239,19	206,78	187,09	157,88	132,82	112,89						
	1980			229,69	259,42	260,45	231,60	196,77	159,57	134,13	115,38						
	1981			237,32	250,29	245,16	213,03	182,39	151,40	133,48	124,62						
	1982			197,74	245,64	247,68	211,98	183,82	158,75	138,22	120,25						
	1983			226,80	249,25	254,53	218,39	197,97	164,78	140,54	124,81						
	1984			207,22	231,12	228,39	202,64	179,09	142,73	124,02	115,14						
	1985			242,44	252,97	264,07	234,97	208,85	182,74	157,89	138,84						
	1986			226,62	248,19	244,97	215,85	184,03	149,08	122,01	112,99						
	1987			228,32	251,41	253,79	238,47	208,59	171,32	142,98	124,99						
	1988			198,98	230,97	252,64	220,00	191,10	166,55	144,94	124,82						
	1989			221,03	242,88	252,10	218,52	186,77	157,71	136,60	126,03						
	1990			182,19	208,36	239,44	223,91	200,86	170,01	139,90	120,59						
	1991			205,50	208,53	240,35	216,35	192,73	158,14	132,07	118,12						
	1992			208,08	228,86	253,00	221,29	199,27	166,74	140,16	128,46						
	1993			187,73	230,42	237,96	210,14	188,99	157,16	136,67	126,52						
	1994			213,58	242,46	254,44	223,04	211,50	172,89	149,97	128,60						
	1995			221,82	232,05	262,96	236,41	218,62	188,13	156,06	135,27						
35 - 40	1996			185,34	208,35	236,05	214,05	200,94	168,20	149,82	140,01						
	1997			202,54	231,39	274,94	247,28	215,96	190,17	161,81	143,34						
	1998			189,19	236,32	250,53	205,05	176,55	147,17	121,97	112,88						
	1999			235,55	254,33	247,49	219,74	192,58	163,17	136,98	128,53						
	2000			251,43	249,45	250,26	223,72	202,71	173,63	157,09	139,88						
	2001			232,38	246,63	254,92	238,89	219,29	191,69	166,78	153,14						
	2002			232,76	247,67	271,79	236,89	213,66	188,10	165,46	145,41						
	2003			221,96	247,88	279,67	241,98	215,29	180,39	153,17	134,28						
	2004			218,45	265,14	291,85	256,87	222,31	183,73	156,61	142,23						
	2005			212,84	258,61	273,84	231,52	207,82	177,44	156,45	149,59						
	2006			201,43	244,16	251,25	224,85	207,81	184,76	166,86	151,16						
	2007			220,14	248,56	283,40	237,11	212,53	182,29	156,82	134,74						
	2008			218,94	258,56	250,40	217,52	190,28	165,89	150,93	135,80						
	2009			217,81	266,69	282,74	249,62	227,82	185,84	159,77	142,88						
	2010			247,14	293,62	287,07	243,09	222,15	185,25	157,24	136,40						
	2011			209,86	266,49	254,15	232,40	201,17	168,71	146,02	135,84						
	2012			229,71	257,09	257,92	228,98	196,18	172,37	144,23	130,14						
	2013			239,66	274,85	283,00	254,39	217,72	186,16	161,02	144,20						
	2014			225,40	264,37	262,70	217,13	187,94	163,00	142,63	136,44						

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны Долгота, ° з.д.	23		24		25		26		27		28	
		-35	-30	-30	-25	-25	-20	-20	-15	-15	-10	-20	-15
	1979	96,84		97,15		104,01		109,52		120,89		99,30	
	1980	100,61		101,88		108,41		114,01		116,36		97,70	
	1981	117,73		117,49		117,65		107,45		105,65		84,28	
	1982	107,14		103,23		101,73		98,66		104,20		90,54	
	1983	117,36		112,82		109,11		104,42		102,94		90,96	
	1984	106,39		108,23		111,41		108,60		113,11		97,24	
	1985	122,20		112,76		113,80		108,92		105,92		88,34	
	1986	100,19		101,17		104,76		104,88		106,57		92,14	
	1987	111,46		105,92		109,09		102,96		102,84		88,55	
	1988	108,99		110,01		114,47		114,55		112,53		97,14	
	1989	115,33		112,41		118,72		114,34		106,64		93,86	
	1990	106,70		102,81		106,94		107,32		109,99		95,30	
	1991	103,83		103,96		113,31		111,00		114,78		106,14	
	1992	108,69		104,01		110,17		113,38		113,98		107,72	
	1993	112,23		110,10		114,81		115,48		119,49		109,86	
	1994	114,09		106,57		106,54		110,15		110,96		96,02	
	1995	120,61		121,05		123,88		120,18		113,70		100,72	
35 - 40	1996	133,37		128,75		130,08		127,35		130,17		111,68	
	1997	119,14		110,65		112,02		102,62		105,75		99,38	
	1998	101,97		100,59		102,48		104,63		110,80		98,17	
	1999	121,77		117,10		119,29		119,15		127,05		116,08	
	2000	124,74		117,80		117,65		112,62		122,28		107,71	
	2001	128,21		124,92		126,38		120,25		124,41		113,81	
	2002	134,81		126,39		125,76		116,11		119,44		111,04	
	2003	116,70		111,85		124,50		124,60		133,49		118,91	
	2004	131,48		121,02		123,47		121,03		134,93		120,38	
	2005	136,35		128,25		130,81		126,84		136,42		121,87	
	2006	128,95		117,80		116,09		112,25		125,96		113,52	
	2007	114,65		107,03		111,09		115,42		126,51		114,16	
	2008	129,04		123,27		121,74		129,02		139,64		120,09	
	2009	126,82		113,90		117,04		120,65		127,40		107,67	
	2010	126,25		120,63		126,74		127,32		132,55		113,14	
	2011	122,76		113,64		116,25		117,85		128,98		110,59	
	2012	122,08		113,52		121,11		121,33		134,06		118,84	
	2013	128,61		115,26		119,00		122,70		127,54		114,73	
	2014	126,28		121,84		129,15		127,19		131,46		112,13	

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны Долгота, ° з.д.	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
		-80	-75	-75	-70	-70	-65	-65	60	-60	-55	-55	-50	-50	-45	-45	-40	-40	-35
	1979	255,44	228,24	188,51	170,21	157,66	147,90	136,50	125,05	116,69									
	1980	265,03	237,62	189,29	173,88	159,57	145,89	133,96	128,06	123,70									
	1981	278,50	242,00	191,41	175,71	157,97	144,82	130,67	120,01	116,84									
	1982	241,27	192,54	158,57	156,89	144,78	134,61	122,72	116,68	116,15									
	1983	275,84	210,96	165,96	152,49	144,19	141,75	131,72	121,47	119,74									
	1984	246,79	203,55	156,75	146,20	140,30	123,23	115,70	113,39	115,49									
	1985	261,93	220,08	170,75	161,10	152,72	143,82	143,36	135,02	129,08									
	1986	243,67	197,30	164,49	150,01	129,82	122,06	118,13	110,74	108,12									
	1987	276,31	229,39	176,99	162,32	153,49	144,68	137,37	126,84	122,85									
	1988	240,43	201,84	157,83	146,92	143,15	139,47	138,03	131,95	125,58									
	1989	245,49	189,24	156,52	143,30	136,38	130,50	123,49	122,87	118,71									
	1990	220,61	163,32	140,55	143,46	136,93	135,30	130,76	126,81	121,84									
	1991	236,40	184,33	144,56	145,63	143,19	133,59	128,64	122,79	124,65									
	1992	256,05	191,90	164,73	161,30	150,02	138,04	130,47	123,96	118,46									
	1993	251,69	181,29	143,29	141,01	130,92	127,59	127,67	128,05	125,94									
	1994	221,98	182,60	144,12	148,73	151,48	155,66	144,53	137,94	126,66									
	1995	243,91	199,19	164,12	176,83	170,91	165,48	156,09	133,33	131,95									
30 - 35	1996	256,73	206,48	155,59	155,43	143,47	141,09	135,93	134,72	138,28									
	1997	240,37	192,73	153,21	158,51	151,51	150,69	139,41	131,73	126,10									
	1998	214,97	191,87	151,83	152,66	137,21	123,76	117,12	112,06	113,28									
	1999	246,92	206,51	173,11	173,42	158,03	145,91	131,86	130,63	130,57									
	2000	271,16	215,59	173,66	162,09	153,57	143,49	141,25	137,48	128,41									
	2001	246,86	195,07	166,91	177,68	176,28	169,91	159,55	152,14	146,91									
	2002	249,30	211,96	177,31	172,30	154,87	144,75	143,80	137,87	131,78									
	2003	249,82	222,42	188,31	177,91	163,77	152,86	142,46	129,14	131,28									
	2004	263,95	234,20	203,17	194,58	177,54	162,03	143,05	135,51	138,59									
	2005	257,52	215,15	182,55	176,89	157,53	153,10	147,11	149,53	147,47									
	2006	235,00	202,71	171,10	177,68	167,80	156,59	150,49	144,52	140,90									
	2007	267,09	228,35	184,22	173,36	162,12	149,18	135,22	132,05	119,99									
	2008	254,21	221,14	179,88	173,72	168,14	158,16	151,78	145,80	141,17									
	2009	248,78	215,74	183,45	182,66	176,83	165,05	151,65	142,59	135,81									
	2010	289,43	273,43	217,82	203,68	185,79	169,20	159,12	147,87	138,93									
	2011	235,10	218,02	178,96	173,71	164,77	150,64	141,36	137,38	132,34									
	2012	241,67	220,33	180,54	169,11	162,84	151,27	138,81	127,30	133,25									
	2013	256,89	230,79	178,01	174,43	169,23	163,86	154,46	139,99	136,48									
	2014	262,15	208,13	170,14	162,28	150,57	151,30	145,16	136,36	140,24									

Продолжение. Таблица 5.

Широта, ° с.ш.	Номер зоны Долгота, ° з.д.	10		11		12		13		14	
		-35	-30	-30	25	-25	-20	-20	-15	-15	-10
	1979	112,67		118,14		121,77		114,77		113,89	
	1980	128,58		137,26		137,24		119,31		116,32	
	1981	124,06		129,10		123,56		99,28		93,17	
	1982	120,98		120,59		119,58		106,72		104,99	
	1983	127,05		128,65		123,98		104,39		96,72	
	1984	123,48		128,52		129,19		115,79		109,66	
	1985	130,66		127,57		124,63		108,11		100,67	
	1986	113,82		116,72		120,43		108,49		104,26	
	1987	122,56		122,92		123,34		101,42		95,20	
	1988	126,25		127,97		127,38		107,42		104,47	
	1989	121,49		125,07		128,15		106,40		103,85	
	1990	125,80		124,91		123,27		107,78		104,77	
	1991	122,11		125,83		125,02		104,80		105,02	
	1992	115,41		121,45		121,02		105,66		110,97	
	1993	125,48		128,08		130,38		117,18		113,14	
	1994	125,58		118,26		120,58		116,06		102,53	
	1995	131,00		131,86		132,46		121,14		109,59	
30 - 35	1996	145,40		144,27		143,98		137,62		122,19	
	1997	120,45		115,81		116,30		102,47		107,72	
	1998	115,49		114,07		119,14		116,70		113,79	
	1999	132,80		130,60		130,52		122,46		121,59	
	2000	129,09		126,94		124,37		115,76		116,95	
	2001	144,52		140,53		137,76		117,42		119,13	
	2002	133,29		133,17		130,42		112,90		118,38	
	2003	128,56		128,22		135,24		127,41		127,03	
	2004	140,39		135,95		138,14		130,14		125,04	
	2005	142,60		138,21		135,05		125,44		122,44	
	2006	131,78		130,21		131,66		121,24		121,44	
	2007	120,88		122,55		126,98		118,71		117,21	
	2008	142,41		136,43		136,22		129,87		128,32	
	2009	134,56		129,29		131,86		119,21		112,47	
	2010	136,95		138,54		135,21		119,77		116,48	
	2011	125,36		127,29		130,85		122,47		118,30	
	2012	139,40		133,57		141,87		130,22		126,56	
	2013	132,99		129,77		128,73		122,11		122,81	
	2014	140,42		140,79		140,37		129,47		128,46	