

УДК 551.58

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОДНОРОДНЫХ ЗОН В ПОЛЯХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕВЕРОАТЛАНТИЧЕСКОГО РЕГИОНА В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА

Э.Н. Серга, к. геогр. н., доцент

Одесский государственный экологический университет,
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, Serga_ed@ukr.net

Предлагаются схемы районирования полей разности среднемесячных температур подстилающая поверхность-воздух на высоте 2 м, поверхностных потоков скрытого тепла, зональной составляющей скорости ветра в Северной Атлантике, выполненного с помощью Универсального итерационного метода кластеризации данных. Приведен физический и статистический анализ полученных схем кластеризации, имеющий хорошее научное обоснование. Показано, что распределение зональной составляющей скорости ветра имеет широтное направление, а потоков скрытого тепла и разности температур в основном очаговый характер.

Ключевые слова: репрезентативный вектор, разность температур, поток тепла, кластер, критерий, внутрикластерная дисперсия.

1. ВВЕДЕНИЕ

Исследование различных проявлений средних температур (в виде среднесуточных, среднемесячных), среднегодовых значений, потоков тепла, ветровых характеристик позволяет определить климатические изменения, как в отдельных районах, так и по всему земному шару. Так, например, в докладах Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC) [1] особое внимание уделяется температуре воздуха, как фактора изменения глобального климата. Здесь же говорится о потеплении вод мирового океана, как доминирующего фактора процесса увеличения энергии (кинетической, потенциальной, лабильной, доступной) климатической системы [1]. Естественно, что это потепление в результате турбулентного тепло и массообмена, приводит к изменению свойств приводного слоя атмосферы над океаном, в том числе и температуры воздуха.

Энергетическое взаимодействие между океаном и атмосферой на временных масштабах, сравнимых с сезонным ходом, обладает важной особенностью. Оно заключается в том, что имеют место амплитудно-фазовые различия характеристик теплосодержания атмосферы и океана. Исследования показали, что наблюдается опережение в годовом ходе термических и влажностных характеристик океана термическими и влажностными характеристиками атмосферы. Запаздывание по фазе температуры воды относительно температуры воздуха составляет в среднем по Мировому океану 25-30 суток [2].

Опережение по фазе термическими и влажно-

стными характеристиками атмосферы аналогичных параметров поверхности океанов должно приводить к сезонным потокам, имеющим направление от атмосферы к океану. Однако поскольку $T_B > T$ и $E_0 > e_z$, (T_B , T – соответственно температура воды и воздуха; E_0 , e_z – парциальное давление насыщения и фактическое) этот поток, как указывается в работе [2], является, по существу, "потоком холода" из атмосферы в океан. Ему соответствует поток тепла в обратном направлении. Термин "поток холода" характеризует физику процесса сезонного теплообмена, где активную роль играет атмосфера.

Обмен теплом и импульсом между атмосферой и океаном в большой мере определяет степень приспособления циркуляции воздушных масс к характеристикам океанической поверхности. В работе [2], в качестве меры приспособления рассматривается взаимное расположение вектора ветра над водной поверхностью, который отражает направление переноса и генезис воздушных масс, и вектора скорости крупномасштабных океанических течений, определяющего градиенты температуры вод поверхности океана и положение основных гидрологических фронтов. Когда вектор приводного ветра коллинеарен с направлением течения, характеристики воздуха быстро приспособляются к свойствам поверхности воды, и даже при значительных скоростях ветра не создается условий для появления аномально высоких значений потоков тепла.

Наоборот, если воздушная масса перемещается перпендикулярно к фронту, в непосредствен-

ной близости от него образуются большие вертикальные градиенты метеорологических величин в приводном слое. Они приводят к возникновению экстремальных значений энергообмена. Исследования показывают [2], что максимальные значения потоков тепла и влаги наблюдаются в районах расположения Гольфстрима и Североатлантического течения. Таким образом, при описании климатических потоков на границе между океаном и атмосферой наиболее важной характеристикой являются крупномасштабные температурно-влажностные контрасты в приводном слое, которые образуются в процессе взаимодействия зональной атмосферной циркуляции с полями крупномасштабных градиентов физических величин вблизи поверхности океана.

Для исследования горизонтального распределения гидрометеорологических характеристик, как правило, применяются методы статистического анализа, в том числе и многомерного статистического анализа (например, факторного, кластерного и т.д.), которые позволяют не только получить поля той или иной характеристики с помощью построения соответствующих изолиний, но и определить целые однородные районы с характерной репрезентативной точкой, что помогает существенно сжать информацию, выявить границы распределения характеристики в общей пространственной совокупности.

Анализ изменчивости границ полученных районов, а также соответствующих статистических показателей (средних значений, дисперсий, среднеквадратических ошибок) на протяжении последующих временных интервалов, позволяет судить об особенностях проявления изменчивости климата и её интенсивности в полях рассматриваемых гидрометеорологических характеристик. Кроме того, существенно упрощается задача построения выборки предикторов, снижаются требуемые вычислительные мощности при исследовании взаимосвязи между различными параметрами, характеризующими взаимодействия в деятельном слое системы океан-атмосфера.

Однако все указанные положительные стороны предлагаемого подхода к изучению полей температуры, так же как и других характеристик, имеют место только при наличии объективных исходных данных с минимальным пространственным шагом, и отвечающим предъявляемым к статистическим рядам требованиям однородности, независимости, представительности.

Гидрометеорологические условия в субтропических и умеренных широтах Северной Ат-

лантики существенно отличаются от тех, которые характерны для южной части океана. Это связано как с особенностями самой акватории, так и с размерами ограничивающей ее суши, температура и давление воздуха над которой резко меняются в течение года. Наиболее значительные контрасты давления и температур создаются зимой, когда над покрытой льдами Гренландией, Северной Америкой и внутренними частями Евразии в связи с выхолаживанием образуются центры высокого давления, и температура не только над сушей, но и над забитыми льдом межостровными водами Канадского Арктического архипелага бывает очень низкой. Сам же океан, за исключением прибрежной северо-западной части, сохраняет даже в феврале температуру поверхностных вод от 5 до 10°C. Это связано с притоком в северо-восточную часть Атлантики теплых вод с юга и уменьшением интенсивности поступления холодной воды со стороны Северного Ледовитого океана. Подобные процессы предполагают наличие неоднородностей в полях различных гидрометеорологических характеристик Северной Атлантики. Одним из методов исследования данных неоднородностей является кластерный анализ.

2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Существует множество литературы, где подробно описаны различные методы проведения кластерного анализа [3-7]. Однако идеального алгоритма не существует и потенциально не может существовать [8]. В разработанном нами универсальном итерационном методе кластеризации данных (УИМКД), в качестве исходной информации выступает матрица $X = (x_{ij})_{m \times n}$, содержащая m векторов-строк мерности n , характеризующая статистические ряды объёмом n в m пунктах, которые и должны быть кластеризованы. В качестве априорной информации, в отличие от других методов задается только минимальное количество векторов τ , которые могут составить кластер. Итерационный процесс в алгоритме УИМКД [9] состоит из ряда шагов и включает такие критерии как евклидово расстояние, критерий Фишера, критерий (статистика) Крамера-Уэлча и статистику критерия типа омега-квадрат (Лемана-Розеблатта) для проверки однородности двух независимых выборок. В качестве объекта для исследования методом кластеризации УИМКД были взяты поля разности среднемесячных температур подстилающей поверхности и воздуха на высоте 2 м, поверхностные потоки скрытого тепла и зональной состав-

ляющей скорости ветра (данные ре-анализа ERA-40 [10]), заданные в узлах регулярной сетки точек $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ в секторе, ограниченном по широте от 30° до 90° северной широты и по меридиану от 70° западной долготы до 20° восточной долготы, за период с 1957 по 2003 гг., осенне-зимние месяцы (ноябрь, декабрь, январь, февраль). Таким образом, в каждом узле сетки были сформированы 45-ти мерные векторы выбранных гидрометеорологических характеристик для указанных месяцев. Множество этих векторов и было представлено алгоритму УИМКД для разбиения на однородные кластеры.

3. ОПИСАНИЕ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты проведенной кластеризации приведены на рис. 1-12. Определённые алгоритмом кластеры отображены на рисунках различными буквенными обозначениями латиницы.

В таблицах 1-3 представлены основные статистические характеристики (средние значения и межгодовые внутрикластерные дисперсии), соответствующие репрезентативным векторам выделенных однородных районов, согласно представленным гидрометеорологическим характеристикам.

Данные статистического анализа полученных однородных районов в поле разности среднемесячных температур поверхности и воздуха на высоте 2 м имеют существенные различия

(табл. 1), как по величине, так и по знаку. Отрицательные средние значения репрезентативных векторов соответствуют "потокам тепла" из атмосферы в океан, положительные, наоборот – из океана в атмосферу. Закономерным является также наличие больших дисперсий для районов с экстремальными значениями разности температур. Отрицательные значения поверхностных потоков скрытого тепла (табл. 2) означают направленность их от поверхности в атмосферу. Отрицательные значения зональной скорости ветра (табл. 3) определяют восточное, а положительные западное направление. Минимальные значения символизируют переход от зональных к преобладающим меридиональным направлениям.

Результаты расчетов, полученные при применении алгоритма УИМКД к полям разностей температур поверхность-воздух представлены в виде карт-схем (рис. 1-4). На них можно отметить очаговый характер распределения однородных зон данной характеристики, без четко выраженной зональной или меридиональной направленности во все выбранные месяцы года. Стабильными во временном отношении являются кластеры, имеющие максимальные положительные средние значения репрезентативных векторов и максимальные межгодовые дисперсии (рис. 1 - С, рис. 2 - В, рис. 3 - С, рис. 4 - С, табл. 1).

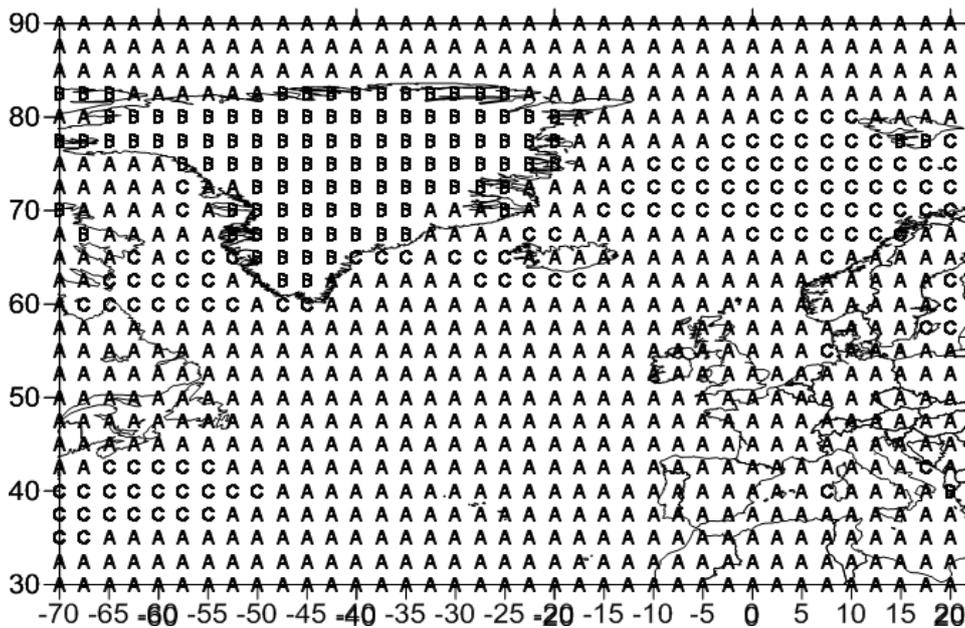


Рис. 1 – Карта распределения кластеров разности среднемесячных температур подстилающей поверхности и воздуха на высоте 2 м в Северной Атлантике (ноябрь), 1957 - 2002 гг.

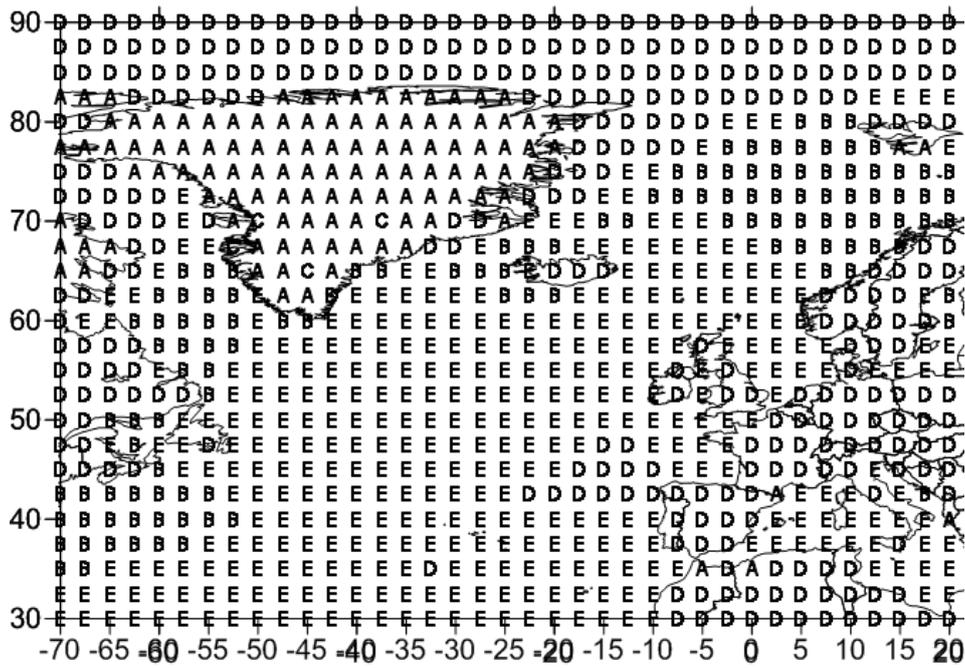


Рис. 2 – Карта распределения кластеров разности среднемесячных температур подстилающей поверхности и воздуха на высоте 2 м в Северной Атлантике (декабрь), 1957 - 2002 гг.

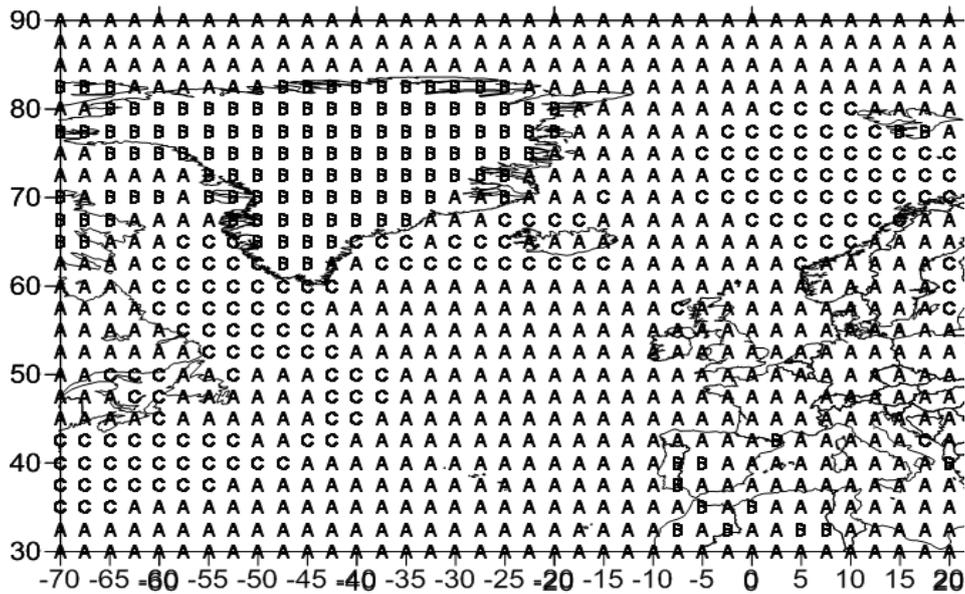


Рис. 3 – Карта распределения кластеров разности среднемесячных температур подстилающей поверхности и воздуха на высоте 2 м в Северной Атлантике (январь), 1958 - 2003 гг.

Они располагаются таким образом:

- в западной части Северной Атлантики вдоль линии соприкосновения холодного Лабрадорского течения совместно с течением Кабота и теплого течения Гольфстрим (северная часть Северо-Американской котловины), в районе моря Лабрадор (зона соприкосновения относительно теплого Западно-Гренландского и холодного Лабрадорского течений);
- в северо-восточной части Северной Атлан-

тики: в районе Исландии – зона соприкосновения ветви теплого течения Ирмингера (северной ветви Северо-Атлантического течения) и медленного холодного Восточно-Гренландского несущего значительное количество льда, и в районе циклонического кругооборота образуемого левой ветвью Норвежского течения – Шпицбергенским течением и Ян-Майенским, а далее Восточно-Исландским холодными течениями.

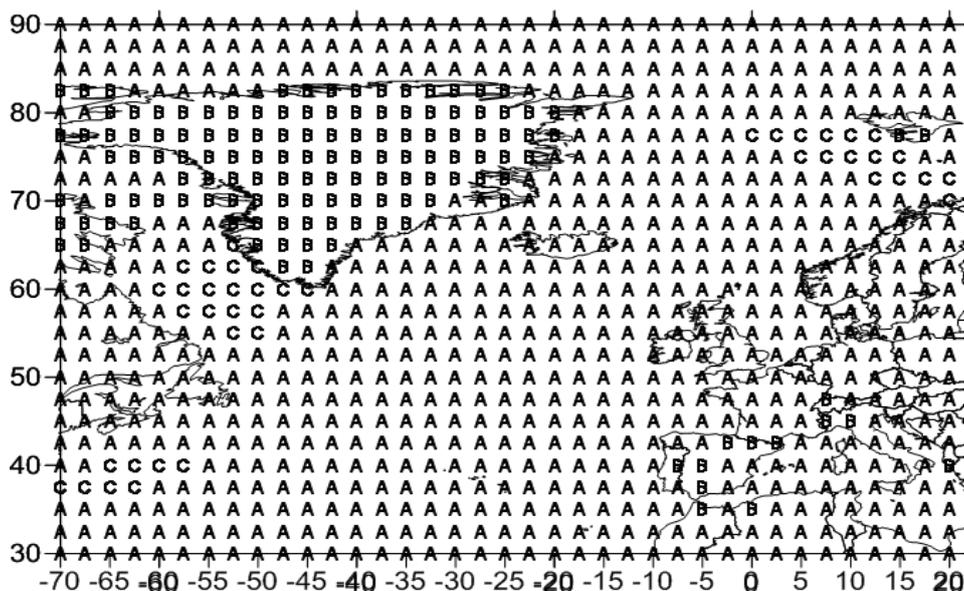


Рис. 4 – Карта распределения кластеров разности среднемесячных температур подстилающей поверхности и воздуха на высоте 2 м в Северной Атлантике (февраль), 1958 - 2003 гг.

Первая из указанных однородных зон, имеющая сохраняющиеся очертания в первые три рассматриваемые месяца, в феврале не имеет четкой выраженности и растворяется в самом большом кластере А (рис. 4). Пространственные размеры второй зоны имеют тенденцию к уменьшению и в конце зимы (в феврале) минимальны. Наиболее вероятно этот факт связан с увеличением оледенения водной поверхности.

В рассматриваемом регионе также отчетливо выделяется кластеры определенные границами острова Гренландия (рис. 1 кластер В, рис. 2 - А, С, рис. 3 - В, рис. 4 - В) с максимальными отрицательными средними значениями репрезентативных векторов. Межгодовые внутрикластерные дисперсии в осенние месяцы (для океана ноябрь, декабрь) имеют нулевые значения, в зимние же наблюдается незначительные отклонения от нулевых (табл. 1), что свидетельствует о стабильности процессов формирующих разность температур вода-воздух.

Остальную, наибольшую океанскую часть рассматриваемой территории Северной Атлантики с небольшими средними значениями и дисперсиями занимает единый кластер, который делится на две части только в декабре (рис. 1 кластер А, рис. 2 - Е, D, рис. 3 - А, рис. 4 - А).

Следующая характеристика, поля которой представлялись кластерному анализу – поверхностные потоки скрытого тепла. Здесь согласно

результатам проведенной регионализации во все месяцы прослеживается однородный район с максимальными отрицательными значениями репрезентативного вектора и максимальными межгодовыми дисперсиями с координатами 32°-40° с.ш., 55°-70° з.д. в ноябре, декабре, феврале и несколько большими размерами (32°-45° с.ш., 40°-70° з.д.) северо-восточной направленности вдоль Североатлантического течения, в январе (рис. 5 кластер G, рис. 6 - F, рис. 7 – G, рис. 8 - D). Подобное отличие для января, как для первого месяца океанской зимы, соответствует таким же отличиям для января в поле разности температур и, вполне вероятно, связано с еще сохраняющимися температурными свойствами поверхностного течения и с поступлением уже более холодного, еще ненасыщенного влагой воздуха с континента.

Следующим самостоятельным районом в западной части Северной Атлантики является кластер, с отрицательными средними значениями, составляющими, примерно, половину от максимальных, и имеющий меридиональную ориентацию (рис. 5 кластер F, рис. 6 – Е, рис. 8 – С). Этот кластер характерен для всех рассматриваемых месяцев, кроме января, где он сливается с самым большим районом (рис. 7 – G), а в феврале имеет второй очаг южнее Исландии.

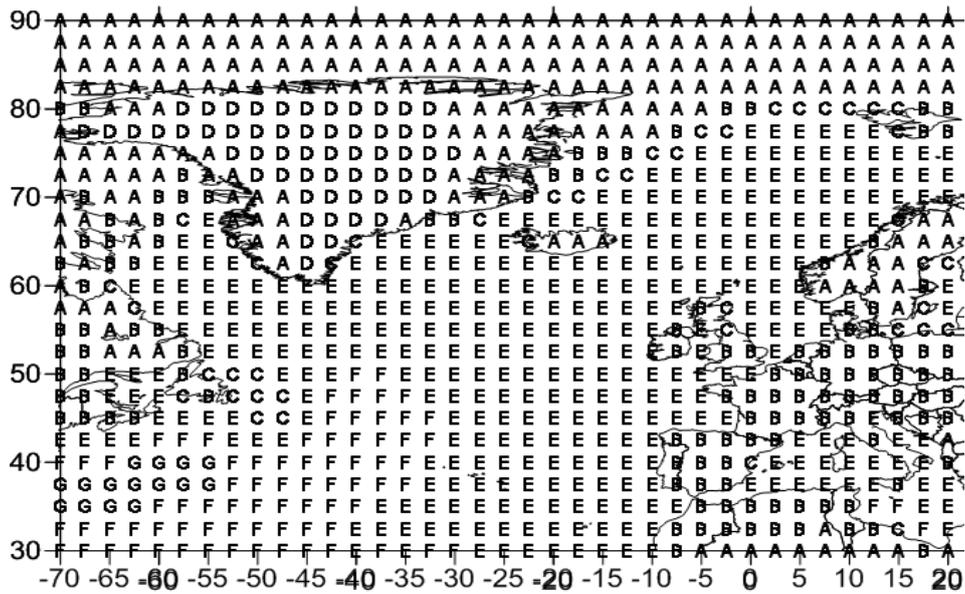


Рис. 5 – Карта распределения кластеров потоков скрытого тепла в Северной Атлантике (ноябрь), 1957 - 2002 гг.

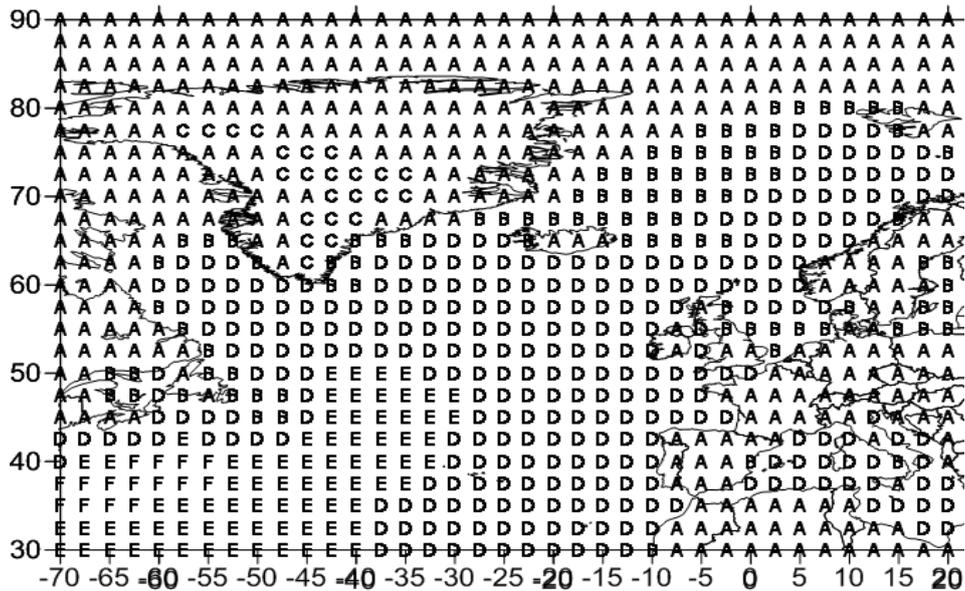


Рис. 6 – Карта распределения кластеров потоков скрытого тепла в Северной Атлантике (декабрь), 1957 - 2002 гг.

Согласно таблицы 2, дисперсии репрезентативного вектора для этого образования являются примерно в 3 раза меньшими максимальных для осенних месяцев, и на порядок меньшими в феврале.

Интересным представляется тот факт, что в северо-западной части рассматриваемой территории Северной Атлантики, зонам с максимальными отрицательными значениями разности температур соответствуют зоны поверхностных потоков скрытого тепла с существенно меньшими, чем на западе отрицательными значениями

(рис. 5 кластер E,C,B, рис. 6 – D,B, рис. 7 – C,D, рис.8 – B). Вектор понижения значений поверхностных потоков скрытого тепла направлен с востока на запад. Вероятно, всё это связано с поступлением на океанскую поверхность более насыщенного влагой воздуха в передней части циклонических образований, а также скованностью льдом в этом регионе большей части поверхности в зимние месяцы, и соответственно её меньшей испаряющей способностью.

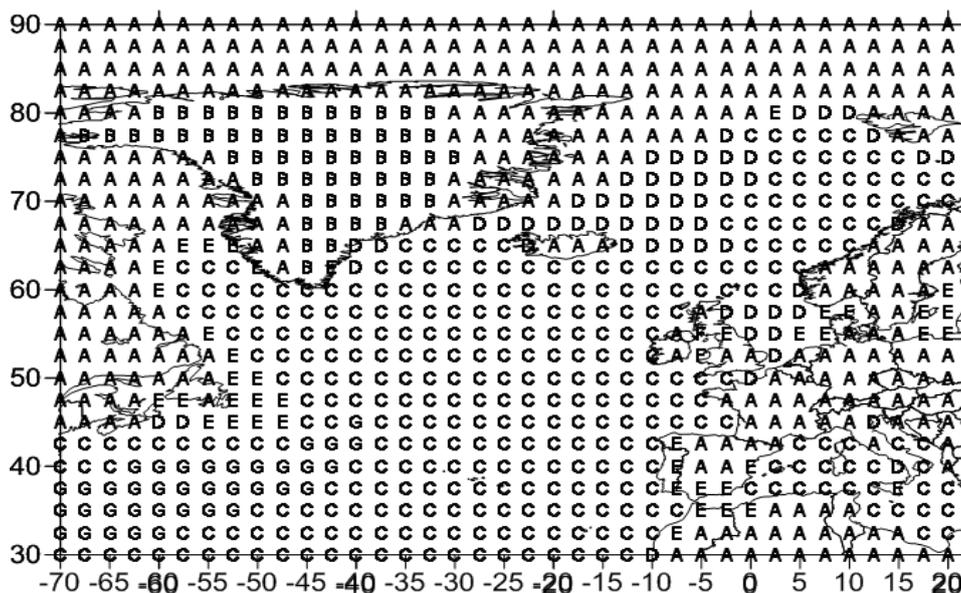


Рис. 7 – Карта распределения кластеров потоков скрытого тепла в Северной Атлантике (январь), 1958 - 2003 гг.

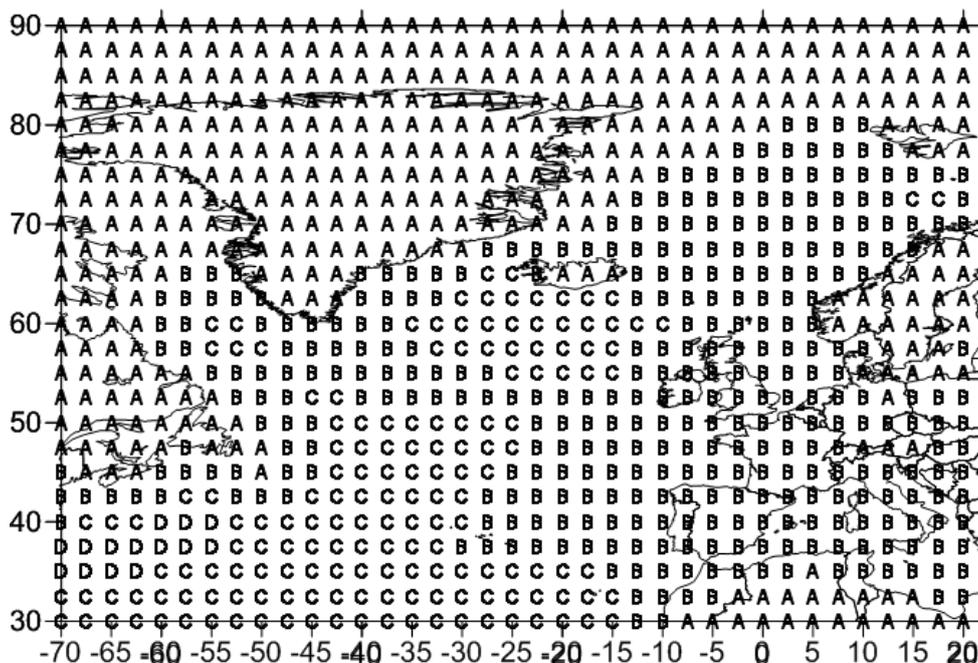


Рис. 8 – Карта распределения кластеров потоков скрытого тепла в Северной Атлантике (февраль), 1958 - 2003 гг.

Подтверждением первого предположения может быть наличие в этом районе на картах-схемах кластеризации полей минимальных положительных значений зональной скорости ветра, а значит возможный частый переход к меридиональной составляющей.

Минимальные значения, как средних репрезентативных векторов, так и межгодовой внутрикластерной дисперсии рассматриваемой характеристики связаны с крайне северной, самой холодной частью Северной Атлантики, включая Гренландию (рис. 5 кластер D, A, рис. 6 – C, A,

рис. 7 – D, A, рис. 8 – A).

На рис. 9-12 представлены распределения зональной составляющей скорости ветра. В целом это распределение, основу которого составляют кластеры с положительными значениями, имеет преимущественно зональный характер.

Единственная однородная зона с отрицательными средними значениями репрезентативного вектора (восточные ветры), занимает западное побережье Гренландии (рис. 9 кластер B, рис. 10 – C, рис. 11 – B, рис. 12 – D).

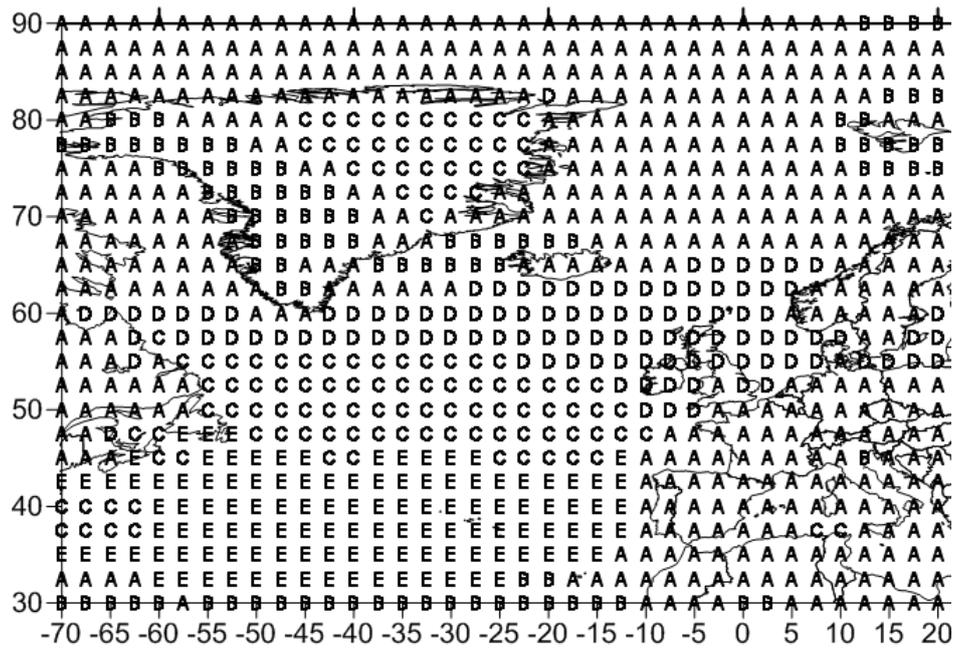


Рис. 9 – Карта распределения кластеров зональной составляющей скорости ветра в Северной Атлантике (ноябрь) , 1957 - 2002 гг.

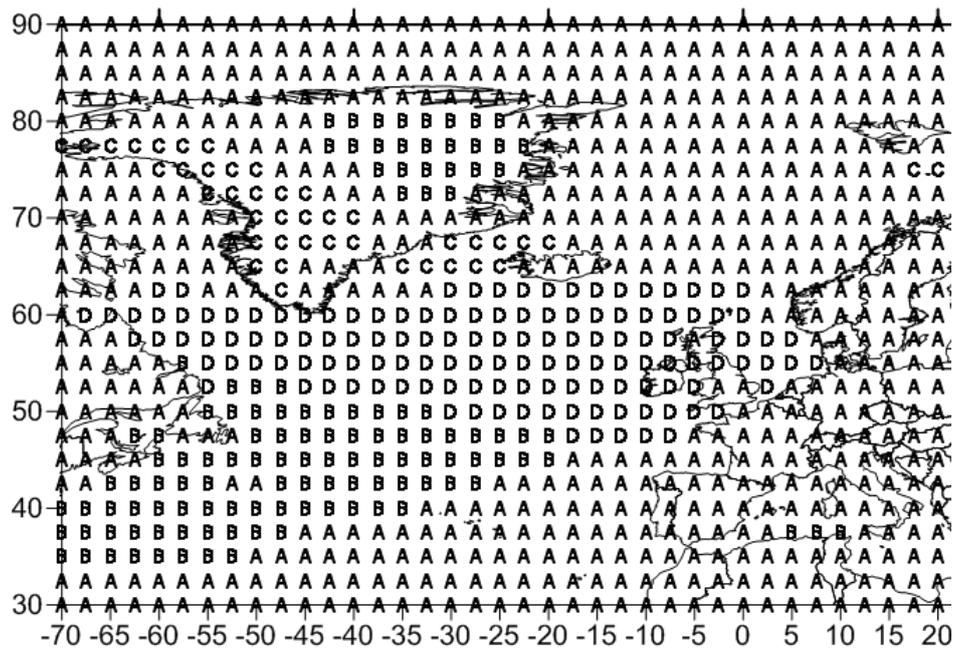


Рис. 10 – Карта распределения кластеров зональной составляющей скорости ветра в Северной Атлантике (декабрь), 1957 - 2002 гг.

Надо полагать, что она формируется под влиянием циклонической деятельности, особенно активной в зимний период.

Вторая часть этой зоны располагается между юго-восточной оконечностью острова и северо-западной частью Исландии. Северо-восточную территорию Гренландии охватывает другой кластер, которому соответствуют максимальные положительные значения (западные направления ветра) (рис. 9 кластер С, рис. 10 – В, рис. 11 – Е, D, рис. 12 – В), и, который в большей степени

связан с антициклоном, постоянно присутствующим над центральной частью ледникового покрова. Нужно отметить постоянство данного распределения на протяжении всего осенне-зимнего периода.

Центральную океанскую часть рассматриваемой территории занимают от двух до трех однородных зон (рис. 9 кластер С, D, E, рис. 10 – D, B, рис. 11 – C, D, E, рис. 12 – B, E), среди которых

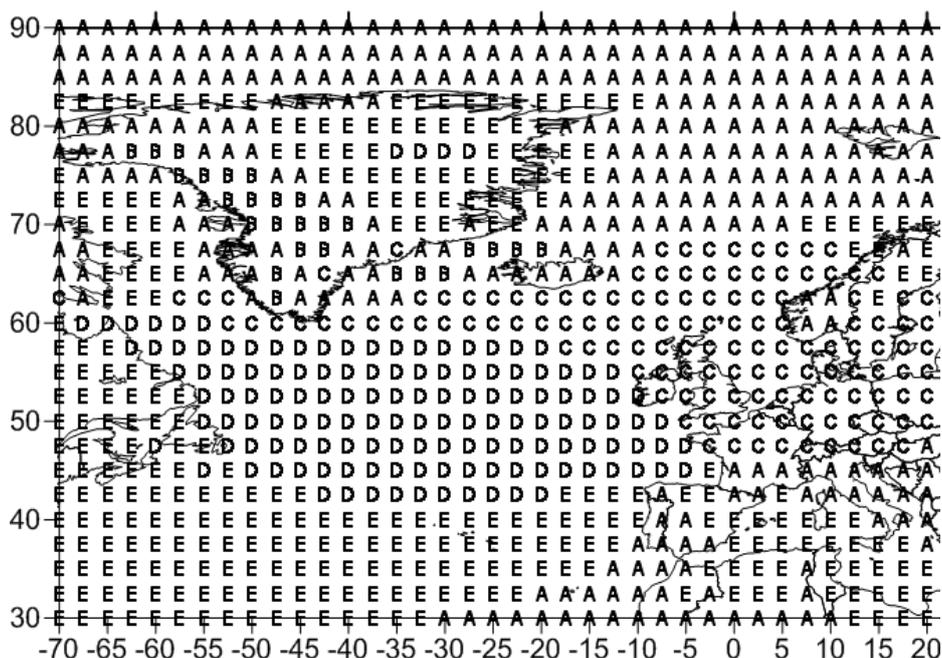


Рис. 11 – Карта распределения кластеров зональной составляющей скорости ветра в Северной Атлантике (январь), 1958 - 2003 гг.

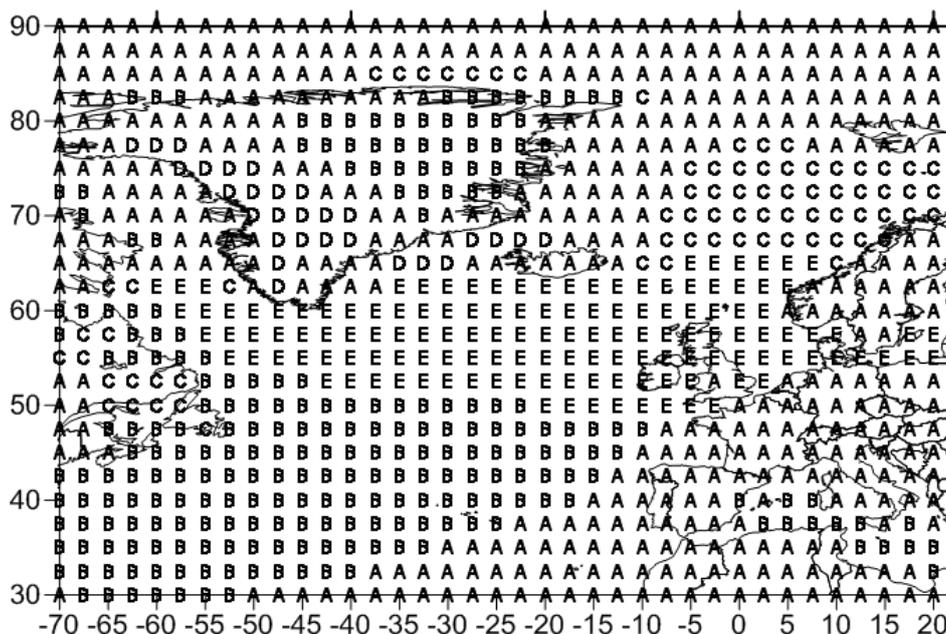


Рис. 12 – Карта распределения кластеров зональной составляющей скорости ветра в Северной Атлантике (февраль), 1958 - 2003 гг.

выделяется кластер с максимальными положительными значениями, располагающийся в ноябре и январе в пределах координат 42°-60° с.ш., 10°- 65° з.д. (рис. 9 кластер С, рис. 11 – D) и в декабре, феврале – 30°-54° с.ш., 10°-70° з.д. (рис. 10 – В, рис. 12 – В).

Необходимо отметить, что в феврале этот кластер также имеет максимальную межгодовую дисперсию. Формирование этой однородной зоны можно объяснить усилением бароклинности на границах взаимодействия двух сред в преде-

лах соприкосновения двух глобальных кругооборотов Северной Атлантики – океанских северного субтропического антициклонического и субполярного циклонического и соответствующих им атмосферным образованиям – Исландского минимума и Азорского максимума.

Следующий по максимальным средним значениям однородный регион, располагающийся севернее (рис. 9 кластер D, рис. 10 – D, рис. 11 – С, рис. 12 – Е), имеет строго зональ-

Таблица 1 - Межгодовые дисперсии и средние значения репрезентативных векторов разности среднемесячных температур поверхности и воздуха на высоте 2 м в полученных кластерах Северной Атлантики (ноябрь-февраль), 1957 – 2003 гг., (K)

№ п/п	Обозначение кластеров	Межгодовые внутрикластерные дисперсии				Средние значения			
		ноябрь	декабрь	январь	февраль	ноябрь	декабрь	январь	февраль
1	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	-3.5	0.7	1.0
2	B	0.0	0.5	0.1	0.1	-3.5	4.6	-3.5	-3.4
3	C	0.5	0.5	0.2	0.6	3.6	-6.0	4.4	5.4
4	D	-	0.0	-	-	-	-0.2	-	-
5	E	-	0.0	-	-	-	2.0	-	-

Таблица 2 - Межгодовые дисперсии и средние значения репрезентативных векторов поверхностных потоков скрытого тепла в полученных кластерах Северной Атлантики (ноябрь-февраль), 1957 – 2003 гг., (Дж/м²)

№ п/п	Обозначение кластеров	Межгодовые внутрикластерные дисперсии (*10(8))				Средние значения (*10(5))			
		ноябрь	декабрь	январь	февраль	ноябрь	декабрь	январь	февраль
1	A	0.6	2.9	4.5	5.3	-0.4	-1.3	-1.6	-1.6
2	B	6.9	366.3	2.1	80.7	-2.6	-11.2	0.4	-12.6
3	C	259.9	3.5	212.1	501.6	-9.5	0.6	-21.5	-24.3
4	D	1.4	211.7	630.6	3417.6	0.4	-20.6	-11.0	-47.3
5	E	170.8	1763.2	118.4	-	-20.0	-34.4	-8.6	-
6	F	1567.7	5797.6	728.8	-	-35.0	-54.5	-13.8	-
7	G	4517.9	-	4158.4	-	-57.6	-	-44.1	-

Таблица 3 – Межгодовые дисперсии и средние значения репрезентативных векторов зональной составляющей скорости ветра в полученных кластерах Северной Атлантики (ноябрь-февраль), 1957 – 2003 гг., (м/с)

№ п/п	Обозначение кластеров	Межгодовые внутрикластерные дисперсии				Средние значения			
		ноябрь	декабрь	январь	февраль	ноябрь	декабрь	январь	февраль
1	A	0.2	0.3	0.6	0.1	0.4	0.5	-0.8	0.0
2	B	0.5	1.6	1.2	1.6	-2.0	4.5	-4.2	3.6
3	C	1.2	0.8	3.1	3.1	4.0	-3.3	1.3	0.7
4	D	3.7	7.6	7.2	1.5	2.4	3.1	4.3	-3.7
5	E	3.1	-	0.4	9.8	1.5	-	2.3	2.4

ную ориентацию и протяженность от северных берегов Североамериканского континента до берегов Европы.

Отличительная особенность этого региона – максимальные межгодовые внутрикластерные дисперсии (за исключением февраля), свидетельствующие о частых переходах ветра к меридиональным направлениям.

4. ВЫВОДЫ

Все приведенные особенности структуры распределения кластеров рассмотренных параметров атмосферы и океана в Северной Атлантике имеют хорошее физическое обоснование, подтвержденное рассчитанными значениями статистических характеристик. Объективность

полученных результатов в совокупности с преимуществами используемого алгоритма (отсутствие предварительных условий, автоматическое определение оптимального количества кластеров, согласованность критериев определения независимости) подтверждают возможность применения УИМКД при проведении исследований с использованием гидрометеорологических данных.

Полученные схемы районирования так же хорошо согласуются с климатическими картами месячных и среднемесячных гидрометеорологических характеристик, построенными на основе данных непосредственных экспедиционных гидрометеорологических измерений, таких как карты распределения суммарной солнечной радиации, радиационного баланса, затрат тепла на испарение, температуры воздуха у поверхности океана, температура воды на поверхности и т.д. [11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stocker T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P.M. Midgley (Eds). *IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1535.
2. Лаппо С.С. Крупномасштабное тепловое взаимодействие в системе океан-атмосфера и энергоактивные области Мирового океана /С.С. Лаппо, С.К. Гулев, А.Е. Рожественский. - Л.: Гидрометеоздат, 1990. - 335 с.
3. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных /А.П. Кулаичев. - М.: ИНФРА-М, 2006. - 276 с.
4. Лагутин М.Б. Наглядная математическая статистика /М.Б. Лагутин. - М.: П-центр, 2003. - 347 с.
5. Школьный С.П. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації: Підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] /С.П. Школьний, І.Д. Лоева, Л.Д. Гончарова.- К.: Міністерства України, 1999.- 578 с.
6. Jain A., Murty M., Flynn P. Data clustering: A review. *ACM Computing Surveys*, 1999, vol. 31, no. 3, pp. 264–323.
7. Lance G.N., Willams W.T. A general theory of classification sorting strategies. 1. Hierarchical systems. *Comp. J.*, 1967, no. 9, pp. 373–380.
8. Мандель И.Д. Кластерный анализ /И.Д. Мандель. - М.: Финансы и Статистика, 1988. - 339 с.
9. Серга Э.Н. Универсальный итерационный метод кластеризации данных /Э.Н. Серга //Український гідрометеорологічний журнал. -2013. -№13. - С. 112-123.
10. Служба данных ECMWF ERA-40 [Электронный ресурс].- Режим доступа к журналу.: <http://www.ecmwf.int/products/data>.
11. Атлас океанов. Атлантический и Индийский океаны /Под ред. С.Г. Горшкова. – Л: Изд. ГУНИО, 1977.

REFERENCES

1. Stocker T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P.M. Midgley (Eds). *IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1535.
2. Lappo S.S., Gulev S.K., Rozhdestvenskiy A.E. *Krupnomasshtabnoe teplovoe vzaimodeystvie v sisteme okean-atmosfera i energoaktivnye oblasti Mirovogo okeana* [Large-scale heat interaction in the ocean-atmosphere system and energy active areas of the World Ocean]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1990. 335 p.
3. Kulaichev A.P. *Metody i sredstva kompleksnogo analiza dannyh* [Methods and means for complex data analysis]. Moscow: INFRA-M, 2006. 276 p.
4. Lagutin M. B. *Naglyadnaya matematicheskaya statistika* [Transparent mathematical statistics]. Moscow: P-centr, 2003. 347 p.
5. Shkolnyi E.P., Loeva I.D., Goncharova L.D. *Obrobka ta analiz hidrometeorologichnoi informatsii* [Processing and analysis of the hydrometeorological data]. Kiiiv, 1999. 578 p.
6. Jain A., Murty M., Flynn P. Data clustering: A review. *ACM Computing Surveys*, 1999, vol. 31, no. 3, pp. 264–323.
7. Lance G.N., Willams W.T. A general theory of classification sorting strategies. 1. Hierarchical systems. *Comp. J.*, 1967, no. 9, pp. 373–380.
8. Mandel' I.D. *Klasternyi analiz* [Cluster analysis]. Moscow: Finansy i Statistika, 1988. 339 p.
9. Serga E.N. Universal'nyi iteratsionnyi metod klasterizatsii dannyh [The universal iterative method of clusterization data]. *Ukr. gidrometeorol. ž.* – *Ukrainian hydrometeorological journal*, 2013., no. 13. pp. 112-123.
10. *Sluzhba dannykh ECMWF ERA-40*. [Data Service ESMWF ERA-40]. Available at: <http://www.ecmwf.int/products/data>.
11. Gorshkov S.G. (Ed.) *Atlas okeanov. Atlanticheskii i Indii-skiy okeany* [Atlas of the Oceans. Atlantic and Indian Oceans]. Leningrad: GANIO Publ., 1977.

PECULIARITIES OF HOMOGENEOUS AREAS DISTRIBUTION WITHIN THE FIELDS OF HYDROMETEOROLOGICAL CHARACTERISTICS IN THE NORTHERN ATLANTIC DURING THE COLD SEASON

E.N. Serga, Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof.

*Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, Serga_ed@ukr.net*

In order to investigate horizontal distribution of hydro-meteorological characteristics, statistical analysis techniques, including multidimensional statistical analysis techniques (for example, factor, cluster analysis etc.) are usually applied. These techniques allow obtaining not only fields of particular characteristic by means of plotting appropriate isolines, but determining entire homogeneous areas with typical representative point which helps to compress information considerably and to reveal boundaries of distribution of certain characteristic within the entire spatial aggregation.

Schemes of zoning of fields of difference for monthly average temperatures “underlying surface-air” at 2 m height, of surface flows of latent heat, of zonal aspects of wind speed in the Northern Atlantic obtained by means of the Universal Iterative Method of Data Clusterization are offered. The obtained clusterization schemes underwent both physical and statistical analyses having good scientific justification. It is shown that distribution of zonal aspect of wind speed has latitudinal direction, and distribution of flows of latent heat and temperature differences has mainly a focal nature. Analysis of variability of boundaries of homogeneous areas, average values of representative vectors, dispersions, mean-square deviations during future time intervals will allow identifying the specific features of climate variability through the example of the fields of hydrometeorological characteristics under study.

Keywords: representative vector, temperature difference, heat flow, cluster, criterion, intra-cluster dispersion.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ОДНОРІДНИХ ЗОН В ПОЛЯХ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПІВНІЧНОАТЛАНТИЧНОГО РЕГІОНУ В ХОЛОДНИЙ ПЕРІОД РОКУ

Е.М. Серга, к. геогр. н., доцент

*Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, Serga_ed@ukr.net*

Пропонуються схеми районування полів різниці середньомісячних температур підстильна поверхня - повітря на висоті 2 м, поверхневих потоків прихованого тепла, зональної складової швидкості вітру в Північній Атлантиці, виконаного за допомогою Універсального ітераційного методу кластеризації даних. Наведено фізичний і статистичний аналіз отриманих схем кластеризації, що має гарне наукове обґрунтування. Показано, що розподіл зональної складової швидкості вітру має широтний напрямок, а потоків прихованого тепла і різниці температур в основному осередковий характер.

Ключові слова: репрезентативний вектор, різниця температур, потік тепла, кластер, критерій, внутрішньокластерна дисперсія.

*Дата першого подання: 05.03.2015
Дата надходження остаточної версії: 16.05.2016
Дата публікації статті: 04.07.2016*