

УДК 551.58

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОДНОРОДНЫХ ЗОН В ПОЛЯХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕВЕРОТИХООКЕАНСКОГО 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 части Тихого океана, выполненного с помощью Универсального итерационного метода кластеризации данных. Приведен физический и статистический анализ полученных схем кластеризации, имеющий хорошее научное обоснование. Показано, что аналогично распределению в Северной Атлантике, распределение зональной составляющей скорости ветра имеет широтное направление, а потоков скрытого тепла и разности температур напоминает очаговый характер, с сохранением общей структуры на протяжении холодного периода.

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) климатической системы [1]. Естественно, что это потепление в результате турбулентного тепло и массообмена, приводит к изменению свойств приповерхностного 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 влажностными 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, определяющих градиенты температуры вод поверхности океана и положение основных гидрологических фронтов. Когда вектор приповерхностного 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 перемещает-

ся перпендикулярно к фронту, в непосредственной близости от него образуются большие вертикальные градиенты метеорологических величин в приводном слое. Они приводят к возникновению экстремальных значений энергообмена.

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.

Кластеризация среднемесячных полей разностей температур поверхность-воздух, потоков скрытого тепла и зональной составляющей скорости ветра, расчет статистических характеристик соответствующих однородных зон является целью данной работы и, одновременно, частью более общего исследования, связанного с определением районов интенсивного взаимодействия параметров состояния атмосферы и океана в северной части Тихого океана, как аналогов энергоактивных зон, хорошо описанных в научных трудах (например, [2]).

Размеры и конфигурация, особенности его связей с другими частями Мирового океана, а также размеры и конфигурация окружающих его участков суши и связанные с этим направления циркуляционных процессов в атмосфере создали ряд особенностей Тихого океана: средние годовые и сезонные температуры его поверхностных вод выше, чем в других океанах; часть океана, расположенная в северном полушарии, в целом значительно теплее южной, но в обоих полушариях западная часть теплее и получает больше осадков, чем восточная.

На большей части акватории Тихого океана к северу от экватора преобладают высокие температуры поверхностных вод. Этому способствует большая ширина океана в межтропическом пространстве, а также система течений, выносящих теплые воды Северного Пассатного течения на север вдоль берегов Евразии и соседних с ней островов.

Системы ветров, водообмен, особенности рельефа дна океана, положение континентов и очертания их берегов влияют на формирование поверхностных течений океана, а те, в свою очередь, определяют многие особенности гидрологического режима.

В высоких широтах в северном полушарии господствующим атмосферным процессом является западный перенос, но из-за того, что эта часть Тихого океана с севера, запада и востока замкнута сушей, зимой там складывается несколько иная метеорологическая ситуация, чем в южном полушарии. С западным переносом на океан поступает холодный и сухой континентальный воздух со стороны Евразии. Он вовлекается в замкнутую систему Алеутского минимума, формирующегося над северной частью Тихого океана, трансформируется и юго-западными ветрами выносятся к берегам Северной Америки, оставляя обильные осадки в прибрежной зоне и на склонах Кордильер Аляски и Канады.

Подобные процессы предполагают наличие неоднородностей в полях различных гидрометеорологических характеристик северной части Тихого океана. 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 мо-

жет 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 составляющей 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 20° до 90° северной широты и по меридиану от 160° восточной долготы до 120° западной 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 характе-

ристикам.

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.

При этом океанскую часть (большую) рассматриваемой территории в холодный период определяют 2-3 кластера (рис. 1-4), очертания и размеры которых обладают значительными вариациями от месяца к месяцу при общей сохранности мест дислокации.

Средние значения репрезентативных векторов однородных зон разности температур максимальны в западных и северо-западных частях водной поверхности (рис.1. – В, Е; рис.2. – С, рис.3 – D, С; рис.4 – С, А), а именно на стыке теплых течений Курисио и Северо-Тихоокеанского с холодным Камчатско-Курильским и в Беринговом море. Причем в ноябре присутствует однородная зона, вытянутая вдоль западного побережья Берингова моря (рис.1 – кластер В) с максимальным положительным средним значением (температура воздуха ниже температуры воды).

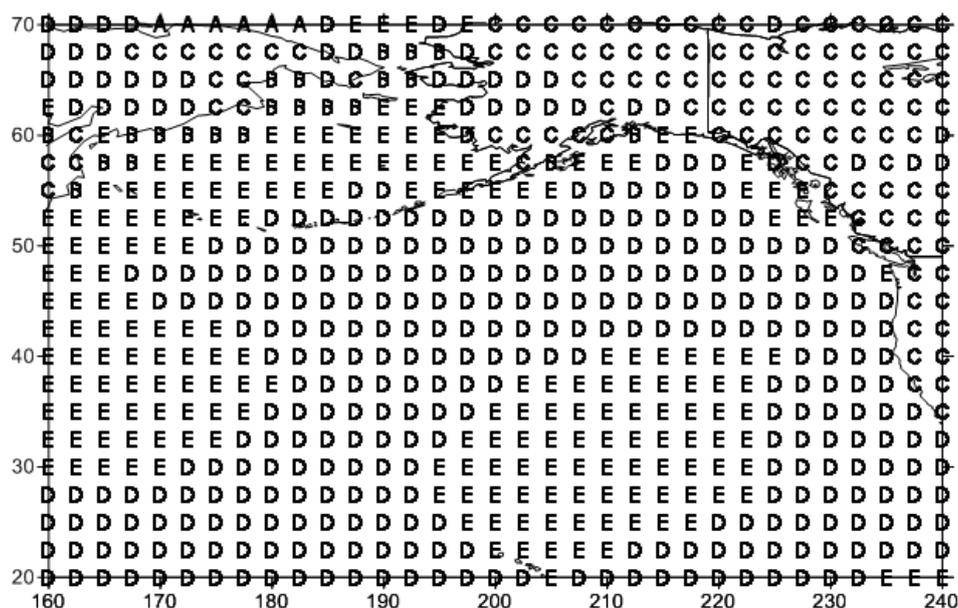


Рис. 1 – Карта распределения кластеров разности среднемесячных температур подстилающей поверхности и воздуха на высоте 2 м в северной части Тихого океана (ноябрь), 1957 - 2002 гг.

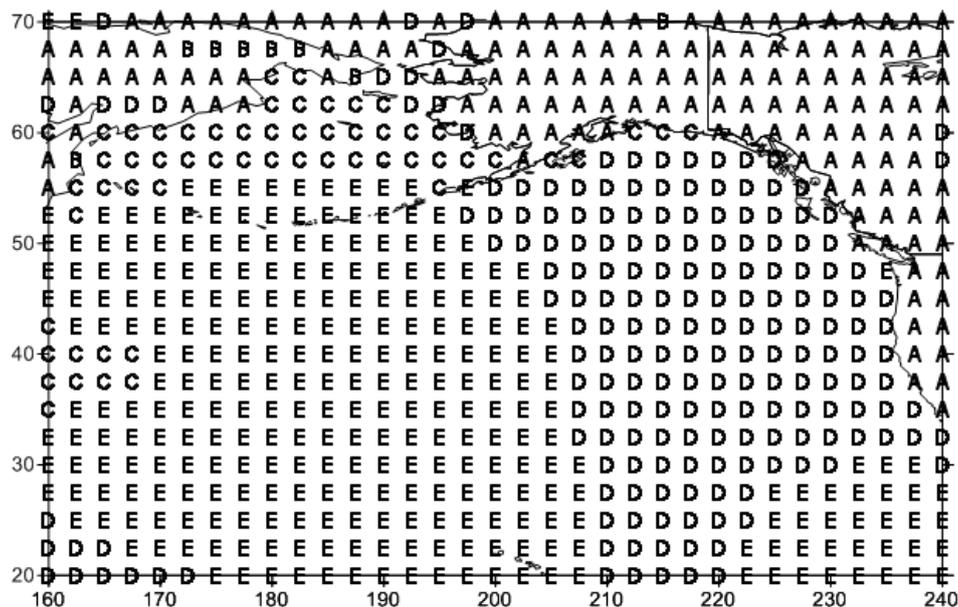


Рис. 2 – Карта распределения кластеров разности среднемесячных температур подстилающей поверхности и воздуха на высоте 2 м в северной части Тихого океана (декабрь), 1957 - 2002 гг.

Этот факт может быть связан с тем, что температура воды в периодически возникающем и усиливающим интенсивность поступающих холодных вод Чукотского моря противотечении ("полярное" течение), формируется под преобладающим воздействием теплого Аляскинского течения в бассейне Берингова моря и оказывается существенно выше температуры воздуха, поступающего с материка, куда он, в свою очередь, поступает уже с большей степенью покрытых льдом Чукотского и Восточно-Сибирского морей.

В последующие месяцы (рис. 1-3) увеличение количества льда в акватории Берингова моря приводит к смещению очага максимальных значений разности температур ближе к центральной области Аляскинского циклонического кругооборота – Алеутской котловине. Интересен также факт присутствия идентичной однородной зоны с максимальными значениями репрезентативного вектора во все рассматриваемые месяцы в пределах региона с координатами 35°-45°ш. и 160°-175°в.д. (рис. 1-4).

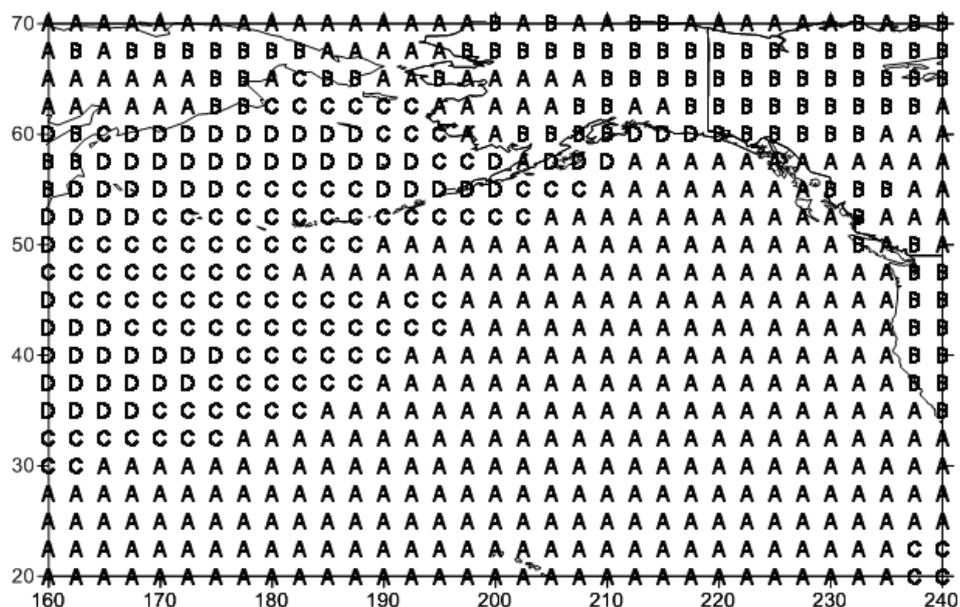


Рис. 3 – Карта распределения кластеров разности среднемесячных температур подстилающей поверхности и воздуха на высоте 2 м в северной части Тихого океана (январь), 1958 - 2003 гг.

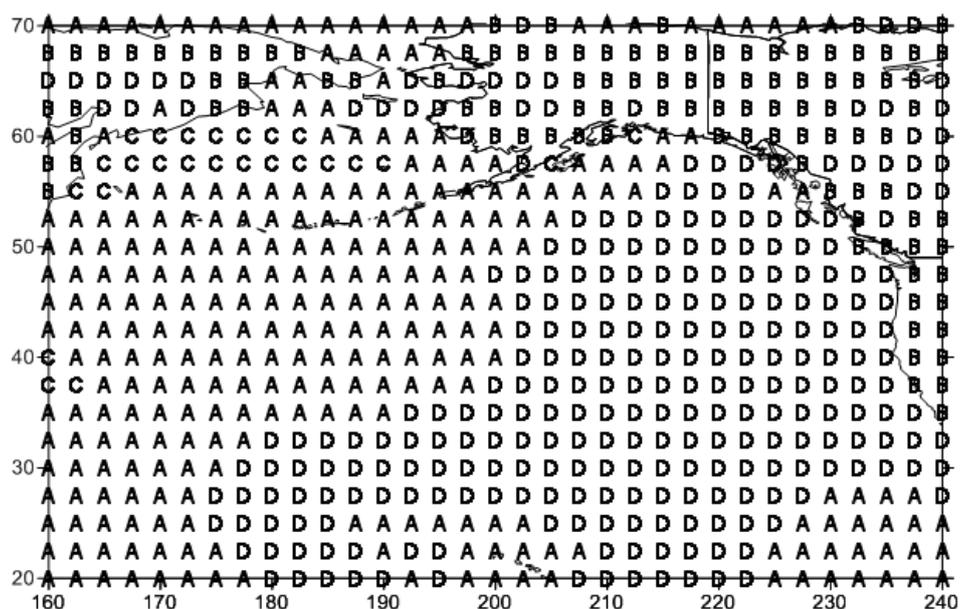


Рис. 4 – Карта распределения кластеров разности среднемесячных температур подстилающей поверхности и воздуха на высоте 2 м в северной части Тихого океана (февраль), 1958 - 2003 гг.

Следующей характеристикой, определяющей условия взаимодействия атмосферы и океана в приповерхностном слое воздуха, является поверхностный поток скрытого тепла (рис. 5-8).

Выявленные однородные регионы в полях значений этой характеристики имеют большую зональную направленность по сравнению с однородными регионами разности температур. Согласно данным таблицы 2 и представленным

картам-схемам (рис. 5-8), рассматриваемая территория поделена на две группы кластеров с линией раздела направленной с запада на восток и проходящей по северной границе Северотихоокеанского максимума. При этом в южной части располагаются зоны с максимальными отрицательными средними значениями и максимальными межгодовыми дисперсиями.

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

№№ п/п	Обозначение кластеров	Межгодовые внутрикластерные дисперсии				Средние значения			
		ноябрь	декабрь	январь	февраль	ноябрь	декабрь	январь	февраль
1	A	1.4	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.6	1.0	1.8
2	B	0.9	0.3	0.1	0.1	4.6	-2.0	-0.9	-0.7
3	C	0.1	0.8	0.2	1.4	-0.8	4.1	2.1	4.5
4	D	0.0	0.1	0.5	0.1	1.2	1.2	3.8	0.8
5	E	0.0	0.0	-	-	2.0	1.7	-	-

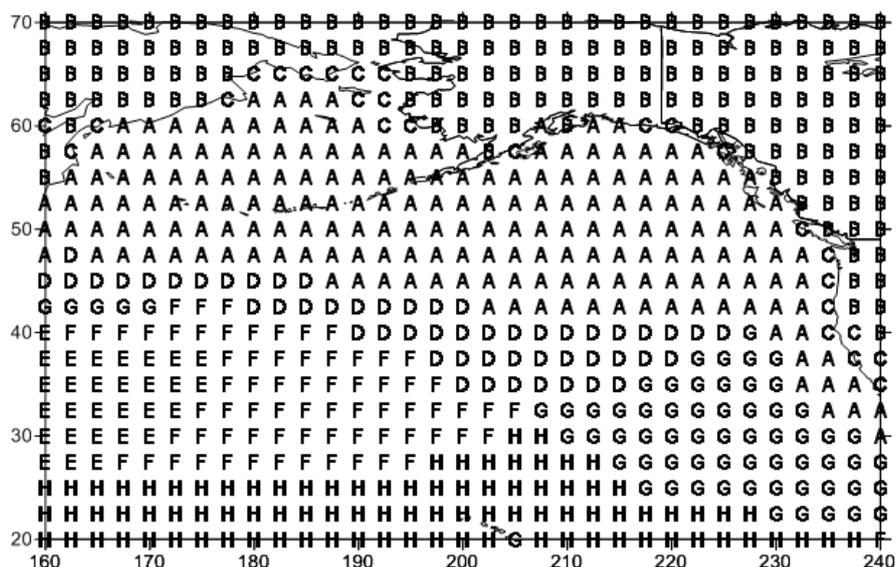


Рис. 5 – Карта распределения кластеров потоков скрытого тепла в северной части Тихого океана (ноябрь), 1957 - 2002 гг.

На полученных схемах кластеризации прослеживается очаг с максимальным отрицательным средним значением репрезентативного вектора (поток тепла из океана в атмосферу) (рис. 5 - E, рис. 6 - H, рис. 7 - F, рис. 8 - E, табл. 2) практически не меняющий свою конфигурацию и располагающийся в районе 24°-40° с. ш. и 160°-176° в. д.

Этот очаг имеет ещё две особенности, заключающиеся в наличии максимального значения межгодовой дисперсии (табл. 2) и в территориальном совпадении с подобным очагом максимальных значений разности температур (рис. 1 - E, рис. 2 - C, рис. 3 - D, рис. 4 - C), который, однако, обладает изменчивостью границ на протяжении рассматриваемого периода. В Беринговом

море такие совпадения отсутствуют, здесь имеют место кластеры с как минимум в половину меньшими отрицательными значениями потоков тепла, что вероятно связано с более низкими температурами в рассматриваемых средах и коллинеарностью в направлениях ветра и океанских течений.

Последний фактор, вероятно определяющий относительно незначительные потоки скрытого тепла при значительных разностях температур, явно прослеживается на картах-схемах кластеризации зональной составляющей скорости ветра (рис. 9 – кластеры D, A, рис. 10 – кластеры B, A, рис. 11 – кластеры B, A; рис. 12 – кластеры E, A).

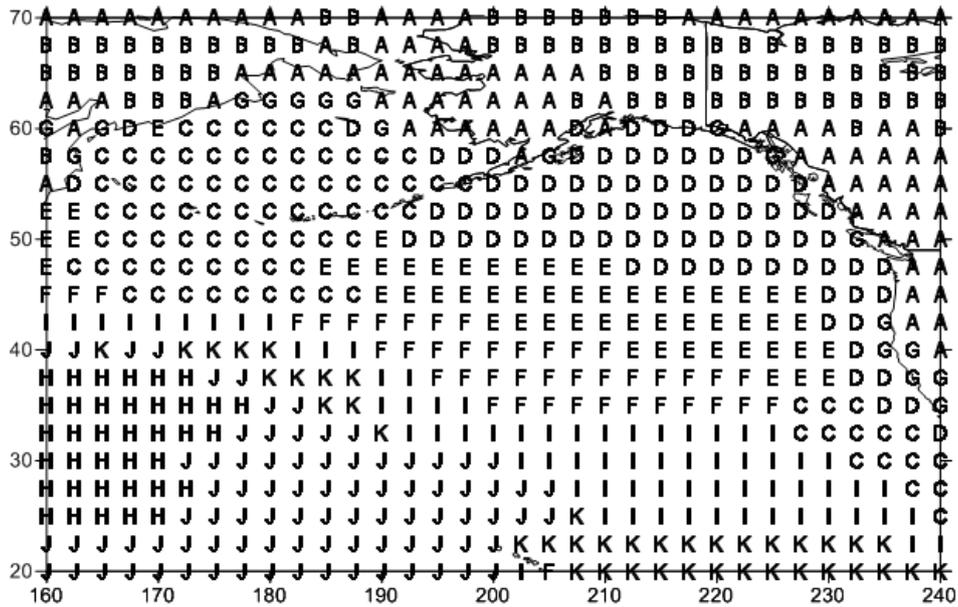


Рис. 6 – Карта распределения кластеров потоков скрытого тепла в северной части Тихого океана (декабрь), 1957 - 2002 гг.

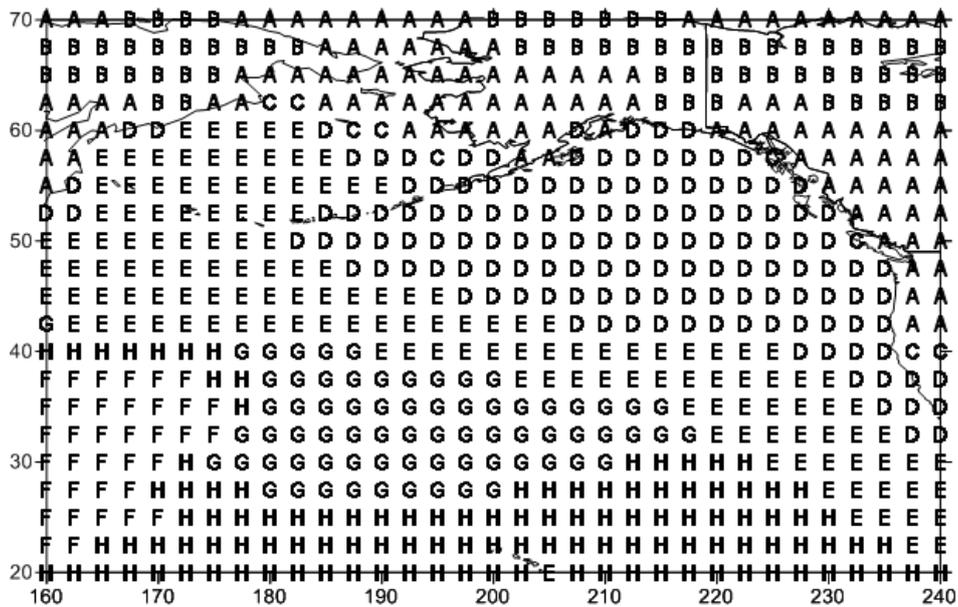


Рис. 7 – Карта распределения кластеров потоков скрытого тепла в северной части Тихого океана (январь), 1958 – 2003 гг.

Здесь северные кластеры имеют большие отрицательные средние значения (преобладающее восточное направление ветра), а значения в южных – положительные и уменьшаются с ноября по февраль.

Конфигурация этих однородных зон сохраняется на протяжении всего рассматриваемого осенне-зимнего периода.

Следующей, с несколько меньшими от максимальных отрицательными значениями потоков скрытого тепла (кроме февраля), является самая

южная зона (рис. 5 – Н, рис. 6 – J, K, рис. 7 – Н, рис. 8 – Н), которая на протяжении осенне-зимнего периода практически сохраняет свои очертания. Очевидно, наличие такой зоны связано с высокими температурами поверхности воды Северного Пассатного течения. Этому району, также, соответствует и однородный район с сильными западными ветрами (рис. 9 – E, D, рис. 10 – E, B, рис. 11 - A, B, рис. 12 – E, D).

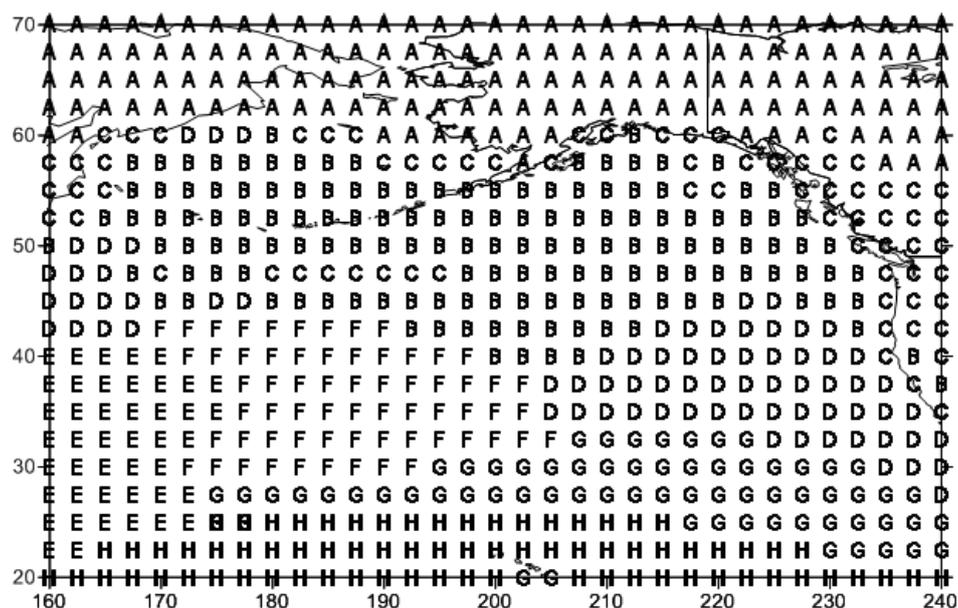


Рис. 8 – Карта распределения кластеров потоков скрытого тепла в северной части Тихого океана (февраль), 1958 – 2003 гг.

На северо-востоке исследуемой территории проявляется ограниченный береговой чертой (западным побережьем Северной Америки) район, включающий в себя от одного до трех кластеров, среди которых выделяется (кроме января) узкой полосой зона, соответствующая наиболее холодной части Калифорнийского течения (рис. 5 - С, рис. 6 - G, рис. 8 - С). Согласно таблицы 2 в этой зоне потоки скрытого тепла относительно слабые и направлены от поверхности океана в атмосферу, а присущая им небольшая межгодовая дисперсия свидетельствует об ус-

тойчивости данного процесса

На остальной территории северной части Тихого океана, особенно в декабре (рис. 6 – кластеры D, E) хорошо проявляются кластеры Аляскинского циклонического (рис. 5 – А, рис. 7 - D, рис. 8 – В) и восточной части Северо-Тихоокеанского антициклонического кругооборотов (рис. 5 - G, рис.6 – С, I, K, рис. 7 - E, H, рис. 8 – D, G), с относительно стабильными в течение всего рассматриваемого периода средними значениями репрезентативных векторов.

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

№№ п/п	Обозначение кластеров	Межгодовые внутрикластерные дисперсии ($\times 10^8$)				Средние значения ($\times 10^5$)			
		ноябрь	декабрь	январь	февраль	ноябрь	декабрь	январь	февраль
1	A	505.2	5.4	3.2	4.3	-15.2	-1.1	-1.5	-1.4
2	B	2.1	1.0	1.1	373.8	-0.6	0.0	-0.1	-11.4
3	C	133.8	556.7	264.5	57.4	-7.1	-15.8	-5.9	-7.4
4	D	1505.5	782.1	455.7	722.4	-21.4	-11.6	-11.3	-15.8
5	E	5051.6	863.0	519.4	2259.1	-42.0	-13.7	-17.2	-29.2
6	F	1798.0	1647.1	3296.3	1511.0	-33.4	-20.2	-37.5	-19.9
7	G	1703.3	115.7	2678.1	930.2	-26.0	-6.0	-26.2	-25.4
8	H	1310.4	2935.6	987.0	1383.0	-37.0	-42.2	-31.6	-33.5
9	I	-	658.4	-	-	-	-26.0	-	-
10	J	-	1305.1	-	-	-	-36.0	-	-
11	K	-	988.4	-	-	-	-31.1	-	-

Следует отметить, что однородные зоны антициклонического субполярного кругооборота, расположенные южнее, имеют большие отрицательные значения потока. Очевидно, этот факт связан с более высокими температурами океанской поверхности в южных широтах.

В полях зональной составляющей скорости ветра присутствует строго зонально-

ориентированная система из двух кластеров (рис. 9 – В, С, рис. 10 – С, D, рис. 11 – С, D, рис. 12 – С, В), имеющая максимальные положительные средние значения (преимущественно западные направления воздушных потоков) и межгодовые дисперсии (за исключением ноября).

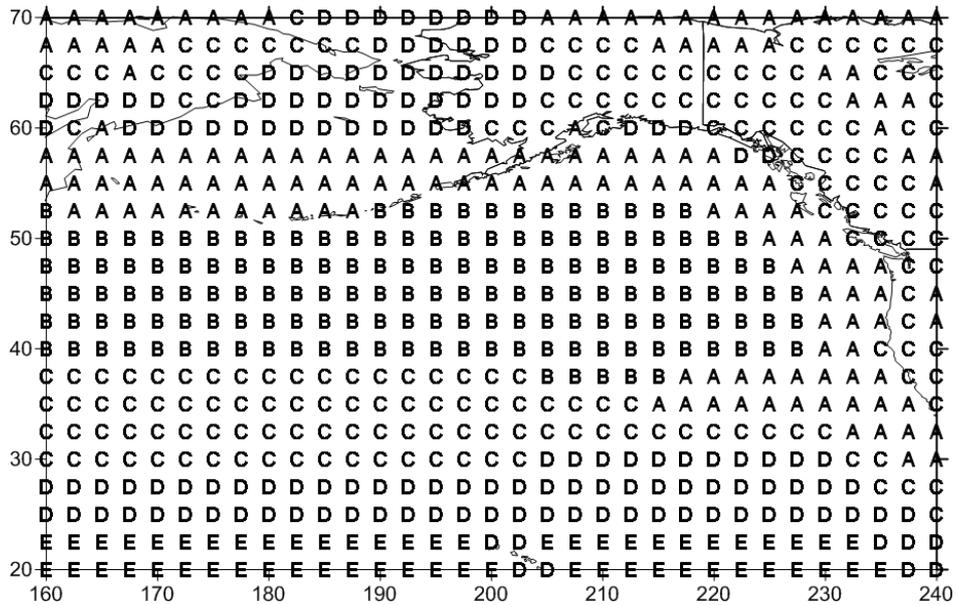


Рис. 9 – Карта распределения кластеров зональной составляющей скорости ветра в северной части Тихого океана (ноябрь), 1957 – 2002 гг.

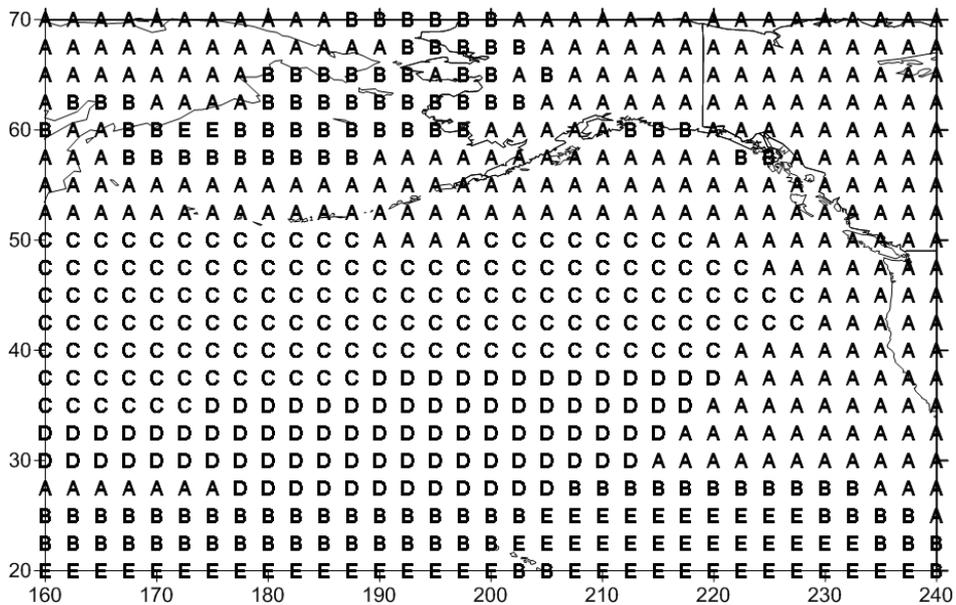


Рис. 10 – Карта распределения кластеров зональной составляющей скорости ветра в северной части Тихого океана (декабрь), 1957 – 2002 гг.

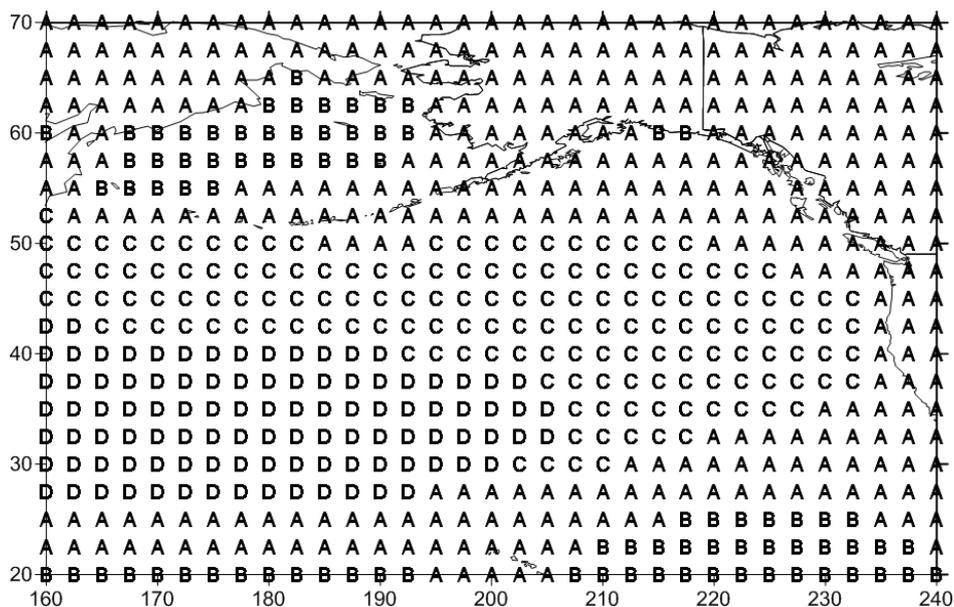


Рис. 11 – Карта распределения кластеров зональной составляющей скорости ветра в северной части Тихого океана (январь), 1958 – 2003 гг.

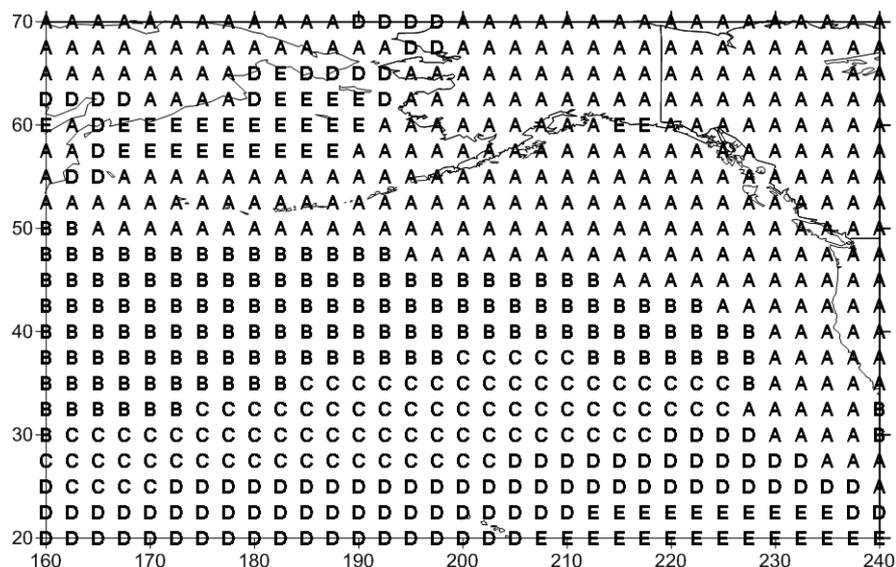


Рис. 12 – Карта распределения кластеров зональной составляющей скорости ветра в северной части Тихого океана (февраль), 1958 – 2003 гг.

Таблица 3 – Межгодовые дисперсии и средние значения репрезентативных векторов зональной составляющей скорости ветра в полученных кластерах северной части Тихого океана (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	0.75	0.4	0.2	0.7	1.33	0.4	-0.4	0.1
2	B	2.16	0.5	0.8	2.8	4.65	-2.7	-3.9	4.3
3	C	0.47	3.1	4.0	8.6	0.20	4.4	2.7	3.0
4	D	0.41	5.2	4.6	2.8	-2.88	2.6	5.1	-2.1
5	E	0.55	1.4	-	0.9	-5.96	-5.2	-	-4.4

Эта система, находящаяся в области влияния Северо-Тихоокеанского течения, не обладает однородностью в распределении ветра: северная её часть с гораздо большими средними значениями репрезентативных векторов подчеркивает обострение интенсивности Аляскинского циклонического, а южная - ослабление субтропического антициклонического кругооборота в холодный период года. В северной, южной и восточной частях, постоянно преобладающими являются западные ветры, с максимальными значениями на севере Берингова моря и восточнее Гавайских островов (рис. 9 – Д, Е, рис. 10 – В, Е, рис. 11 – В, рис. 12 – Е).

4. ВЫВОДЫ

Все приведенные особенности структуры распределения кластеров рассмотренных параметров атмосферы и океана в северной части Тихого океана 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 однородные регионы в среднемесячных полях разностей температур поверхности - воздух, потоков скрытого тепла, зональной составляющей скорости ветра, 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]. Эта согласованность носит общий характер, подтверждающий основные черты и их сохранение в распределениях указанных гидрометеорологических характеристик в продолжении на период до 2003 года соответствующих месяцев холодного периода. Результаты проведенного исследования позволят облегчить работу по выявлению районов интенсивного взаимодействия параметров атмосферы и океана в северной части

Тихого океана, а также их роль в формировании особенностей климатических режимов Восточноевропейского сектора.

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. Рождественский. - 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 Є.П. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації: Підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] /Є.П. Школьний, І.Д. Лоева, Л.Д. Гончарова.- К.: Міносвіти 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. -№12. - С. 112-123.
10. Служба данных ECMWF ERA-40 [Электронный ресурс].- Режим доступа к журналу.: <http://www.ecmwf.int/products/data>.
11. Атлас океанов. Тихий океан /Под ред. С.Г. Горшкова. - Л: Изд. ГУНИО, 1974.

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. Kulachev 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 danykh [The universal iterative method of clusterization data]. *Ukr. gidrometeorol. ž.* – *Ukranian hydrometeorological journal*, 2013, no. 13. pp. 112-123.
10. *Sluzhba danykh ECMWF ERA-40*. [Data Service ESMWF ERA-40]. Available at: <http://www.ecmwf.int/products/data>.
11. Gorshkov S.G. (Ed.) *Atlas okeanov. Tikhyy okean* [Atlas of the Oceans. Pacific Ocean]. Leningrad: GANIO Publ., 1974.

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

E.N. Serga, cand. geogr. sciences, associate professor

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 Pacific 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 ПІВНІЧНОТИХООКЕАНСЬКОГО 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 частині Тихого океану, виконаного за допомогою Універсального ітераційного методу кластеризації даних. Наведено фізичний і статистичний аналіз отриманих схем кластеризації, що має гарне наукове обґрунтування. Показано, що аналогічно розподілу у Північній Атлантиці, розподіл зональної складової швидкості вітру має широтний напрямок, а потоків прихованого тепла і різниці температур нагадує осередковий характер з збереженням загальної структури протягом холодного періоду.

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

Дата першого подання: 25.03.2016

Дата надходження остаточної версії: 06.06.2016

Дата публікації статті: 04.07.2016