

УДК 551.58

ЗОНЫ ИНТЕНСИВНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ПРИПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ. НОЯБРЬ

Э. Н. Серга, канд. геогр. наук, доц.

И. Н. Серга, канд. физ.-мат. наук

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

Предлагаются схемы районирования полей главных компонент векторов состояний метеорологических характеристик в приповерхностном слое атмосферы 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 кластеры первой главной компоненты имеют крупномасштабный, а второй и третьей компонент – очаговый характер. Кластеры отличаются интенсивностью процессов взаимодействий в приповерхностном слое воздуха.

Ключевые слова: репрезентативный вектор, кластер, весовая нагрузка, главная компонента, температура воздуха, скрытые потоки тепла, атмосфера.

1. ВВЕДЕНИЕ

Энергетическое состояние атмосферы и океана определяется в основном термодинамическими процессами внутри этих сред. В то же время, в приповерхностном слое океана и в нижней тропосфере оно во многом зависит и от процессов взаимодействия между ними. Известно, что любой термодинамический процесс характеризуется термодинамическими параметрами (параметрами состояния). В большинстве случаев в этой роли выступают температура, плотность, давление и массовая концентрация термодинамически активной примеси (например, в морской воде – соль, в атмосфере – водяной пар).

Общепринятое использование одного физического параметра обособленно от других, в качестве такого, который характеризует и выявляет неоднородности в пространственном распределении энергии атмосферы и океана (энергоактивные зоны океана), является алогичным. Например, относительно высокая температура водной поверхности не всегда является фактором значительных потоков скрытого тепла из океана в атмосферу. Подобные потоки во многом определяются разностями температур вода-воздух и насыщенностью влагой воздуха, поступающего на открытую водную поверхность. Таким образом, правильно было бы рассматривать комплексы основных гидрометеорологических характеристик, представленных в виде некоторых параметров. Экстремальные значения рассчитанных параметров, в свою очередь, могут характеризовать повышенную или пониженную энергетическую активность в различных районах земного шара на различных поверхностях. Определение параметров процессов взаимодействия в припо-

верхностном слое в Северной Атлантике в холодный период года, в частности в ноябре, их статистических характеристик и является целью данной работы.

2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Процесс взаимодействия подстилающей поверхности (океана) и атмосферы можно параметризовать с помощью методов многомерного статистического анализа, в частности компонентного анализа [1, 2]. При этом в роли параметров, определяющих интенсивность взаимодействия двух сред, выступают главные компоненты.

В свою очередь, каждая из выделенных главных компонент представляет собой линейную комбинацию исходных факторов с соответствующими весовыми коэффициентами (нагрузками). В качестве нагрузок выступают координаты собственных векторов.

Исходные факторы, как правило, имеют разную размерность и порядок. Для упразднения размерности и приведения их к одному порядку к ним необходимо применить процедуру нормирования. Данное математическое действие позволяет в дальнейшем принять утверждение, что соответствующая фактору нагрузка определяет значимость его в формировании главной компоненты, и соответственно, значимость в процессе взаимодействия океана и атмосферы. Значимость исходного фактора также определяется вкладом соответствующей главной компоненты в общую дисперсию процессов. Интенсивность взаимодействия атмосферы и подстилающей поверхности (океана) определяются соответствующими значениями главной компоненты.

В данном исследовании для формирования совокупности факторов в качестве исходных характеристик были взяты данные массива ERA-40 [3], заданные в узлах регулярной сетки точек $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ за ноябрь месяц 1957-2001 гг., в районе Северной Атлантики ($30^\circ - 90^\circ$ с.ш. и 70° з.д. - 20° в.д.), а именно: среднемесячные значения температуры подстилающей поверхности (T_p , К), температуры воздуха в слое 2 м (T , К), разности указанных температур (ΔT , К), потоков скрытого тепла (Q_n , Дж/м²) и зональной составляющей скорости ветра (u , м/с).

На основании этих данных были получены векторы в каждом узле сетки указанной территории, состоящие из пяти значений исходных метеорологических величин в определённый момент времени. Это дало возможность рассчитать для каждого месяца, каждого узла поля средние значения и матрицы корреляций, а также решить уравнения полной проблемы собственных значений, т. е. получить собственные значения и, соответствующие им, собственные векторы, являющиеся ортогональным базисом W n - мерного евклидова пространства [2].

Исходные гидрометеорологические характеристики в первоначальном виде имели разные размерности и различный порядок величины. Поэтому к ним была применена процедура нормирования на собственную норму, что позволило устранить вышеуказанные несоответствия.

Каждая совокупность векторов выбранных нормированных исходных характеристик в узлах сетки определённых выше частей территорий Северной Атлантики для указанных поверхностностей была разложена в соответствующем ортогональном базисе [2]. Результатами этой операции явились главные компоненты, которые являются независимыми параметрами, определяющими интенсивность взаимодействия атмосферы и океана, а также параметров состояния атмосферы на высотах. Каждая главная компонента, в свою очередь, представляет собой линейную комбинацию пяти исходных характеристик, отражающих тепло- и влагообмен в приповерхностном слое.

Использование компонентного анализа в конкретном узле не даёт возможность построить поля собственных векторов, что несколько усложняет анализ полученных результатов. Подобная процедура часто применяется для пространственной визуализации основных процессов, определяемых главными компонентами, при рассмотрении в качестве исходной только одной характеристики (например, давления, темпера-

туры). Однако, согласно алгоритму компонентного анализа [1, 2], применяемая процедура нормирования исходных объектов даёт возможность дополнительно рассматривать значения собственных векторов в качестве коэффициентов, определяющих значимость каждой из пяти исходных гидрометеорологических величин (циркуляционных характеристик) в соответствующей главной компоненте. В дальнейшем будем называть значения собственных векторов весовыми коэффициентами или весовыми нагрузками.

Рассматриваемые весовые коэффициенты могут принимать как отрицательные, так и положительные значения, и, несмотря на нормирование исходных характеристик, не представляют вклад последних в компоненту в виде доли, соизмеримой с единицей. Главные компоненты, которые выражают проекции векторов исходных величин, являясь ортогональными составляющими процесса взаимодействия подстилающей поверхности (океана) и атмосферы тоже могут иметь как отрицательные, так и положительные значения, которые зависят от знака координат собственных векторов и значений исходных характеристик.

Вклад первых компонент в процесс взаимодействия океана и атмосферы и энергетическое состояние атмосферы на высотах (представленный восстановленными отфильтрованными значениями векторов исходных характеристик) может быть как положительный, так и отрицательный и зависит также от знака соответствующих значений собственных векторов. Именно такое соотношение знаков и значений, помимо вклада в общую дисперсию, определяет временную изменчивость процесса, параметрами которого являются главные компоненты.

Кроме того применение компонентного анализа к пространственным полям отдельно взятого метеорологического параметра (давления, температуры) потенциально должно выявить особенности основных процессов, масштабы которых определяются порядковым номером и значением соответствующего собственного числа (вкладом в общую дисперсию). В совокупности эти процессы и формируют поля представленной исходной величины.

В исследовании, подобного рода, такое предположение отсутствует. Рассматриваемые объекты могут иметь разные по тесноте корреляционные связи, что может привести к различному числу выделяемых главных компонент с незначительно различающимися собственными числами.

Таблица 1 – Суммарная дисперсия первых трёх главных компонент, полученных по всей совокупности значений, в репрезентативных узлах кластеров, расположенных в Северной Атлантике

Месяц	Для компонент, соответствующих					
	максимальным значениям дисперсий			минимальным значениям дисперсий		
	1 gk	2 gk	3 gk	1 gk	2 gk	3 gk
	приповерхностный слой					
ноябрь	95,1	89,2	88,3	87,2	92,3	83,3

Применение компонентного анализа к исходным метеорологическим характеристикам в районе Северной Атлантики показало, что первые три собственных значения исчерпывают более 80% суммарной дисперсии общего процесса взаимодействия рассматриваемых объектов (табл. 1).

Необходимо отметить, что использование только одного компонентного анализа, в качестве метода для подготовки исходного вектора-фактора на входе в модель, не является рациональным. Большое количество полученных главных компонент вызовет серьёзные трудности при отборе, особенно, при анализе влияющих факторов, и вероятность допущения ошибки. К тому же это может привести к неоправданному увеличению вычислительных мощностей необходимых для модели. Поэтому с целью сокращения исходной выборки и получения однородных районов, в которых процессы взаимодействия атмосферы и океана, а также энергетическое состояние атмосферы на высотах обладают большой степенью схожести, к главным компонентам, был применён алгоритм кластерного анализа УИМКД (Универсальный итерационный метод кластеризации данных) [4].

3. ОПИСАНИЕ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Значения координат собственных векторов (являющиеся, как было указано ранее, весовыми нагрузками или же весовыми коэффициентами), относящихся к определённым однородным районам, выделенным в результате кластеризации первых трёх главных компонент, показывают существенное многообразие комбинаций значимых исходных гидрометеорологических характеристик в формировании независимых параметров (главных компонент). Вклад последних в процесс взаимодействия в приповерхностном слое атмосферы определяется собственными числами.

Кроме того, в большинстве случаев, согласно представленным схемам кластеризации, первая

главная компонента, объясняющая максимальный вклад в общую дисперсию, даже при одинаковом количестве полученных однородных районов, имеет меньшие дробления на локальные очаги, т.е. кластеры, в основном, представляют собой единые районы большой протяжённости. В то же время, следуя основной гипотезе о возможном проявлении новых зон повышенной энергетике при подготовке влияющих факторов, есть необходимость отойти от общепринятых принципов. Например, определения этих зон по экстремальным значениям отдельных параметров: температур поверхности и приповерхностного слоя воздуха, их разности, а также давления насыщенного водяного пара [5, 6, 7]. К тому же не совсем корректно было бы утверждать, что подобные энергетические зоны найдут свое проявление только в первой главной компоненте имеющей максимальный вклад в общую дисперсию рассматриваемого процесса.

Необходимо уточнить, что, во-первых, участие большинства из пяти исходных характеристик в формировании значений определённой главной компоненты, выражаемое в значительных весовых нагрузках, может говорить об усилении интенсивности взаимодействия атмосферы и океана, а также усиления эффекта бароклинности в рассматриваемой однородной зоне. Во-вторых, в линейных комбинациях, которые формируют значения главных компонент, при совпадении знака весовых нагрузок и знака значений исходных характеристик происходит увеличение значений рассматриваемой компоненты, а при несовпадении – уменьшение. Так, например, в Северной Атлантике во все рассматриваемые месяцы (ноябрь, декабрь, январь, февраль) положительные знаки имеют температуры воздуха на высоте 2 м и подстилающей поверхности, и постоянно отрицательные, за исключением кластера охватывающего поверхность Гренландии, потоки скрытого тепла с поверхности [8, 9]. Значения зональной составляющей скорости ветра и разности температур имеют существенное разнообразие в распределении

знака на территории Северной Атлантики.

Ноябрь относится к холодной половине года, но является и последним календарным осенним месяцем, а в пределах акватории океана, учитывая его инерционность, календарной серединой осени. Рассматривая процессы в этом месяце можно проследить каким образом меняется структура однородных зон исходных характеристик и главных компонент в переходный период от осени к зиме.

Первая главная компонента. Кластеры первой главной компоненты, отражающей взаимодействие подстилающей поверхности и приземного слоя воздуха, имеют структуру в центральной части Северной Атлантики, вытянутую вдоль системы течений Гольфстрим - Североатлантическое – Норвежское, а также охватывающую на северо-западе район моря Лабрадор (кластер: С (рис. 1).

Репрезентативным векторам этих кластеров соответствуют положительные средние значения и относительно незначительные межгодовые дисперсии (табл. 2), которые подчеркивают не-

которую стабильность в процессе взаимодействия на протяжении рассматриваемого 45-летнего периода.

Однако при исследовании изменчивости проекций исходного поля на координаты собственных векторов в пределах пространства над Северной Атлантикой, наблюдаются существенные различия в значениях весовых нагрузок на исходные характеристики. Так, согласно табл. 3 основная нагрузка в первой компоненте (кластер С, рис. 1) приходится на температуру воздуха и температуру подстилающей поверхности с положительным знаком и, несколько меньшую с отрицательным знаком, на разность температур и зональную составляющую скорости ветра. Второй кластер, относящийся к первой главной компоненте процесса взаимодействия двух сред, в ноябре охватывает практически все остальное пространство Северной Атлантики (рис. 1 – кластер А) и имеет основные весовые нагрузки на значения температур поверхности и воздуха на высоте 2 м.

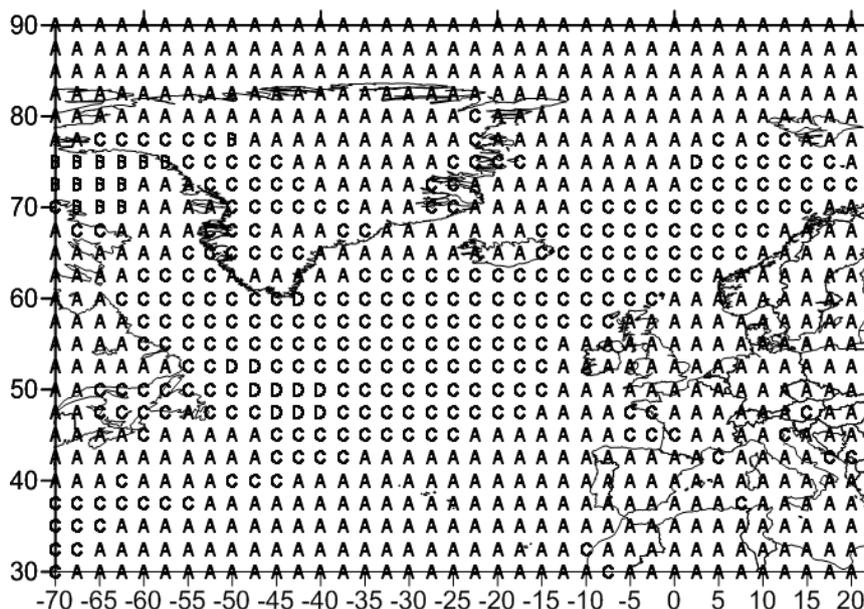


Рис. 1 – Пространственное распределение кластеров 1-ой главной компоненты процессов взаимодействия подстилающей поверхности и атмосферы в Северной Атлантике, (ноябрь), 1957 - 2002 гг.

Таблица 2 – Межгодовые внутрикластерные дисперсии и средние значения главных компонент процессов взаимодействия подстилающей поверхности и атмосферы в репрезентативных узлах кластеров, расположенных в Северной Атлантике (первая главная компонента)

Обозначение кластеров	A	B	C	D
Средние значения (*10 ⁻²)	19,1	15,8	5,2	-8,6
Внутрикластерные дисперсии (*10 ⁻⁴)	0	50,93	2,62	42,19

Таблица 3 – Координаты собственных векторов и собственные значения (вклад в общую дисперсию) параметров процессов взаимодействия подстилающей поверхности и атмосферы в репрезентативных узлах кластеров, расположенных в Северной Атлантике, (ноябрь)

Координаты собственных векторов													
1-й собственный вектор				2-й собственный вектор						3-й собственный вектор			
Литера кластера													
A	B	C	D	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D
0,70	0,51	0,53	0,45	-0,30	0,22	-0,13	0,28	-0,25	-0,17	-0,04	0,20	0,19	-0,20
0,71	0,56	0,58	-0,09	-0,20	0,13	-0,26	0,17	-0,71	-0,33	-0,07	0,18	0,03	-0,13
-0,08	-0,49	-0,42	0,59	-0,58	0,71	0,69	0,68	0,37	0,56	0,16	0,06	0,88	-0,35
0,06	-0,38	0,29	0,39	0,70	-0,51	0,16	0,61	0,37	0,08	0,90	-0,45	0,15	0,23
-0,05	0,22	-0,35	-0,54	-0,18	0,41	0,64	-0,26	-0,39	0,74	-0,41	0,85	0,41	0,88
Собственные значения/вклад в общую дисперсию													
Литера кластера													
A	B	C	D	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D
2,0	3,0	2,5	2,5	1,2	1,1	1,3	1,2	1,1	1,2	0,9	0,9	1,1	1,1
39,9	59,7	49,3	50,6	24,1	22,6	26,3	23,6	22,3	24,4	18,7	18,0	21,6	21,1

Примечание: в таблице 3, в части «Координаты собственных векторов», в первой строке указываются весовые нагрузки, имеющие отношение к температуре воздуха на высоте 2 м, во второй – к температуре поверхности, в третьей – к разности температур, в четвертой – к поверхностным потокам тепла, в пятой – к зональной составляющей скорости ветра (например, 0,70; 0,71; -0,08; 0,06; -0,05).

Особое внимание вызывают однородные районы Северной Атлантики вблизи юго-восточной оконечности Гренландии. Эти районы соответствуют кластеру D (рис. 1) (подобная структура наблюдается и восточнее Ньюфаундленда). В восточной части моря Баффина имеет место кластер В (рис. 1). Межгодовые дисперсии в этих однородных районах имеют самые большие значения. Это свидетельствует о том, что репрезентативные векторы первой главной компоненты подвержены значительной временной изменчивости, обусловленной разнообразием условий формирования исходных характеристик и их преобразования в базисе первого собственного вектора.

Учитывая это, рассмотрим более подробно условия формирования параметров взаимодействия океана и атмосферы, а именно средних значений репрезентативных векторов первой главной компоненты, с позиции комбинаций знаков и величин весовых нагрузок и исходных характеристик.

Для кластера D в ноябре (рис. 1) весовые коэффициенты являются значительными практически при всех исходных характеристиках, за исключением температуры подстилающей поверхности, и имеют положительный знак, кроме коэффициента при зональной составляющей скорости ветра. При этом среднее значение репрезентативного вектора главной компоненты имеет отрицательный знак. Температура воздуха на высоте 2 м во всех случаях является положительной (в К). Значения разности температур воздух-вода, потоков скрытого тепла в этом рай-

оне отрицательные. Зональная составляющая скорости ветра – положительная (преобладает западный ветер). Это значит, что знак и величина первой главной компоненты определяются, в основном, потоками скрытого тепла, разностями температур и скоростью ветра, что характерно для понятия энергоактивных зон (например, [6]). В районе расположения этого кластера находится зона соприкосновения восточной ветви холодного Лабрадорского и северной части теплового Североатлантического течения, являющегося океаническим фронтом.

Для кластера В (рис. 1), знаки весовых коэффициентов при температурах воздуха высоте 2 м и подстилающей поверхности – положительные, при разности этих температур и потоках скрытого тепла – отрицательные, при скорости ветра знак также отрицательный, но по абсолютной величине значительно меньше остальных (табл. 3). Среднее значение репрезентативного вектора первой главной компоненты – положительное (второе максимальное по величине) (табл. 4). Учитывая то, что среднее значение разности температур является отрицательным (температура воздуха в этом месяце несколько ниже температуры подстилающей поверхности) [8, 9], потоки скрытого тепла имеют тоже отрицательный знак (направленные от поверхности в атмосферу), значение и знак первой главной компоненты определяются практически всеми исходными характеристиками, за исключением скорости ветра.

Вторая и третья главные компоненты, объясняют в среднем, соответственно, четвертую и

пятую части общей дисперсии процесса взаимодействия атмосферы и океана.

Согласно алгоритму компонентного анализа природных процессов, с понижением значений собственных чисел матрицы корреляций (ковариаций) масштаб (временной или пространственный) соответствующих им процессов уменьшается. При этом проведенная кластеризация должна проявиться в территориальном дроблении однородных районов, соответствующих второй и третьей главным компонентам. Однако, как показывают результаты исследования, если в полях третьей компоненты это факт всегда подтверждается, то для полей второй компоненты, иногда, резкий переход отсутствует. Очевидно, это связано с тем, что в некоторых случаях вклад второй компоненты в общую дисперсию параметров, характеризующих процессы взаимодействия атмосферы и океана, незначительно отличается от вклада первой, т.е. можно предположить, что обе компоненты, в этих случаях, могут описывать процессы, примерно, одного масштаба.

Так в полях второй главной компоненты, в ноябре, прослеживается глобальный кластер Е (рис. 2), в занимающий центральную и частично северо-восточную часть Северной Атлантики (между о. Шпицберген и Скандинавией), а также район моря Лабрадор, с наибольшими по абсолютной величине отрицательным средним значением репрезентативного вектора и минимальной межгодовой дисперсией (табл. 4).

Согласно табл. 3 в формировании значения этой компоненты (в кластере Е (рис. 2)) основная нагрузка приходится на температуру подстилающей поверхности. Остальные характеристики с меньшими весовыми коэффициентами лишь дополняют этот вклад.

Интерес представляет кластер С (рис. 2), который прослеживается у северо-западного побережья Скандинавии (Норвежская энергоактивная зона, б), западного побережья Пиренейского полуострова (Канарское холодное течение) и юго-западной Азорских островов (Канарская энергоактивная зона).

Координаты репрезентативного второго собственного вектора в кластере С (рис. 2) имеют максимальные значения при разности температур воздух-вода и зональной составляющей скорости ветра (табл. 3). Большое по абсолютной величине среднее значение и большая дисперсия свидетельствуют о значительной интенсивности процессов взаимодействия в приповерхностном слое воздуха, которые описываются второй компонентой в однородной зоне С (рис. 2).

Максимальная межгодовая изменчивость при

практически нулевом среднем значении второй главной компоненты в кластере А (рис. 2) указывает на частую смену знаков, а значит, согласно распределению нагрузок (табл.3), на частую смену процессов, определяющих положительный и отрицательный вклад в формирование значений потоков скрытого тепла, которые в кластере А (рис. 2) тесно связаны с разностью температур и находятся с ней в противофазе.

Представительный вектор второй компоненты в кластере D (рис. 2) с очагами над центральной Гренландией, юго-западнее Шпицбергена и над Западной Европой имеет максимальное положительное среднее значение и весовые коэффициенты при таких же исходных характеристиках (как и в кластере А), но уже с одинаковым (положительным) знаком.

Третья главная компонента, как составляющая общих процессов взаимодействия подстилающей поверхности и атмосферы, отличающаяся от второй главной компоненты несколько меньшим вкладом в общую дисперсию, представлена примерно таким же количеством однородных районов, выделенных при кластеризации, как и первые две главные компоненты (рис. 3, табл. 5).

Однако, несмотря на это, общая картина распределения однородных зон третьей компоненты отличается от распределения первых двух компонент, т.е. на схеме кластеризации (рис. 3) им присуща большая очаговость в пределах рассматриваемой территории.

Согласно весовым коэффициентам (табл. 5), нагрузка в третьей компоненте на исходные характеристики приходится, преобладающим образом, на зональную составляющую скорости ветра (максимальная положительная нагрузка в кластерах В, D (рис. 3)) и потоки скрытого тепла (максимальная положительная нагрузка в кластерах А (рис. 3)). Разность температур воздуха проявляется с большими весовыми коэффициентами совместно со скоростью ветра в кластере С (рис. 3). Максимальная межгодовая дисперсия (табл. 5) репрезентативных векторов третьей главной компоненты (кластер В (рис. 3)) значительно меньше максимальных межгодовых дисперсий в однородных районах, относящихся к первым двум главным компонентам. Это свидетельствует о наличии некоторой стабильности в процессах, характеризующихся третьей главной компонентой физических параметров взаимодействия океана и атмосферы в межгодовом периоде. Максимальные отрицательные значения рассматриваемой компоненты отмечаются в кластерах D (рис. 3), а положительные - в кластере С (рис. 3). Что касается территориального

расположения существующих циклических энергоактивных зон океана [6], наибольшую область их охватывают кластеры: в Норвежско-Гренландской (а) – В, С, D (рис. 3); в Норвеж-

ско-Гренландской (б) – В, D (рис. 3); в Ньюфаундлендской ЭАО – А, В, С (рис. 3); Канарской ЭАО – А, В, D (рис. 3).

Таблица 4 – Межгодовые внутрикластерные дисперсии и средние значения главных компонент процессов взаимодействия подстилающей поверхности и атмосферы в репрезентативных узлах кластеров, расположенных в Северной Атлантике (вторая главная компонента)

Обозначение кластеров	A	B	C	D	E	F
Средние значения (*10 ⁻²)	0,4	7,3	-15,4	20,8	-24	-8,6
Внутрикластерные дисперсии (*10 ⁻⁴)	42,64	11,95	15,98	2,86	1,29	7,83

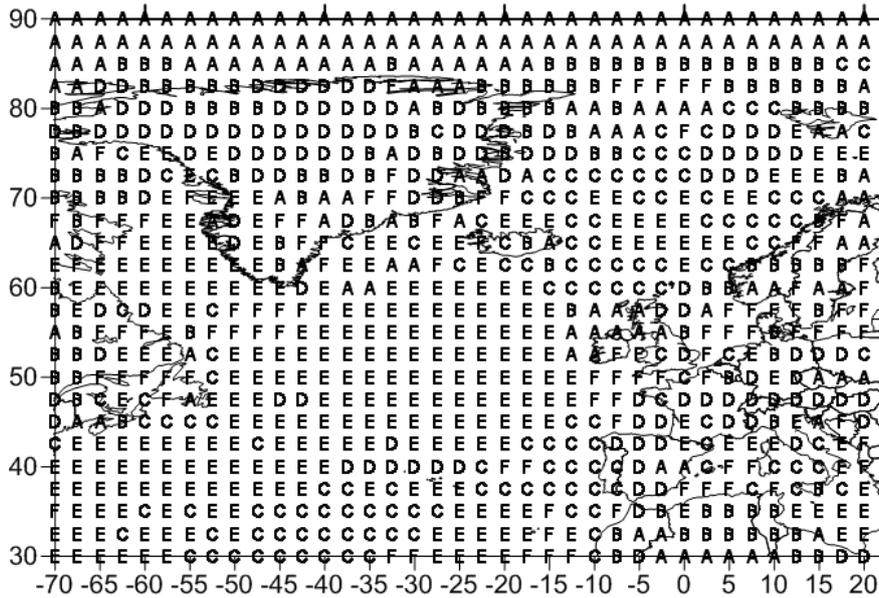


Рис. 2 – Пространственное распределение кластеров 2-ой главной компоненты процессов взаимодействия подстилающей поверхности и атмосферы в Северной Атлантике (ноябрь), 1957 - 2002 гг.

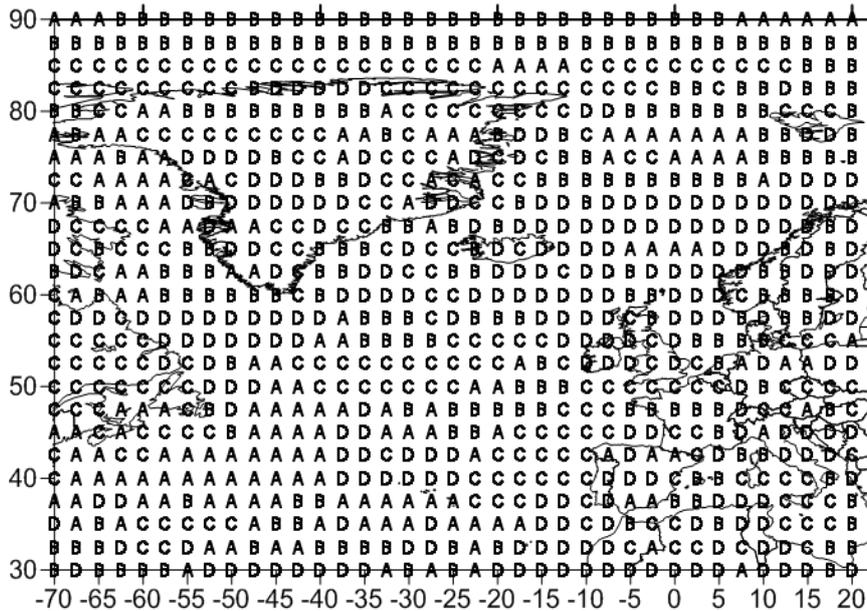


Рис. 3 – Пространственное распределение кластеров 3-ей главной компоненты процессов взаимодействия подстилающей поверхности и атмосферы в Северной Атлантике (ноябрь), 1957 - 2002 гг.

Таблица 5 – Межгодовые внутрикластерные дисперсии и средние значения главных компонент процессов взаимодействия подстилающей поверхности и атмосферы в репрезентативных узлах кластеров, расположенных в Северной Атлантике (третья главная компонента)

Обозначение кластеров	A	B	C	D
Средние значения (*10 ⁻²)	2.9	-0.9	14.6	-14
Внутрикластерные дисперсии (*10 ⁻⁴)	7.78	10.62	3.13	2.33

Наличие неоднородностей в территориальном распределении третьей главной компоненты в одной и той же энергоактивной зоне, а также повторение одних и тех же кластеров в разных ЭАО свидетельствует о разнообразии атмосферных процессов в районах ЭАО. Этот факт подтверждается величиной вклада в общую дисперсию третьей главной компоненты и находит отражение в распределении весовых коэффициентов при исходных характеристиках.

4. ВЫВОДЫ

Проведённое исследование показало, что процессы взаимодействий в приповерхностном слое воздуха можно параметризовать с помощью методов многомерного статистического анализа. При этом компоненты, характеризующие разные процессы, различаются не только средними значениями и дисперсиями, но весовыми нагрузками на исходные характеристики. Координаты собственного вектора, соответствующего первой компоненте, по своим значениям (в большинстве случаев) являются значимыми для температуры воздуха, температуры поверхности, разности температур, второй и третьей компонентам – для поверхностных потоков тепла и зональной составляющей скорости ветра, причём для последней характеристики весовые нагрузки в третьей компоненте являются преобладающими.

Кластеризация первой компоненты хорошо согласуется с поверхностными процессами в океане, т. е. имеется тесная связь с системами крупномасштабных течений. Распределение второй и особенно третьей компонент имеет очаговый характер, более связанный с региональными особенностями. Полученные результаты являются физически обоснованными. На основании подобных исследований для остальных месяцев холодного периода будут составлены исходные выборки для имитационной физико-статистической модели с целью определения степени влияния однородных регионов Северной Атлантики на региональные климаты Восточно-Европейского сектора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулаичев А. П. Методы и средства комплексного анализа данных. М.: ИНФРА-М, 2006. 512 с.

2. Школьный С. П., Лоева И. Д., Гончарова Л. Д. Обработка та аналіз гідрометеорологічної інформації: підруч. К.: Міносвіти України, 1999. 578 с.
 3. Служба данных ECMWF ERA-40. <http://www.ecmwf.int/products/data>.
 4. Серга Э. Н. Универсальный итерационный метод кластеризации данных // Укр. гідрометеорол. ж. 2013. № 12. <http://uhmj.odeku.edu.ua/uk/category/2013-uk/12-uk/>
 5. Власова Г. А., Полякова А. М. Активная энергетическая зона океана и атмосферы северо-западной части Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2004. 146 с.
 6. Лаппо С. С., Гулев С. К., Рождественский А. Е. Крупномасштабное тепловое взаимодействие в системе океан-атмосфера и энергоактивные области Мирового океана. Л.: Гидрометеоздат, 1990. 335 с.
 7. Марчук Г. И., Кондратьев К. Я., Козодеров В. В., Лаппо С. С., Саркисян А. С., Хворостьянов В. И. Энергоактивные зоны: концептуальные основы. Серия: Атмосфера, океан, космос — программа «Разрезы». М.: ВИНТИ, 1989. Т. II. Ч. II. 368 с.
 8. Серга Э. Н. Особенности распределения однородных зон в полях гидрометеорологических характеристик Североатлантического региона в холодный период года // Вісник Одеського держ. екологічного ун-ту. 2016. Вип. 20. <http://bulletin.odeku.edu.ua/uk/category/2016-uk/20-uk/>
 9. Серга Э. Н., Сущенко А. И. Климатическое районирование полей среднемесячных температур подстилающей поверхности и воздуха в северной части Атлантического океана в зимний период // Austrian Journal of Humanities and Social Sciences. 2014. № 9–10. С. 180–186.

REFERENCES

1. Kulaichev A. P. *Metody i sredstva kompleksnogo analiza dannykh* [Methods and means for complex data analysis]. Moscow: INFRA-M, 2006. 512 p.
 2. Shkolnyi E. P., Loeva I. D., Goncharova L. D. *Obrobka ta analiz hidrometeorologichnoi informatsii* [Processing and analysis of the hydrometeorological data]. Kyiv, 1999. 578 p.
 3. *Sluzhba dannykh ECMWF ERA-40* [Data Service ESMWF ERA-40]. <http://www.ecmwf.int/products/data>.
 4. Serga E. N. The universal iterative method of clusterization of data. *Ukr. gidrometeorol. ž. – Ukr. hydrometeor. j.*, 2013, no 12. <http://uhmj.odeku.edu.ua/uk/category/2013-uk/12-uk/> (In Russian).
 5. Vlasova G. A., Polyakova A. M. *Aktivnaya energeticheskaya zona okeana i atmosfery severo-zapadnoy chasti Tikhogo okeana* [The active energy zone of the ocean and the atmosphere of the northwestern part of the Pacific Ocean]. Vladivostok: Dal'nauka, 2004. 146 p.
 6. 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.
 7. Marchuk G. I., Kondrat'ev K. Ja., Kozoderov V. V., Lappo S. S., Sarkisyan A. S., Khvorostyanov V. I. *Ener-*

- goaktivnye zony: kontseptual'nye osnovy. Seriya: Atmosfera, okean, kosmos — programma «Razrezy»* [Energy-intensive zones: conceptual foundations. Series: Atmosphere, ocean, space - the program "Cuts"]. Moscow: VINITI, 1989. Vol. II. Ch. II. 368 p.
8. Serga E. N. Characteristic features of homogeneous areas in the fields of hydrometeorological characteristics in the Northern Atlantic during the cold season. *Visn. Odes. derž. ekol. univ. – Bulletin of the OSENU*, 2016, vol. 20. <http://bulletin.odeku.edu.ua/uk/category/2016-uk/20-uk/> (In Russian).
9. Serga E.N., Sushchenko A.I. Climatic zoning of fields of average monthly temperatures of the underlying surface and air in the northern part of the Atlantic Ocean in the winter period. *Austrian Journal of Humanities and Social Sciences*, 2014, no. 9–10, pp. 180–186. (In Russian).

ZONES OF INTENSIVE INTERACTIONS WITHIN THE NEAR-SURFACE LAYER OF THE ATMOSPHERE IN NORTH ATLANTIC. NOVEMBER

E. N. Serga, Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof.
I. N. Serga, Cand. Phys.-Math. Sci.

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

To reveal the zones of active interaction between the atmosphere and the ocean in the North Atlantic and to determine the regions causing a significant impact on formation of features of climatic response regimes in the Eastern Europe methods of cluster and component analysis were applied as influencing factors representing characteristics of heat and moisture exchange in the near-surface layer before including them in the imitation model.

Each node of a grid of $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$ of the North Atlantic identifies the first three main components describing more than 80% of the total dispersion of the processes of interaction between the underlying surface and the adjacent layer of the atmosphere.

Homogeneous regions were defined in the fields of the main components of the vectors of state of meteorological characteristics in the near-surface layer of the atmosphere in the North Atlantic using the Universal iterative method of data clustering. The article includes a physical and statistical analysis of obtained clustering schemes having a good scientific justification. It shows that the clusters of the first main component have a large-scale nature while the second and third components are of a focal character. Clusters are characterized by the intensity of the processes of interactions in the near-surface layer. The intensity of such processes is characterized by the distribution and values of the weight loads, the mean values of representative vectors and the intra-cluster dispersion. It determines that the first main component makes the main contribution to the formation of the most of initial meteorological values and the third main component reflects the influence of local features on the interaction processes.

Keywords: representative vector, cluster, weight load, main component, air temperature, latent heat fluxes, atmosphere.

ЗОНИ ІНТЕНСИВНИХ ВЗАЄМОДІЙ В ПРИПОВЕРХНЕВОМУ ШАРІ АТМОСФЕРИ В ПІВНІЧНІЙ АТЛАНТИЦІ. ЛИСТОПАД

Е. М. Серга, канд. геогр. наук, доцент
І. М. Серга, канд. фіз.-мат. наук

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

Пропонуються схеми районування полів головних компонент векторів станів метеорологічних характеристик в приповерхневому шарі атмосфери в Північній Атлантиці, виконаного за допомогою Універсального ітераційного методу кластеризації даних. Наведено фізичний і статистичний аналіз отриманих схем кластеризації, що має добре наукове обґрунтування. Показано, що кластери першої головної компоненти мають великомасштабний характер, а другий і третій компонент є осередкового характеру. Кластери відрізняються інтенсивністю процесів взаємодій в при поверхневому шарі повітря.

Ключові слова: репрезентативний вектор, кластер, вагове навантаження, головна компонента, температура повітря, приховані потоки тепла, атмосфера.

Дата першого подання: 27. 09. 2017

Дата надходження остаточної версії: 19. 10. 2017

Дата публікації статті: 30. 11. 2017