

УДК 551.582:551.589

Анализ зимних выносов теплого морского воздуха на западное побережье Татарского пролива

Л.Н. Василевская¹, Е.Ю. Поталова²

¹*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия;*
²*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,*
г. Владивосток, Россия
lubavass@mail.ru

На основе ежедневной разности приземной температуры воздуха в Советской Гавани (северная станция) и Владивостоке (южная станция) за зимние месяцы 1966–2018 гг. исследованы зимние локальные выносы теплого морского воздуха (ЛМВ) на западное побережье Татарского пролива Японского моря. Показано, что ЛМВ наиболее выражены с третьей декады декабря по вторую декаду января; число интенсивных морских выносов в течение 53 лет возрастает в декабре и январе и уменьшается в феврале. При этом продолжительность наиболее интенсивных выносов составляет не менее 3 суток, с перепадами температур между обеими станциями от 4 °С. Типизированы атмосферные процессы, вызывающие ЛМВ, по сходству синоптических ситуаций и термобарического поля. Произведена детальная оценка развития этих процессов, нарушающих целостную картину зимней фазы дальневосточного муссона и широтное распределение температуры воздуха. Показано, что помимо значительного повышения температуры воздуха ЛМВ вызывают аномальное распределение зимних атмосферных осадков на северо-западном побережье Японского моря.

Ключевые слова: климат Дальнего Востока, локальные зимние морские выносы, Советская Гавань, Владивосток, дальневосточный муссон, циклоническая деятельность над дальневосточными морями

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2020-1-6-20>

Analysis of winter warm sea air intrusion to the western coast of the Strait of Tartary

L.N. Vasilevskaya¹, E.Yu. Potalova²

¹*Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia;*
²*V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia*
lubavass@mail.ru

The local intrusions of warm sea air to the western coast of the Tartary Strait (the Sea of Japan) are studied using the daily difference in surface air temperature between Sovetskaya Gavan (northern station) and Vladivostok (southern station) during the winter months of 1966–2018. It is shown that the intrusions are most pronounced from the third ten-day period of December to the second ten-day period of January; the number of intensive sea air intrusions during 53 years increases in December and January and decreases in February. At the same time, the duration of the most intensive intrusions is at least 3 days, with temperature differences between the stations ≥ 4 °C. The atmospheric processes causing the intrusions are typified according to the similarity of synoptic

conditions and the thermobaric field. The detailed assessment of development of these processes disturbing the complete pattern of the Far Eastern monsoon winter phase and the latitudinal distribution of air temperature is provided. It is shown that, in addition to the significant air temperature rise, the warm sea air intrusions cause the abnormal distribution of winter precipitation on the northwestern coast of the Sea of Japan.

Keywords: Far East climate, winter warm sea air intrusions, Sovetskaya Gavan, Vladivostok, Far Eastern monsoon, cyclone activity over the Far Eastern seas

Введение

Зимние атмосферные процессы над Татарским проливом, который относится к северной части Японского моря, являются важнейшей составной частью атмосферной циркуляции над азиатской территорией России. Зимой над материком господствует хорошо выраженный сезонный сибирский антициклон, а над Тихим океаном – алеутская депрессия; это обуславливает устойчивые муссонные потоки, направленные с континента на акваторию дальневосточных морей [7, 13].

Наиболее ярко муссонный характер ветрового режима прослеживается вблизи побережья Японского моря, где ветры летнего и зимнего муссона являются преобладающими. Это в полной мере относится и к Татарскому проливу, который оказывается как бы пограничной зоной между континентальными и морскими центрами действия атмосферы. Морфометрические особенности пролива в совокупности с орографическими особенностями континентальных прибрежных территорий создают здесь своеобразный гидрологический режим, выделяющий Татарский пролив как особый район Японского моря. Например, в Татарском проливе формируется основная масса ледового покрова моря, а ветер стремится принять направление, параллельное берегам; здесь же наблюдается эффект запруживания воздушных масс и т. д. [4].

Особую роль в формировании климатических особенностей региона играют зимние циклоны, которые, неся в себе огромные запасы кинетической энергии, могут не только влиять на теплообмен между океаном и атмосферой [15], но и приводить к изменению характера макроциркуляции в атмосфере [1].

По северной периферии глубоких малоподвижных циклонов, находящихся над юго-западной частью Охотского моря, осуществляется локальный вынос теплого морского воздуха на восточную часть бассейна Амура и северо-западное побережье Татарского пролива, как было отмечено в 60-е годы прошлого столетия дальневосточными метеорологами [13]. Эти циклоны сначала смещаются восточнее Японии к северо-востоку и к северу и интенсивно углубляются, у Курильских островов они замедляются, начинают заполняться и изменяют направление своего движения на северо-западное и западное. В результате происходит нарушение целостной картины зимней фазы дальневосточного муссона [2, 8, 9, 17] и «нормального» широтного распределения зимней температуры на побережье Японского моря, когда температура воздуха, в зимнее время

обычно понижающаяся к северу на 1–1,4 °С на 1° широты [4], на юге становится ниже, чем на севере. Помимо температурного, нарушается влажностный режим зимнего муссона – с морскими выносами связаны обильные осадки, достигающие иногда критерия опасных. Каких-либо исследований зимних локальных морских выносов (ЛМВ) со времени выхода Руководства по краткосрочным прогнозам погоды [13] и его дополненных изданий не проводилось. Между тем в ряде работ, представленных в оценочном докладе Росгидромета по вопросам изменения климата [3], показано, что в последние десятилетия на фоне глобального потепления происходят значимые изменения в циклонической деятельности над дальневосточными морями, которые проявляются, в том числе, в увеличении числа глубоких циклонов, влияющих на погоду Дальнего Востока.

В связи с этим целью данного исследования явилась оценка режима и динамики локальных зимних выносов морского воздуха на западное побережье Татарского пролива. Для этого решался ряд задач: определение случаев локального потепления, их статистическая оценка, анализ межгодовой изменчивости и типизация синоптических условий, вызывающих аномальное распределение температуры воздуха на побережье.

Исходные данные и методы

Локальные зимние выносы в настоящей работе оценивались изначально по нарушению широтного распределения температуры воздуха на северо-западном побережье Японского моря. Для этого определялись разности температур на двух метеорологических станциях: Советская Гавань (северная) и Владивосток (южная), расстояние между которыми составляет около 6° широты (рис. 1). Исходя из этого, температура на станции Советская Гавань должна быть на 6–7 °С ниже, чем во Владивостоке [4]. В табл. 1 приведены нормы для температуры, полученные нами за базовый период, которые подтверждают зональную закономерность ее уменьшения с широтой, но в меньшей степени, чем мы предполагали согласно [4].

Для анализа ЛМВ были выбраны положительные (они же аномальные) разности среднесуточных температур в Советской Гавани и во Владивостоке (ΔT). Локальные морские выносы определялись по критериям, полученным в результате предварительно проведенного статистического анализа температуры воздуха и рассчитанных температурных разностей. На наш взгляд, таковыми являются аномальные разности, превышающие 5 °С и сохраняющиеся не менее двух суток.

Для каждого случая ЛМВ проводился синоптический анализ, который позволил выявить динамику развития атмосферных процессов, вызывающих нарушение зимнего муссонного потока на побережье Татарского пролива. Затем была проведена типизация, в основу которой было положено сходство синоптических ситуаций и термодинамическое состояние

(направление воздушных потоков, адвекция температуры, структура высотного поля) слоя тропосферы до AT_{500} .

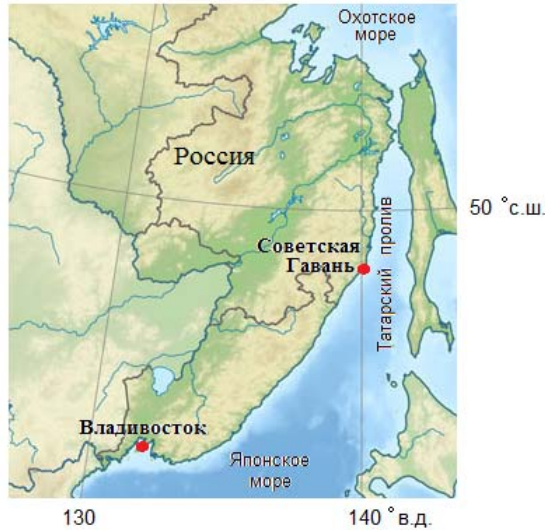


Рис. 1. Метеорологические станции Советская Гавань (49° с. ш.) и Владивосток (43,1° с. ш.).

Fig. 1. The meteorological stations Sovetskaya Gavan (49 N) and Vladivostok (43,1 N).

Таблица 1. Средние месячные значения температуры воздуха и атмосферных осадков на станциях Советская Гавань и Владивосток за базовый период 1981-2010 гг.

Table 1. Mean monthly air temperature and precipitation at Sovetskaya Gavan and Vladivostok stations for the base period 1981–2010

Характеристика	Станция	Декабрь	Январь	Февраль
Температура воздуха, °С	Советская Гавань	-12,6	-15,5	-13,5
	Владивосток	-9,0	-12,3	-8,4
Осадки, мм	Советская Гавань	42,0	33,8	29,9
	Владивосток	20,3	15,2	14,8

Информационной базой для исследования послужили ежедневные данные по среднесуточной приземной температуре воздуха и количеству осадков за зимние месяцы периода 1966–2018 гг., полученные из архива Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных [<http://meteo.ru>], приземные карты погоды и полей абсолютного и относительного геопотенциала (AT_{500} , AT_{700} , AT_{850} , OT_{1000}^{500}) синоптического архива

(Бюллетени Гидрометцентра СССР) [14] кафедры океанологии и гидрометеорологии ДВФУ, архивов карт погоды Японского метеорологического агентства [<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>] и американской службы погоды Национального управления океанологических и атмосферных исследований [<https://www.wpc.ncep.noaa.gov/dwm/dwm.shtml>].

Анализ результатов

Сравнение средних многолетних значений ежедневной температуры воздуха у земли за базовый период (табл. 1) показало, что температура воздуха в Советской Гавани в зимние месяцы ниже, чем во Владивостоке, на 3–5 °С. Изменчивость суточной температуры воздуха (стандартное отклонение) на обеих станциях не превышает 2,5 °С, что не отличается от климатической нормы, представленной в [4] за период 1960–1990 гг. При практически одинаковой сумме годовых осадков (≈ 750 мм) в зимнее время в Советской Гавани их выпадает почти в два раза больше, чем во Владивостоке (табл. 1), что свидетельствует о значительном влиянии морского влажного воздуха на погоду побережья Татарского пролива.

Анализ полученных 398 случаев (независимо от величины и продолжительности) положительных ΔT показал, что чаще всего они отмечаются в декабре-январе, а в феврале они уменьшаются в 1,5 раза (табл. 2). Средняя продолжительность существования аномальных разностей составляет около 2,5–3 сут, а величина средней ΔT находится в пределах 2,5–3,5 °С. Причиной незначительных и кратковременных аномалий может быть, в том числе влияние на температуру атмосферы относительно теплых прибрежных вод Татарского пролива, свободных ото льда. Более значительные по величине и продолжительные ΔT , существующие не менее 2 сут, отмечались в 237 случаях; средняя продолжительность их составила около 4 сут.

Таблица 2. Статистические характеристики периодов локальных морских выносов на побережье Татарского пролива за период 1966–2018 гг.

Table 2. Statistical characteristics of cases of local winter warm sea air intrusion on westcoast of the Strait of Tartary for 1966-2018

Характеристики аномалий	Декабрь		Январь		Февраль	
	общее число	не менее 2 сут	общее число	не менее 2 сут	общее число	не менее 2 сут
Количество случаев	151	83	141	95	106	59
Средняя продолжительность, сут	2,5	3,7	3,1	4,0	2,5	3,8
Средняя разность ΔT , °С	3,1	4,2	3,5	4,1	2,5	3,4
Средняя максимальная разность ΔT , °С	4,5	6,7	5,3	6,7	3,7	5,5

На рис. 2 показан многолетний ход ежедневных ΔT в декабре – феврале. Как видно из рисунка, с начала периода исследования (1966 г.) наблюдается увеличение количества случаев и величины положительных разностей температур, доходящей в отдельных случаях до 10°C и выше (2009, 2010 гг.). Это служит подтверждением упоминавшихся выше крупномасштабных климатических изменений, происходящих в атмосфере северной части Тихого океана [3, 5, 15]. Обращает на себя внимание также то, что чаще всего положительные ΔT отмечаются с третьей декады декабря до второй декады января (рис. 2а, б); для февраля, напротив, более характерны «нормальные» отрицательные значения разностей и меньшие амплитуды ΔT (рис. 2в).

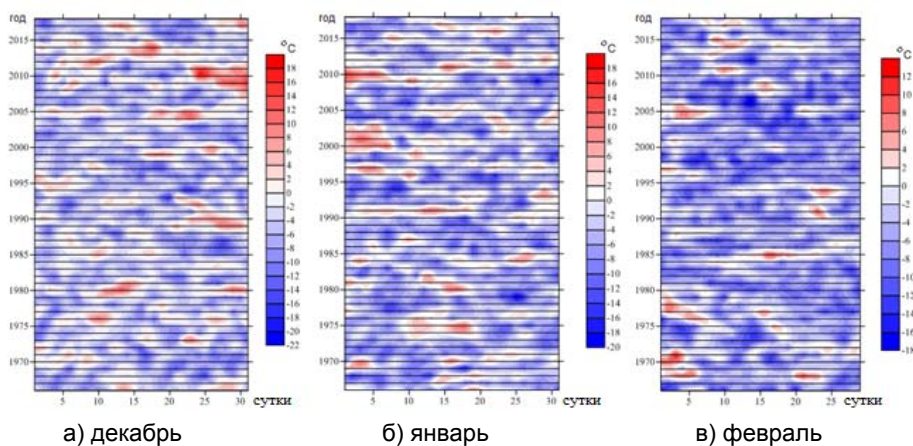


Рис. 2. Временной ход ΔT в зимние месяцы 1966–2018 гг.

Fig. 2. ΔT time series during the winter months 1966–2018.

Чтобы оценить общую картину изменения аномальных разностей температуры между двумя станциями, были получены суммы значений положительных суточных разностей за зимние месяцы исследуемого периода (1966–2018 гг.). Оказалось, что в декабре и январе на фоне значительной межгодовой изменчивости наблюдается положительная динамика в многолетнем ходе суммы положительных ΔT . Та же закономерность выявлена в числе дней и сумме ΔT со значительными разностями (более 5°C). Отметим, что только в декабре выявленный положительный линейный тренд (на 95 % уровне) вышеприведенных характеристик является устойчивым, на что указывают величины коэффициентов детерминации, превышающие пороговое значение, равное 0,07. В феврале наблюдается противоположная картина: в динамике суммы положительных ΔT , количестве дней и сумме градусов значительных разностей преобладает отрицательная, неустойчивая тенденция. Скорее всего, это связано с некоторым уменьшением сезонной циклонической активности над окраинными морями в феврале [2, 5].

Для выполнения основной цели данного исследования (локальные морские выносы) из общего числа случаев аномальных разностей были выделены ситуации, наиболее ярко отражающие смещение теплой морской массы на побережье Татарского пролива. Таковыми, на наш взгляд, являлись периоды значительных аномалий (более 5 °С), существовавшие более 2 сут. Количество их составило 150, из них удалось проанализировать, опираясь на качественный синоптический материал, чуть больше половины – 76 случаев.

В результате детального изучения атмосферных процессов над исследуемой территорией, как в дни осуществления ЛМВ, так и в предшествующий период, была проведена типизация. Основным и достаточным признаком этой типизации явилось сходство синоптических ситуаций у поверхности земли. Под синоптической ситуацией, которая оценивалась визуально, понимается географическое местоположение и интенсивность барических образований, ложбин, гребней и атмосферных фронтов. В качестве дополнительных признаков рассматривались следующие: погодные условия, сопровождающие локальные выносы (направление и скорость ветра, осадки, туманы); совпадение воздушных потоков у земли и на всех изобарических поверхностях, наличие высотной фронтальной зоны, геометрическая конфигурация изогипс, наличие высотной депрессии на АТ₅₀₀, знак адвекции температуры в слое 1000–500 гПа. Таким образом, было выделено 3 типа атмосферных процессов с тремя подтипами. Повторяемость основных типов представлена в табл. 3.

Таблица 3. Повторяемость типов синоптических ситуаций локальных морских выносов

Table 3. Frequency of synoptic situations types of local winter sea air intrusions

Тип I, %	Тип II, %	Тип III, %	Число случаев
Декабрь			28
43	21	35	
Январь			34
38	38	24	
Февраль			14
36	14	50	
Зима			76
39	28	33	

Тип I. Локальный вынос теплого морского воздуха обусловлен глубокими малоподвижными циклонами (давление в центре 955–985 гПа) над юго-западной частью Охотского моря, которые перед этим «подвернули» с районов Курильских островов. При этом у земли наблюдаются

северо-восточные и восточные ветры, зачастую сопровождающиеся адвекцией тепла в средней тропосфере. ЛМВ усиливается при совпадении потоков в тропосфере и наличии очага тепла над Охотским морем. В случае обширного циклона потоки направлены иногда с Берингова моря или северо-западной части Тихого океана (СЗТО). Как правило, потепление на западном побережье Татарского пролива сопровождается похолоданием во Владивостоке, с адвекцией холода и смещением на юг Приморья высотной депрессии (рис. 3).

Подтип Ia. Основные признаки этого подтипа соответствуют типу I, однако, в отличие от него, на юге Приморья отсутствует высотная депрессия.

Подтип Ib. Признаки этого подтипа так же соответствуют типу I, однако, приземные потоки восточного и северо-восточного направления обусловлены частным циклоном над Татарским проливом. Этот вихрь находится в ложбине основного охотоморского, либо берингоморского глубокого циклона.

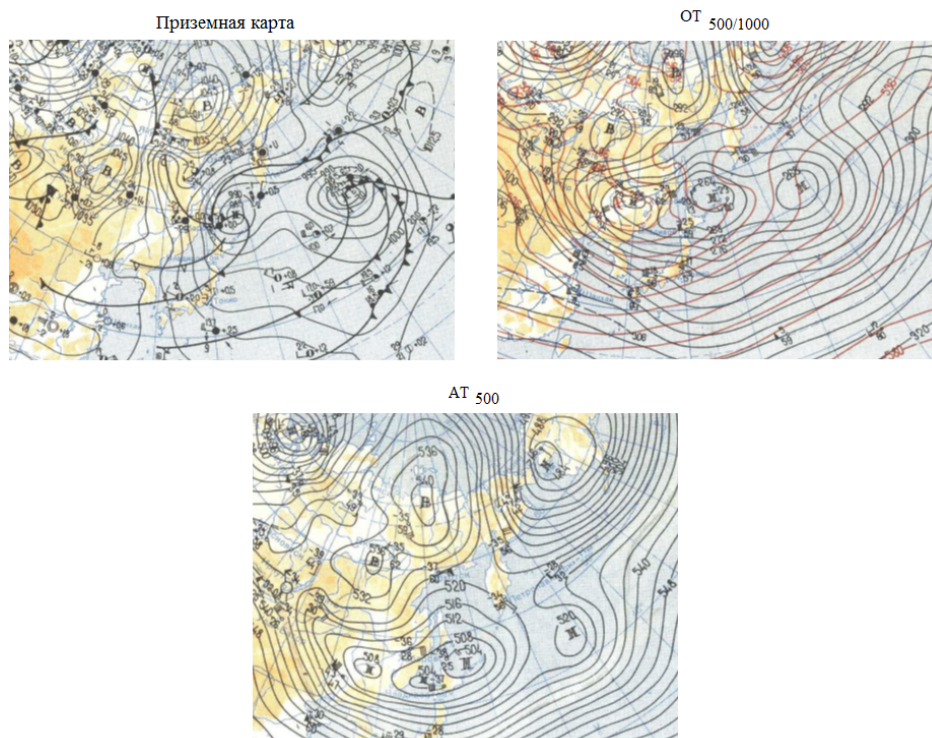


Рис. 3. Карты погоды и барической топографии за 00.16.01.1980 г. (тип I).

Fig. 3. Weather and synoptic maps at 00.16.01.1980 (type I).

Именно этот тип локального морского выноса был выявлен и описан дальневосточными синоптиками [13]. Повторяемость его наиболее велика в начале зимы, а в целом он наблюдается в 39 % случаев (табл. 3).

Тип II. Основные признаки: наличие глубокого циклона восточнее о. Хоккайдо и гребня, направленного от ленско-колымского ядра на Охотское море и СЗТО (рис. 4). Предваряет морской вынос неглубокий малоподвижный циклон над о. Сахалин, в ложбине которого над Японским морем формируется новый циклон, который, в свою очередь, углубляясь, очень медленно смещается на восток. В системе этого глубокого циклона (950–985 гПа) по северной периферии осуществляется мощная адвекция тепла, направленная на западное побережье Татарского пролива, а в тыловой части (юг Приморья) – адвекция холода. К тому же адвекция холода усиливается прохождением холодного атмосферного фронта и наличием высотной депрессии. Повторяемость данного типа наиболее велика в январе, составляя в целом за зиму 28 % случаев (табл. 3).

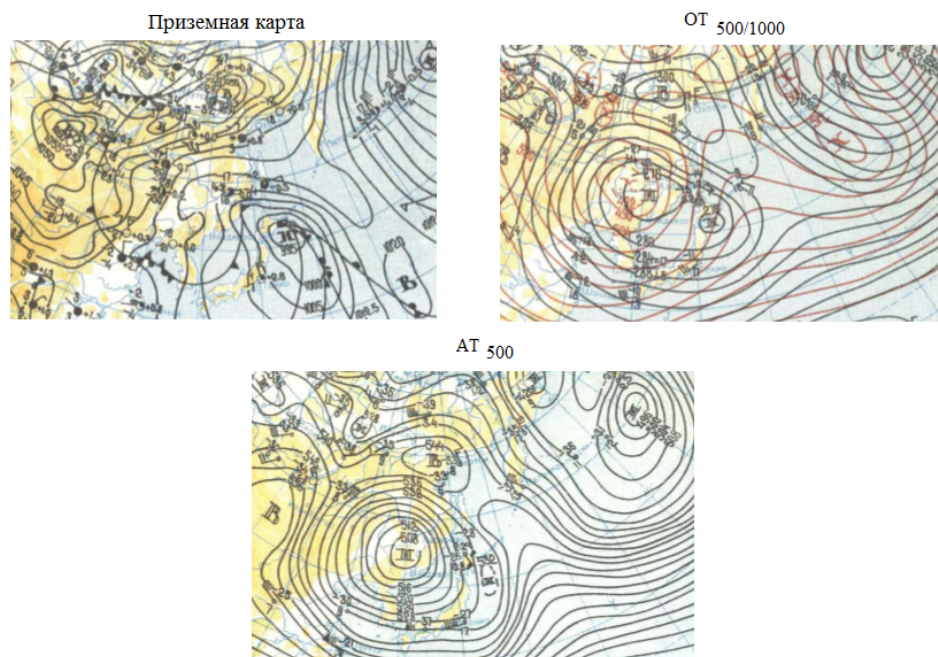


Рис. 4. Карты погоды и барической топографии за 00.17.01.1975 г. (тип II).

Fig. 4. Weather and synoptic maps at 00.17.01.1975 (type II).

Тип III. Потепление на западном побережье Татарского пролива (станция Советская Гавань) обусловлено адвекцией тепла в средней тропосфере и северо-восточными потоками у земли в системе глубоких

циклонов (давление 960–980 гПа), которые могут находиться в курило-камчатском районе или над СЗТО. Направление воздушных потоков у земли и в свободной атмосфере может не совпадать. Одновременно над югом Приморья господствует тыловая часть этих глубоких циклонов с наличием высотной депрессии, тропосферного очага холода, что обуславливает мощную адвекцию холода во Владивостоке (рис. 5). Вторжение холодного воздуха возникает в тылу циклонов синоптического масштаба за холодным фронтом, где впоследствии обычно развивается гребень повышенного давления или антициклон [16]. Как правило, вторжения сопровождаются сильным ветром и распространяются на акваторию Японского моря [11, 12]. Тип III – второй по частоте, 33 % случаев, и чаще всего он наблюдается в феврале (табл. 3).

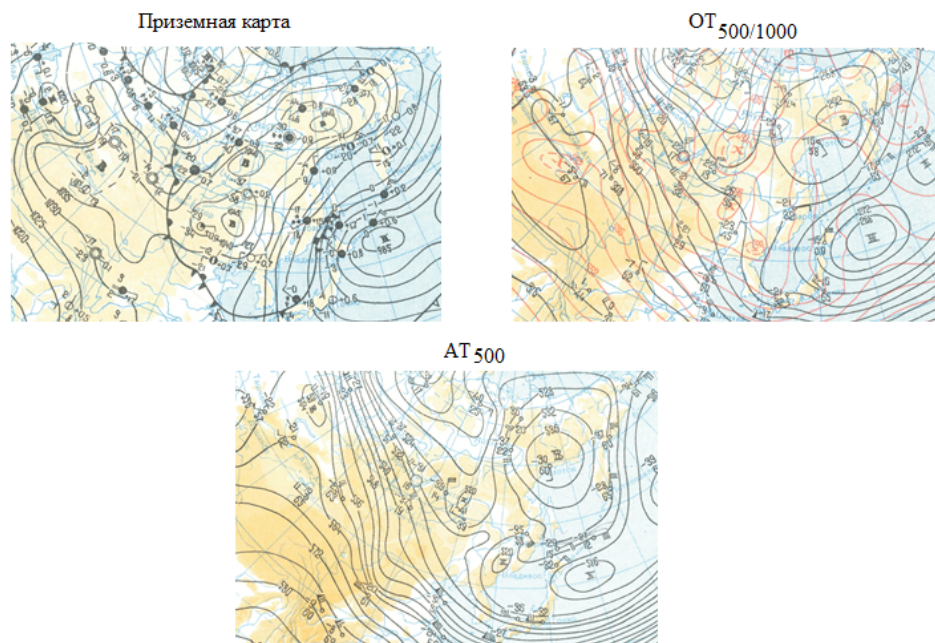


Рис. 5. Карты погоды и барической топографии за 00.29.12.1980 г. (тип III).

Fig. 5. Weather and synoptic maps at 00.29.12.1980 (type III).

Подтип IIIa. Основные признаки этого подтипа соответствуют типу III, отличие состоит в том, что на юге Приморья отсутствует высотная депрессия.

Следует отметить, что наиболее интенсивные ЛМВ (такowymi, на наш взгляд, судя по эмпирическому распределению разностей температур, следует считать случаи ΔT , превышающие 9°C) характерны

для типов I и II атмосферных процессов. Их число составляет 50 и 43 % от общего количества случаев локальных выносов соответственно.

Укажем на то, что изученные нами локальные морские выносы на западную часть Татарского пролива (76 случаев) не приводили к повышению температуры воздуха до положительных значений, хотя в 4 % дней за 1966–2018 гг. в Советской Гавани зимой она поднималась выше нуля градусов.

Практически всегда (в 92 % случаев) аномальные разности сопровождались обильными осадками в Советской Гавани, причем в 36 % случаев осадки превышали 20 мм за один период локального выноса независимо от его продолжительности, что опосредованно указывает на морское происхождение приходящей в этот район воздушной массы. В то же время во Владивостоке лишь в 38 % всех случаев ЛМВ фиксировались очень слабые осадки, количество которых укладывалось в средний диапазон от 0,6 до 6 мм. Полученные результаты согласуются с построенной нами климатограммой для исследуемых пунктов (табл. 1): средние месячные зимние осадки в Советской Гавани в два раза превышают осадки во Владивостоке. Полагаем, что такое превышение связано именно с изучаемыми нами локальными морскими выносами. К примеру, в 15 случаях (из 76) в Советской Гавани количество выпавших за несколько дней осадков превысило месячную норму. Однако с типом III (по сравнению с I и II) связано относительно небольшое количество осадков в Советской Гавани. Действительно, этот тип проявляется преимущественно на фоне интенсивного похолодания во Владивостоке (или над северо-западной частью Японского моря), в то время как над западным побережьем Татарского пролива ЛМВ не столь выражен.

Проблемой холодных вторжений над Японским морем в последнее время активно занимаются сотрудники Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН [11, 12]. Следуя календарю холодных вторжений, составленному М.К. Пичугиным за 2000–2013 гг. [12], в 84 % выделенные нами ситуации ЛМВ за тот же период на побережье Татарского пролива так или иначе совпадали с периодами холодных вторжений арктических воздушных масс на юг Дальнего Востока и экваторию Японского моря. Можно сказать, что глубокие циклоны над СЗТО могут приводить к одновременному выносу теплого влажного воздуха на побережье севера Японского моря и холодного сухого – на его центральную и западную части. Подтверждение этому можно найти также в работах С.Ю. Глебовой [5], М.К. Пичугина и В.И. Пономарева [11, 12], где показано, что, вызывая интенсивную теплоотдачу с поверхности моря, глубокие циклоны могут оказывать «охлаждающее» воздействие на экваторию Японского моря, а следовательно, на температуру воздуха на южном побережье Дальнего Востока (Владивосток).

Несомненно, в разность температур между Советской Гаванью и Владивостоком, которая является основным критерием разработанной

в настоящей работе типизации, существенный вклад вносят процессы льдообразования в Татарском проливе. Ледовый сезон здесь длится с декабря по апрель, и только в отдельные годы небольшие скопления льда сохраняются до начала мая. Небольшая площадь пролива, малая глубина и специфические физико-географические условия обуславливают характерные особенности формирования, трансформации и разрушения ледяного покрова. Преобладание ветров северных румбов над акваторией пролива зимой приводит к постоянному дрейфу льда в южном и юго-западном направлениях, в результате чего происходит увеличение толщины ледового покрова по мере продвижения на юг [13]. В свою очередь, изменчивость ветрового режима, также как температурных условий, связана с межгодовой изменчивостью циклонической деятельности над СЗТО, которая определяется крупномасштабными циркуляционными системами (сибирским антициклоном и алеутской депрессией). Изменчивость циклонической деятельности, выраженная в количестве действующих здесь циклонов, а также их интенсивности в течение последних 20 лет, как показано в [5, 6], приводила к изменениям в ледовитости морей. Причем характер этого изменения зачастую оказывался различным в отдельных частях каждого моря. Например, возрастание интенсивности проходящих циклонов способствовало уменьшению ледовитости Охотского моря и, напротив, увеличению ледовитости Японского моря. При отсутствии льда морская поверхность оказывает тепляющее влияние на побережье, но из-за уменьшения ледовитости Охотского моря и Татарского пролива, особенно выраженного в последние несколько лет, наблюдается устойчивое охлаждение верхнего слоя моря, что, как следствие, может приводить к снижению термических контрастов между сушей и морем в зимнее время с последующими изменениями в циклонической деятельности над Дальним Востоком [5, 6, 10].

Таким образом, детальное исследование физических процессов и механизмов, отвечающих за локальные зимние выносы, требует учета не только синоптической обстановки и всего термодинамического и погодного комплекса, но и гидрологических условий в исследуемом районе.

Заключение

Оценка режима и динамики локальных зимних выносов морского воздуха на западное побережье Татарского пролива проведена по разности средних суточных значений приземной температуры воздуха в Советской Гавани и Владивостоке за зимние месяцы 1966–2018 гг. (398 случаев). Чаще аномальные разности отмечаются в декабре-январе, а в феврале частота их появления и интенсивность уменьшаются в полтора раза. Чаще всего положительные ΔT отмечаются с третьей декады декабря до второй декады января. При этом наблюдается увеличение количества случаев и величины положительных разностей температур, особенно в последние годы, с аномалиями разностей, достигающими до 10°C и выше.

Локальные морские выносы в работе представляют собой аномальные разности температуры воздуха, превышающие 5 °С и сохраняющиеся не менее двух суток (150 случаев), которые как правило сопровождаются обильными осадками в Советской Гавани (в 36 % их количество превышает 20 мм) и продолжаются в среднем около 4 суток. Анализ 76 случаев ЛМВ по основному признаку сходства синоптических ситуаций и термобарических полей позволил провести их типизацию, по которой определено три типа с тремя подтипами. В тип I вошли глубокие циклоны над юго-западной частью Охотского моря; в тип II – глубокие циклоны восточнее о. Хоккайдо, смещение которых блокирует гребень, направленный от ленско-колымского ядра на Охотское море и СЗТО; в тип III – глубокие циклоны, которые могут находиться в курило-камчатском районе или над СЗТО. Проведенная типизация существенно отличается от результатов, полученных сотрудниками дальневосточной гидрометслужбы в 1960-е годы. Аномальное распределение зимних атмосферных осадков (увеличение с юга на север) на северо-западном побережье Японского моря обусловлено в большей мере локальными морскими выносами, которые в каждом пятом случае (типы I и II) сопровождаются выпадением осадков, превышающих месячную норму.

Полученная картина динамики интенсивности и продолжительности аномальных разностей температур между пунктами на северо-западном побережье Японского моря является результатом сложного взаимодействия атмосферы и океана, включающего крупномасштабные атмосферные процессы и процессы льдообразования, и требует дальнейшего исследования.

Работа выполнена в рамках государственного задания Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук, тема № 0271-2019-0011.

Список литературы

1. Багров Н.А., Кондратович К.В., Педь Д.А., Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 248 с.
2. Василевская, Л.Н., Шкаберда О.А., Ламаш Б.Е., Платонова В.А., Кукаренко Е.А. Особенности долгопериодной изменчивости температуры, осадков и сроков наступления второй стадии летнего муссона в заливе Петра Великого // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6 (172). С. 71-82.
3. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. С. 684-734.
4. Гидрология и гидрохимия морей. Т. VIII. Японское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеиздат, 2003. 394 с.
5. Глебова С.Ю. Осенне-зимний циклогенез над Тихим океаном и дальневосточными морями и его влияние на развитие ледовитости // Известия ТИНРО. 2017. Т. 191. С. 147-159. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-191-147-159.
6. Еременко И.В., Дорофеева Д.В., Романюк В.А., Пищальник В.М. Исследование изменений ледовитости Татарского пролива на основе данных дистанционного зондирования Земли // Материалы Международной конференции «Интеркарто/Интергис». 2017. Т. 23, № 3. С. 20-31. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-3-23-20-31.

7. Ильинский О.К., Егорова М.В. Циклоническая деятельность над Охотским морем в холодное полугодие // Труды ДВНИГМИ. 1962. Вып. 14. С. 34-38.
8. Лисогурский Н.И., Петричев А.З. Распространение муссона над Восточной Азией и степень его устойчивости // Метеорология и гидрология. 1980. № 5. С. 54-59.
9. Лисогурский Н.И., Петричев А.З., Котлярова В.С. К вопросу о вертикальной мощности летнего муссона над советским Дальним Востоком // Труды ДВНИГМИ. 1986. Вып. 37. С. 78-86.
10. Ложкин Д.М., Шевченко Г.В. Тренды температуры Охотского моря и прилегающих акваторий по спутниковым данным 1998–2017 гг. // Исследования Земли из космоса. 2019. № 1. С. 55-61. DOI: 10.31857/S0205-96142019155-61.
11. Пичугин М.К., Пономарев В.И. Изменчивость потоков скрытого и явного тепла в северо-западной части Японского моря в холодный период года // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6 (172). С. 22-29.
12. Пичугин М.К. Роль холодных вторжений в теплообмене Японского моря с атмосферой: дисс...канд. геогр. наук: 25.00.28. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2017.
13. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды Часть III. Вып. 4. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 216 с.
14. Синоптический бюллетень. Северное полушарие. Часть I. Обнинск: Гидрометцентр, 1966–1989 гг.
15. Тунеголовец В.П. Циклоническая деятельность над северо-западной частью Тихого океана и дальневосточными морями России // Дальневосточные моря России. Книга 1: Океанологические исследования. М.: Наука, 2007. С. 60-96.
16. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат. 1974. 568 с.
17. Штейнле О.А., Барашкова Н.К., Волкова М.А. Циркуляция атмосферы в Тихоокеанском регионе как фактор современных изменений климата восточных районов России // Вестник ДВО РАН. 2012. № 3 (163). С. 32-41.

References

1. Bagrov N.A., Kondratovich K.V., Ped' D.A., Ugryumov A.I. Dolgosrochnye meteorologicheskie prognozy. Leningrad, Gidrometeoizdat publ., 1985, 248 p. [in Russ.].
2. Vasilevskaya, L.N., Shkaberda O.A., Lamash B.E., Platonova V.A., Kukarenko E.A. Long-period variability of temperature, precipitation and occurrence time of the second stage of summer monsoon around Peter the Great Bay. *Vestnik DVO RAN [Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences]*, 2013, no. 6 (172), pp. 71-82 [in Russ.].
3. Vtoroy ochenochnyy doklad Rosgidrometa ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federacii [Second Roshydromet Assessment Report on Climate Change and its Consequences in Russian Federation]. Moscow, Roshydromet, 2014, pp. 684-734 [in Russ.].
4. Gidrologiya i gidrohimiya morey. Tom. VIII. Yaponskoe more. Vyp. 1. Gidrometeorologicheskie usloviya. Saint Petersburg, Gidrometeoizdat publ., 2003, 394 p. [in Russ.].
5. Glebova S.Y. Fall-winter cyclogenesis over the Pacific Ocean and Far-Eastern Seas and its influence on development of the sea ice. *Izvestiya TINRO*, 2017, vol. 191, pp. 147-159. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-191-147-159 [in Russ.].
6. Eremenko I.V., Dorofeeva D.V., Romanyuk V.A., Pishchal'nik V.M. Issledovanie izmeneniy ledovitosti Tatarskogo proliva na osnove dannyh distancionnogo zondirovaniya Zemli [Research of changes in the ice cover of the Tatar strait based on data of remote sensing of the Earth]. Materialy Mezhdunarodnoy konferencii "Interkarto. Intergis" [Proceedings of the International conference "InterCarto. InterGIS"], 2017, vol. 23, no. 3, pp. 20-31. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-3-23-20-31 [in Russ.].
7. Il'inskiy O.K., Egorova M.V. Ciklonicheskaya deyatelnost' nad Ohotskim morem v hodnoe polugodie. *Trudy DVNIGMI*, 1962, vol. 14, pp. 34-38 [in Russ.].
8. Lisogurskiy N.I., Petrichev A.Z. Rasprostranenie mussona nad Vostochnoy Aziey i stepen' ego ustoychivosti. *Meteorologiya i Gidrologiya [Russ. Meteorol. Hydrol.]*, 1980, no. 5, pp. 54-59 [in Russ.].

9. Lisogurskiy N.I., Petrichev A.Z., Kotlyarova V.S. K voprosu o vertikal'noy moshchnosti letnego mussona nad sovetskim Dal'nim Vostokom. *Trudy DVNIGMI*, 1986, vol. 37, pp. 78-86 [in Russ.].

10. Lozhkin D.M., Shevchenko G.V. Trends in sea surface temperature of the Sea of Okhotsk and adjacent water areas by satellite data in 1998–2017. *Issledovanie Zemli iz kosmosa [Earth Observation and Remote Sensing]* 2019, no. 1, pp. 55-61. DOI: 10.31857/S0205-96142019155-61 [in Russ.].

11. Pichugin M.K., Ponomarev V.I. Variability of sensible and latent heat fluxes over the northwest part of the Sea of Japan in cold season. *Vestnik DVO RAN [Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences]*, 2013, no. 6 (172), pp. 22-29 [in Russ.].

12. Pichugin M.K. Rol' holodnyh vtorzheniy v teploobmene YAponskogo morya s atmosferoy: diss...kand. geogr. nauk: 25.00.28. Vladivostok, TOI DVO RAN, 2017 [in Russ.].

13. Rukovodstvo po kratkosrochnym prognozam pogody Chast' III. Vyp 4. Leningrad, Gidrometeoizdat publ., 1965, 216 p. [in Russ.].

14. Sinopticheskiy byulleten'. Severnoe polusharie. Chast' I. Obninsk, Gidrometcentr, 1966–1989 [in Russ.].

15. Tunegolovec V.P. Ciklonicheskaya deyatelnost' nad severo-zapadnoy chast'yu Tihogo okeana i dal'nevostochnymi moryami Rossii. Dal'nevostochnye morya Rossii. Kn. 1 Okeanologicheskie issledovaniya. Moscow, Nauka publ., 2007, pp. 60-96 [in Russ.].

16. Hromov S.P., Mamontova L.I. Meteorologicheskiy slovar'. Leningrad, Gidrometeoizdat publ., 1974, 568 p. [in Russ.].

17. Shteynle O.A., Barashkova N.K., Volkova M.A. The atmosphere circulation in the Pacific region as a factor of climate changes in the Eastern Russia. *Vestnik DVO RAN [Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences]*, 2012, no. 3 (163), pp. 32-41 [in Russ.].

Поступила в редакцию 28.08.2019 г.

Received by the editor 28.08.2019.