

Среда обитания водных  
биологических ресурсов

УДК 551.515.1

**Особенности весенней (апрель-июнь) циклонической  
деятельности над Азиатско-Тихоокеанским регионом и её  
влияние на термический режим дальневосточных морей  
и отдельных областей Тихого океана в 1995–2018 гг.***С.Ю. Глебова*

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток

E-mail: svetlana.glebova@tinro-center.ru

Рассматриваются особенности весенней циклонической деятельности в отдельных районах Азиатско-Тихоокеанского региона (Японское, Охотское, Берингово моря, Курильский район, северная и северо-западная области Тихого океана). Показано, что на протяжении периода наблюдения (1995–2018) многолетние колебания количества и интенсивности приземных циклонов в выделенных районах чаще всего происходили независимо друг от друга, и оба параметра менялись, в основном, противофазно (при увеличении количества циклонов их интенсивность ослабевала и наоборот). Отмечено, что на рубеже 2000/2010 гг. в районах произошло одновременное сокращение количества циклонов, а их интенсивность увеличилась (в Охотском, Японском морях и Курильском районе — до максимальных значений). В дальнейшем (в течение 2010-х гг.) согласованность в ходе обоих параметров во всех районах сохранялась. Выявляется связь интенсивности циклонов с поверхностной температурой, причём, в Охотском, Беринговом морях, Курильском районе и на севере Тихого океана знак связи положительный, в Японском море и СЗТО — отрицательный. В середине 2010-х гг. в Охотском, Беринговом и Японском морях отмечалось нарушение выявленных закономерностей, причиной чего могли стать крупномасштабные процессы в атмосфере.

**Ключевые слова:** циклоническая активность, интенсивность и повторяемость циклонов, дальневосточные моря, приземное барическое поле, температура воды.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-182-92-103

**ВВЕДЕНИЕ**

Погодно-климатический режим над Азиатско-Тихоокеанским сектором характеризуется большой изменчивостью вследствие особенностей его физико-географического положения, а именно, соседства самого крупного материка с Тихим океаном и расположением на их рубеже трёх

дальневосточных морей: Японского, Охотского и Берингова.

Уникальной чертой региональных атмосферных процессов является существование муссонной циркуляции, для которой характерно межсезонное изменение направленности ветрового переноса, обусловленное, с одной стороны, наличием термических

контрастов «суша-море», а с другой стороны — активной циклонической деятельностью [Хромов, 1983].

В тёплые сезоны года усиливается циклогенез над материком, в области весенне-летнего центра действия атмосферы — дальневосточной депрессии, и в передних секторах циклонов над прибрежными районами формируется южный ветровой перенос. В холодные месяцы года характер барического поля меняется на противоположный: над материком преобладает поле высокого давления (сибирский максимум), а над океаном образуется алеутский минимум. В этот период циклоническая деятельность переносится на океанические и морские районы, и над большей частью региона, включая и дальневосточные моря, начинает преобладать устойчивый северный ветер. Исследование характера влияния зимнего циклогенеза на характер термических особенностей дальневосточных морей в последующие сезоны и даже зимой следующего года уже проводилось автором ранее [Глебова, 2011; 2012; 2013].

Перестройка барического поля и смена муссонов происходит в смежные сезоны. Например, переход от зимнего муссона к летнему начинается весной, чаще всего в апреле [Василевская и др., 2013], когда сибирский максимум разрушается, и на Дальний Восток активно выходят западные циклоны. Характер весенней циклонической деятельности (частота, глубина циклонов, направленность их траекторий) определяет формирование погодно-климатического режима в дальневосточных морях, влияя на интенсивность перемещения воздушных масс и морских течений, сроки начала и скорость разрушения льда, тенденции в поле температуры. Поскольку подобные изменения среды обитания отражаются на состоянии морской биоты, то информация о текущих изменениях в атмосферном режиме может представлять интерес не только для климатологов и океанологов, но и биологов. Настоящая работа посвящена оценке циклонической деятельности и её воздействия на поверхностную температуру в различных районах Азиатско-Тихоокеанского региона

в весенние месяцы (апрель-июнь) периода 1995–2018 гг.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка циклонической деятельности проводилась для района 30–60° с. ш., 130° в. д.— 160° з. д., включающего в себя дальневосточные моря (Японское, Охотское, Берингово), Курильский район, северные и западные области Тихого океана, при помощи таких параметров, как *количество* и *средняя интенсивность* циклонов. Если первый параметр (количество циклонов) является показателем макромасштабной турбулентности, отражающим интенсивность и обмен энергии между океаном и атмосферой, то второй (интенсивность) — характеризует массу воздуха, вовлечённую в циклоническую активность [Тунеголовец, 2007].

Для определения *числа циклонов* для каждого месяца весеннего периода (апрель, май, июнь) составлялись сборные карты траекторий приземных циклонов с использованием ежедневных синоптических карт Японского метеорологического агентства JMA за один срок наблюдений (00<sup>h</sup> по Гринвичу). За циклон принималось устойчивое барическое образование, имеющее хотя бы одну замкнутую изобару. Весь район исследования разбивался на квадраты 5×5°, и далее подсчитывалось число центров циклонов в днях (N), прошедших через каждый квадрат в течение месяца; по картам распределения количества циклонов определялись оси и очаги наибольшей их повторяемости за каждый месяц. Подобная методика расчёта количества циклонов в регионе была предложена В.Ф. Ворониной [Хен, Воронина, 1986].

Затем проводилось поквadratное суммирование числа циклонов для тех районов, которые были выделены для исследования: *Берингово море* (50–65° с. ш., 160° в. д.— 160° з.д.); *Охотское море* (45–60° с. ш., 140–160° в. д.); *Японское море* (35–50° с. ш., 130–145° в. д.); *Курильский район* (40–50° с. ш., 140–160° с. ш.); *северная часть Тихого океана* (40–50° с. ш., 170° в. д.— 170° з. д.) и северо-западные его районы (СЗТО) — *зона действия течения Куроисио*

(30–40° с. ш., 140–160° в. д.). Далее месячные данные суммировались для всего весеннего сезона, и формировались ряды данных за период 1995–2018 гг.

В качестве критерия *интенсивности* использовался индекс циклоничности А.В. Куницына [1956]. Это квадрат числа замкнутых изобар, очерчивающих каждый циклон (на японских синоптических картах изобары проведены через 4 гПа). Такая величина названа им *индексом циклона*, она пропорциональна кинетической энергии массы воздуха, вовлечённой в циклоническую циркуляцию, и позволяет характеризовать циклоническую активность над исследуемой территорией за месяц. Расчёт индекса циклоничности ( $K$ ) производился для тех же квадратов  $5 \times 5^\circ$ , и в случае прохождения через квадрат нескольких циклонов значения  $K$  суммировались. Определение *средней интенсивности* циклонов, проходящих над каждым выделенным квадратом, производилось отношением значений индекса Куницына к количеству циклонов ( $K/N$ ). Подробнее методика расчёта была описана ранее [Глебова, 2018].

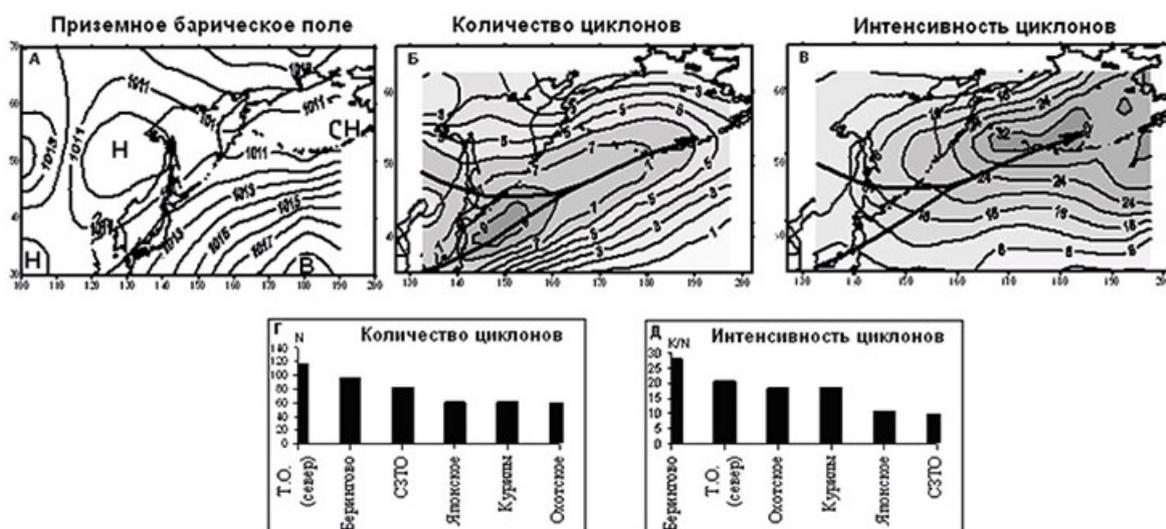
Для оценки термического режима привлекалась информация о поверхностной температуре в этих же районах в июне

[NOAA, 2020]. Данные выборок из этих массивов анализировались с помощью программы ocean&meteo (автор Е.О. Басюк, ФГБНУ ВНИРО («ТИНРО»)).

Для выявления долгопериодных тенденций в многолетнем ходе рассматриваемых показателей (1995–2018) и для лучшей сравнимости результатов все значения осреднялись по 5-летним периодам.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Отличительной особенностью весеннего атмосферного режима в регионе является формирование над материком области низкого давления — дальневосточной депрессии, которая в этот период составляет единую систему с двумя другими депрессиями: алеутской (весной она ещё сохраняется, но значительно ослабевает по сравнению с зимним сезоном) и азиатской (рис. 1 а). В этот же период над Тихим океаном возникает другой сезонный центр действия атмосферы (ЦДА) — северо-тихоокеанский (гавайский) антициклон. При взаимодействии областей высокого и низкого давления образуется зона барических градиентов, охватывающая всю северо-западную часть Тихого океана, и в которой складываются благоприятные условия для развития циклонической деятельности.



**Рис. 1.** Среднеголетние поля пространственного распределения: приземного давления (А), количества (Б) и средней интенсивности (В) циклонов, а также диаграммы климатических показателей повторяемости (Г) и интенсивности (Д) циклонов в разных районах Азиатско-Тихоокеанского региона в апреле-июне

Как показывает рис. 1 б, область наиболее активного циклогенеза находится над СЗТО, где циклоны чаще всего зарождаются либо регенерируют, сюда приходят как южные морские, так и континентальные циклоны. В дальнейшем по периферии океанического гребня циклоны следуют на северо-восток, доходя до южных и восточных районов Берингова моря, фактически до зоны расположения алеутской депрессии, и здесь же максимально углубляются (рис. 1 в).

Цифровое соотношение повторяемости и интенсивности циклонов для выделенных районов иллюстрирует рис. 1 г-д. Наиболее часто циклоны весной проходят над Тихим океаном и Беринговым морем; над Японским, Охотским морями и Курильским районом их повторяемость практически одина-

кова, и почти вдвое меньше по сравнению с «океаническими» циклонами (рис. 1 г). Наибольшей интенсивности атмосферные вихри достигают в северных областях региона — соответственно, в Беринговом море, на севере Тихого океана, в Охотском море и Курильском районе; наиболее слабые циклоны весной проходят над Японским морем и СЗТО (рис. 1 д).

Макроциркуляционные процессы, определяющие развитие циклогенеза в регионе, весьма динамичны, поэтому год от года характер циклонической деятельности в регионе может существенно меняться. Выявляется особенность, характерная практически для всех районов, — количество проходящих над ними циклонов, как правило, обратно их интенсивности: в периоды

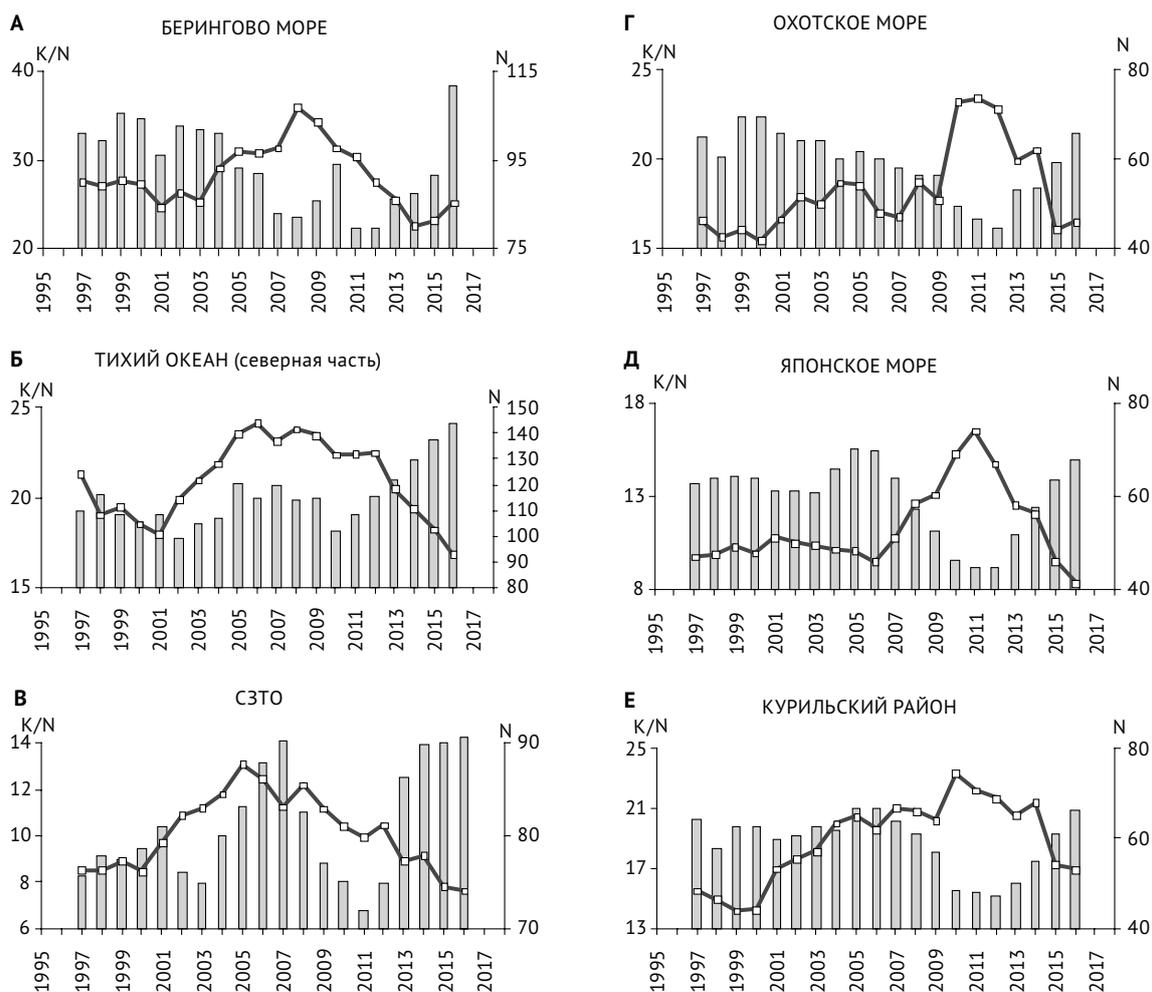


Рис. 2. Межгодовой ход повторяемости (столбцы) и средней интенсивности (кривые линии) весенних циклонов в разных районах Азиатско-Тихоокеанского региона

сокращения числа циклонов их активность возрастает, и, наоборот, в годы высокой повторяемости циклонов они становятся менее глубокими (рис. 2 а-е). В наибольшей степени эта закономерность проявилась в Беринговом, Охотском, Японском морях и Курильском районе, где повторяемость весенних циклонов в период с середины 1990-х и до конца 2000-х, а также в середине 2010-х гг., была высокой, а их интенсивность — на крайне низком уровне. Период выхода «слабых» циклонов в Охотское и Японское моря был затяжным и длился с конца 1990-х до конца 2000-х гг. (рис. 2 г, д), в то время как в Курильском районе активность циклов постоянно возрастала на протяжении нулевых годов (рис. 2 е). Видим, что в середине нулевых годов одновременно с ростом интенсивности «курильских» циклонов их количество также несколько возросло, причём, подобная «исключительная» ситуация в этот же период отмечалась также в СЗТО и на севере Тихого океана (рис. 2 б, в, е).

Отмечается любопытный факт — на рубеже 2000/2010 гг. во всех районах количество циклонов резко сократилось, но при этом в Охотском, Японском морях и Курильском районе глубина циклонов стала максимальной за весь период наблюдения. В других районах (Берингово море, обе зоны Тихого океана) максимум интенсивности циклонов пришёлся на середину нулевых годов, т. е. наступил раньше. Речь может идти о последовательном смещении траекторий наиболее глубоких циклонов с восточных районов (2000-е гг.) в сторону побережья (начало 2010-х гг.). Но уже к середине 2010-х гг. количество весенних циклонов во всех районах синхронно увеличилось, а их интенсивность также повсеместно уменьшилась, достигнув везде (кроме Курильского района) самых низких показателей (рис. 2 а-е).

Проходя над морской поверхностью, атмосферные вихри через ветровое усилие способны оказывать динамическое воздействие на верхний слой воды, создавая в нем сильное возмущение [Потапова и др., 2007; Пермяков и др., 2007] и способствуя, тем самым, формированию определённого термического режима в районах своего следования.

Оказалось, что «отклик» подстилающей поверхности на суммарное воздействие весенних циклонов в разных районах региона может быть не одинаковым. Например, на востоке региона (Берингово море, северная часть Тихого океана), а также в Курильском районе, многолетние колебания интенсивности циклонов весной и ТПО в июне происходили достаточно синхронно (рис. 3 а, б, в), и особенно тесная связь характерна для двух соседствующих районов: север Тихого океана ( $r=0,71$ ) и Курилы ( $k=0,65$ ). Как правило, в периоды роста значений индекса циклоничности температура в районах повышалась, причём, «пик» активизации циклонов и последовавшего потепления в океане наступил раньше, чем на Курилах (соответственно в конце 2000-х и начале 2010-х гг.). Ослабление циклонической деятельности, с одновременным снижением ТПО, в районах происходило дважды: на рубеже 1990/2000-х гг. и в середине десятилетия.

Ранее оценка влияния циклонов на термические особенности в различных районах региона автором уже проводилась, но для более продолжительных отрезков времени, включающих смежные сезоны: осень-зима (октябрь-март) и весна-лето (апрель-сентябрь) [Глебова, 2017; 2018]. Было показано, что в Курильском районе циклоны, проходящие в течение длительных полугодических периодов, способствуют росту сезонной поверхностной температуры (а зимой снижению ледовитости). Следовательно, в формировании конкретно весенних особенностей здесь никаких исключений не обнаружилось. Иной характер связи ранее был выявлен для северной части Тихого океана. Отмечалось, что и зимой, и летом глубокие циклоны вызывали здесь сезонное похолодание вод, в то время как периоды роста ТПО всегда совпадали с периодами ослабления циклонической активности. Произошедшую смену знака связи на положительный весной можно объяснить тем, что в предыдущих исследованиях рассматривался больший по размерам район ( $30-50^\circ$  с. ш.,  $160^\circ$  в. д. —  $160^\circ$  з. д.), который охватывал и южные области океана. Скорее всего, в южных широтах процессы взаимосвязи подстилающей поверхности с проходящими

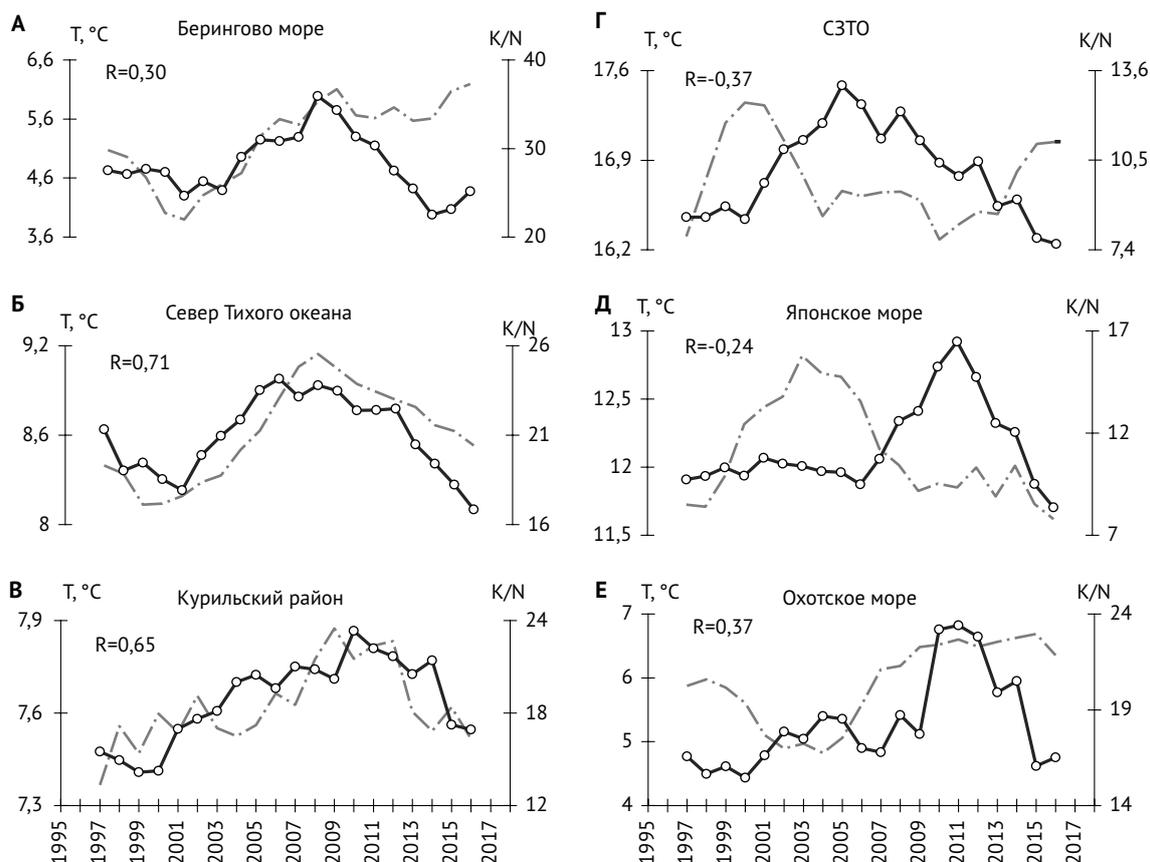


Рис. 3. Межгодовая изменчивость интенсивности циклонов в апреле-июне (—○—) и поверхностной температуры в июне (---) в различных районах Азиатско-Тихоокеанского региона

атмосферными вихрями могут быть несколько иными, поэтому исключение этого района и показало другую картину. Северная область океана ближе всего расположена к Берингову морю, и не случайно то, что характер изменения циклонического и температурного показателей в обоих районах схожий (рис. 3 а-б).

Тем не менее, в берингоморском бассейне выявились и некоторые отличия. Хорошая согласованность индекса циклоничности и ТПО отмечалась до начала 2010-х гг., но уже в последующие годы связь стала нарушаться. В середине этого десятилетия в Берингово море стали приходить самые слабые циклоны, но температура не снижалась, и «тёплый» режим все ещё сохранялся (рис. 3 а). По полученным ранее представлениям, «отепляющим» образом глубокие циклоны воздействуют на поверхность Берингова моря только в холодное время года (осень-зима), а в весенне-летние сезоны, наоборот, они вызывают снижение температуры [Глебова,

2017; 2018]. Следовательно, характер связи, выявленный в Беринговом море для весны, соответствует «осенне-зимней» ситуации.

Чаще всего нарушение связи (при положительной корреляции  $r=0,37$ ) происходило в Охотском море. Например, при низкой циклонической активности, которая отмечалась на бассейне в середине каждого десятилетия, температура не снижалась, а, наоборот, росла (рис. 3 е). Скорее всего, подобная нестабильная ситуация может быть связана с происходящей весной активной перестройкой атмосферных процессов, когда на формирование термических условий в Охотском море могут оказывать действие не только интенсивность, но и природа циклонов. Например, в отдельные годы в весенние месяцы на акваторию моря учащается выход субтропических циклонов, которые не зависимо от интенсивности приносят с собой тёплые воздушные массы и влияют на температурный режим. В течение полугодовых отрезков времени положитель-

ная связь была более устойчивой — и в холодные, и в тёплые сезоны глубокие (слабые) циклоны всегда вызывали, соответственно, сезонное потепление (похолодание) [Глебова, 2017, 2018].

Обратная картина складывалась на юго-западе региона (СЗТО, Японское море), где в отличие от других областей, корреляция между интенсивностью циклонов и поверхностной температурой весной отрицательная (соответственно,  $r = -0,37$  и  $-0,24$ ), и при этом процессы в этих соседствующих районах происходят с разной периодичностью (рис. 3 г, д). У тихоокеанских берегов Японии отмечалось два периода снижения циклонической интенсивности — на рубеже 1990/2000-х и в середине 2010-х гг., и в течение каждого из них температура у берегов Японии повышалась. Активные барические минимумы стали приходить сюда в середине 2000-х гг. и способствовали формированию «холодного» периода, длившегося почти десятилетие (рис. 3 г). Ранее обратный характер связи между циклонами и ТПО в северо-западной части Тихого океана был установлен и для других сезонов [Глебова, 2018], поэтому выявленные закономерности конкретно для весны не изменили общего представления.

В Японском море период низкой циклонической активности продолжался дольше, чем у востока Японии, — с середины 1990-х до середины 2000-х гг., и сопровождался потеплением поверхностных вод (с максимумом в первой половине 2000-х гг., т. е. позже, чем в СЗТО) (рис. 3 д). Позже начался и период активизации циклонов, который пришёлся на начало 2010-х гг., и сопровождался существенным падением температуры, которое продолжалось и в последующие годы, даже на фоне последовавшего значительного ослабления циклонической деятельности. Следовательно, и в этом районе региона отмечено нарушение корреляционной связи. Предыдущие исследования показали, что противофазный характер связи интенсивности циклонов с температурой в япономорском бассейне выявляется только для осенне-зимних сезонов, в то время как для тёплого времени года, наоборот, эта зависимость прямая [Глебова, 2017; 2018]. Следовательно, термический ре-

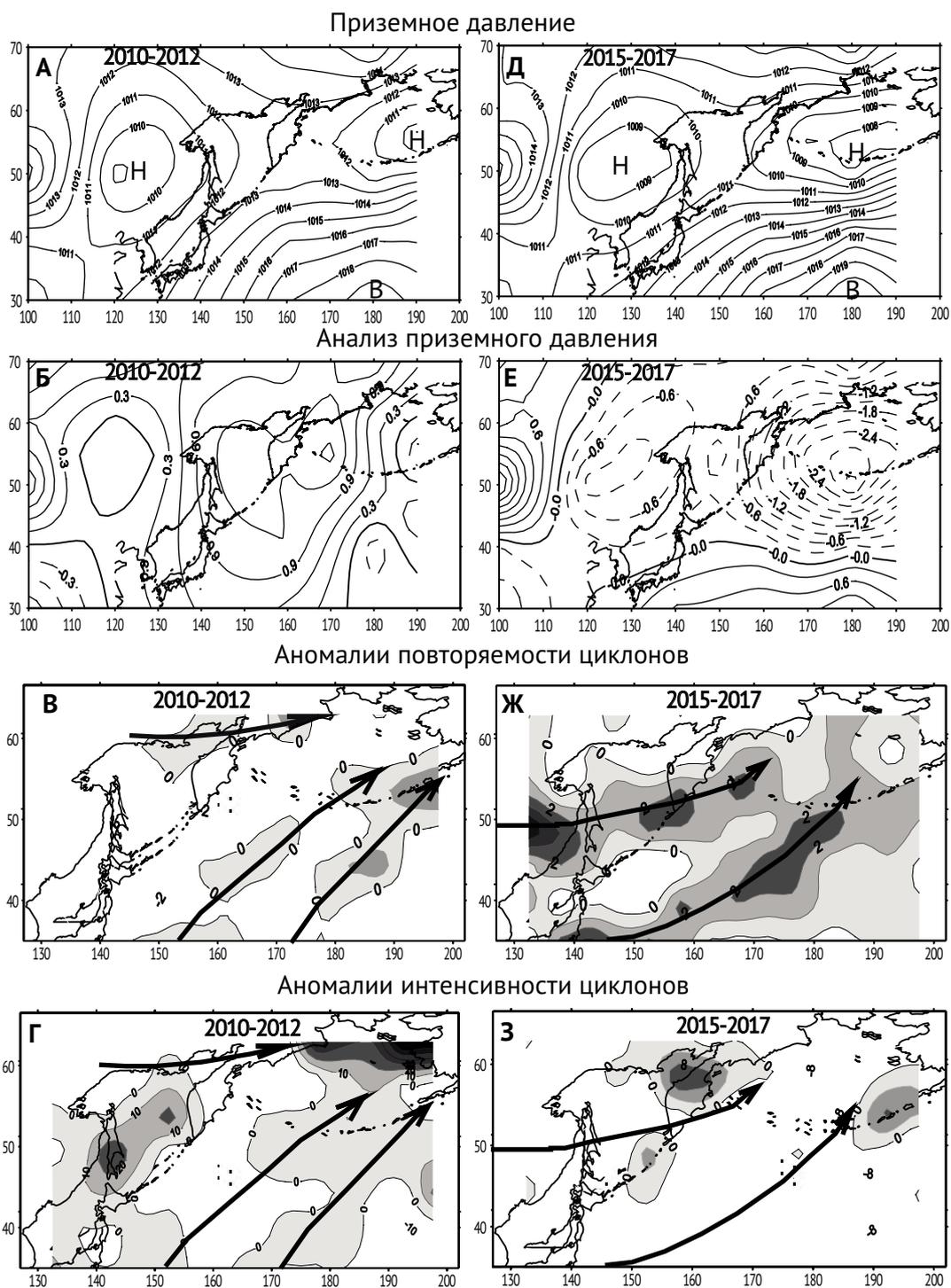
жим в Японском море весной в большей степени формируется по типу «холодных» сезонов, что аналогично ситуации в Беринговом море, где также отмечена межсезонная смена знака связи.

Таким образом, в середине десятых годов (2015–2017) в дальневосточных морях сложились особые условия, когда характер изменения температурного режима переставал соответствовать характеру циклонической деятельности над ними. Так, при крайне низких значениях индекса циклоничности в эти годы поверхностная температура в Охотском и Беринговом морях не снижалась, как этого следовало ожидать, а оставалась высокой (в Беринговом море даже повышалась); в Японском море, наоборот, не повышалась, а продолжала снижаться. Можно предположить, что вероятной причиной этого могли стать крупномасштабные изменения в атмосфере, произошедшие в регионе в тот период.

Для выяснения этого предположения был проведён сравнительный анализ выделенного периода с начальными годами десятилетия (2010–2012), когда и синоптическая, и термическая ситуации были противоположными — на акватории морей поступали наиболее глубокие циклоны, а температурный фон повсеместно (кроме Японского моря и СЗТО) был высоким. Для обоих периодов (2015–2017 и 2010–2012 гг.) были построены карты распределения приземного давления над дальневосточным регионом и его аномалий (рис. 4 а, б, д, е), а также аномалий количества и средней интенсивности циклонов (рис. 4 в, г, ж, з).

Как уже отмечалось выше, в весенние месяцы климатический режим в регионе формируется под воздействием трёх депрессий: дальневосточной и азиатской, составляющих, как правило, единую систему, и ещё активной алеутской депрессии, а также северотихоокеанского (гавайского) антициклона. Все эти центры действия атмосферы хорошо видны на рис. 4 а и 4 д. Тем не менее, синоптические ситуации обоих периодов имели некоторые отличия, и в первую очередь это касалось состояния барических центров.

Так, в начале 2010-х гг. (первый период) интенсивность дальневосточной депрессии была в пределах «нормы», а азиатской — выше



**Рис. 4.** Средние поля (апрель-июнь) приземного давления (а, д) и его аномалий (б, е), аномалий количества (в, ж) и средней интенсивности (г, з) циклонов двух периодов: 2010–2012 (слева) и 2015–2017 гг. (справа)

среднего (соответственно нулевые и отрицательные изобары в области их расположения на рис. 4 б). Алеутская депрессия была ослабленной, о чем свидетельствует обширная

зона положительных аномалий приземного давления, с эпицентром над западными районами Берингова моря и Камчаткой (рис. 4 б). Вероятно, именно этот факт стал причиной

сокращения количества материковых циклонов, приходящих из области депрессий на акватории дальневосточных морей (рис. 4 в). В регион, как правило, приходили либо арктические циклоны, следовавшие над северными районами Охотского моря в сторону Чукотки, либо субтропические циклоны, смещавшиеся над океаном в направлении залива Аляска, и все эти траектории «огибали» зону повышенного давления.

Характерно, что районы, где циклоны достигали наибольшей мощности, находились не в местах их основного следования, а вблизи зон пониженного давления (Татарский пролив и запад Охотского моря, север Берингова моря), расположенных на западной и восточной периферии области положительных аномалий давления (рис. 4 б, в, г). Благодаря глубоким циклонам, в Охотском и Беринговом морях усиливался южный ветровой перенос, активизировалось поступление тёплых воздушных масс, и, как следствие, поверхностная температура в обоих бассейнах (как и на севере Тихого океана и в Курильском районе) повышалась. Японское море и СЗТО оказывались под воздействием преимущественно тыловых ложбин глубоких «охотоморских» циклонов, поэтому над ними господствовали западные и северо-западные ветровые переносы, способствовавшие выхолаживанию водной поверхности и снижению ТПО.

В течение следующего периода (2015–2017 гг.) синоптическая ситуация изменилась. Дальневосточная и алеутская депрессии сместились в направлении друг к другу и усилились (фон давления в их областях стал существенно ниже «нормы») (рис. 4 д, е). Зона отрицательных аномалий давления занимала уже большую часть региона, включая дальневосточные моря, северные районы Тихого океана и побережье (рис. 4 е). Именно в этой зоне проходили траектории атмосферных минимумов: западные циклоны с материка шли по широтным траекториям к Командорским островам, а субтропические смещались в направлении Алеутских островов (рис. 4 ж). Повторяемость циклонов практически повсеместно была выше среднего (за исключением локальных районов на севере Охотского моря и СЗТО), и наиболее ча-

сто они проходили над Татарским проливом, югом Охотского моря и северными районами Тихого океана. Интенсивность циклонов на всей территории региона была крайне низкой, и лишь над небольшими «локальными» районами, приуроченными к зоне максимально низкого давления и расположенными на северо-востоке Охотского и юго-востоке Берингова морей, проходили циклоны повышенной активности (рис. 4 д). Можно предположить, что именно под влиянием этих интенсивных циклонов температура в обоих бассейнах не снижалась, а сохранялась на высоком уровне.

В Японском море, наоборот, на фоне ослабления мощности циклонов ожидаемого роста весенней ТПО не происходило. Следует обратить внимание, что в это время на север акватории часто выходили полярно-фронтальные циклоны, которые были неглубокими, но их повторяемость значительно превышала среднемноголетнюю (рис. 4 ж, з). Воздействуя на Японское море своими южными секторами, циклоны способны были ослабить южные муссонные ветры и, как и в предыдущем периоде, вызывать развитие устойчивых западных ветровых переносов, которые и продолжали оказывать охлаждающее воздействие на морскую поверхность.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В весенний сезон в Азиатско-Тихоокеанский регион начинают активно выходить субтропические циклоны, которые, следуя вдоль тылового гребня северотихоокеанского антициклона, смещаются в сторону Берингова моря, где ещё сохраняется влияние алеутской депрессии. Наибольшей глубины циклоны достигают преимущественно над южными районами Берингова моря. На протяжении рассматриваемого периода (1995–2018 гг.) повторяемость и интенсивность циклов в различных районах региона менялись периодически, и, чаще всего, противофазно друг другу: чем больше циклонов приходило в район, тем они, как правило, были слабее (и наоборот).

Во всех выбранных районах изменение параметров циклоничности до конца 2000-х гг. происходило по большей мере независимо

друг от друга, но затем колебания и количества, и интенсивности циклонов стали идти очень согласованно. На рубеже 2000/2010 гг. число барических минимумов повсеместно синхронно снизилось, а их интенсивность увеличилась, достигнув в Японском, Охотском морях и Курильском районе максимальных значений. В середине 2010-х гг. также одновременно во всех областях повторяемость циклонов весной существенно возросла, но сами они стали слабоактивными.

Выявлена связь интенсивности циклонов с термическим состоянием водной поверхности в местах их прохождения, но в разных районах региона характер связи оказался не одинаковым. В Беринговом, Охотском морях, Курильском районе и на севере Тихого океана в периоды выхода весной глубоких атмосферных минимумов температура воды повышалась, а в Японском море и СЗТО, наоборот, снижалась. Во второй половине 2010-х гг. характер выявленных закономерностей в дальневосточных морях нарушился – снижение циклонической активности не вызвало снижения температуры в Охотском и Беринговом морях, а в Японском море её роста.

Сделано предположение, что высокий уровень температуры в Охотском и Беринговом морях в те годы мог сохраняться благодаря эпизодическому выходу глубоких циклонов в отдельные «локальные» районы, расположенные в пределах этих акваторий. Причиной охлаждения япономорских вод названо частое прохождение по северу бассейна полярно-фронтовых циклонов, интенсивность которых была слабой, но их количество значительно превышало «норму». Именно они могли вызвать ослабление южной ветровой циркуляции, и усиление западной, способствующей выхолаживанию вод.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Василевская Л.Н., Шкаберда О.А., Ламаш Б.Е., Платонова В.А., Кукаренко Е.А. 2013. Особенности долгопериодной изменчивости температуры, осадков и сроков наступления второй стадии летнего муссона в районе залива Петра Великого // Вестник ДВО РАН. № 6 (172). С. 71–82.
- Глебова С.Ю. 2011. Характер зимней циклонической деятельности над Азиатско-Тихоокеанским регионом и её влияние на термические условия дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана // Метеорология и гидрология. № 10. С. 35–43.
- Глебова С.Ю. 2012. Зимний циклогенез над океаном как фактор последующих изменений в атмосферном и термическом режиме дальневосточных морей (со сдвигом один год) // Известия ТИНРО. Т. 170. С. 136–150.
- Глебова С.Ю. 2013. Особенности атмосферного режима в осенне-зимние сезоны 2000-х годов и его влияние на термические условия в Японском, Охотском и Беринговом морях // Вопросы промысловой океанологии. Вып. 9. С. 43–61.
- Глебова С.Ю. 2017. Осенне-зимний циклогенез над Тихим океаном и дальневосточными морями и его влияние на развитие ледовитости // Известия ТИНРО. Т. 191. С. 147–159.
- Глебова С.Ю. 2018. Циклоны над Тихим океаном и дальневосточными морями в холодные и теплые сезоны и их влияние на ветровой и термический режим в последний двадцатилетний период // Известия ТИНРО. Т. 193. С. 153–166.
- Куницын А.В. 1956. О количественной характеристике циклонической деятельности // Метеорология и гидрология. № 6. С. 29–30.
- Пермяков М.С., Тархова Т.И., Потапова Е.Ю. 2007. Тропические циклоны северо-западной части Тихого океана и их воздействие на воды морей Дальнего Востока // Дальневосточные моря России. М.: Наука. С. 97–111.
- Потапова Е.Ю., Тархова Т.И., Пермяков М.С. 2007. Некоторые оценки воздействия тропических циклонов на верхний слой Японского и Охотского морей // Метеорология и гидрология. № 7. С. 14–20.
- Тунеголовец В.П. 2007. Циклоническая деятельность над северо-западной частью Тихого океана и дальневосточными морями и оценка её влияния на деятельный слой // Дальневосточные моря России. Кн. 1: Океанологические исследования. М.: Наука. С. 60–96.
- Хен Г.В., Воронина В.Ф. 1986. Межгодовые колебания южной границы холодных шельфовых вод в восточной части Берингова моря в связи с крупномасштабной синоптической изменчивостью // Труды ДВНИГМИ. Вып. 125. С. 10–20.
- Хромов С.П. 1983. Метеорология и гидрология для географических факультетов. Л.: Гидрометеоиздат. 455 с.
- NOAA. Optimum Interpolation (OI) Sea Surface Temperature. Accessible via: <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.noaa.oisst.v2.html>. 20.01.2020.

Поступила в редакцию 11.03.2020 г.  
Принята после рецензии 30.10.2020 г.

**Habitat of aquatic biological resources****Features of spring (April-June) cyclonic activity over the Asia-Pacific Region and its influence on the thermal regime of the Far Eastern Seas and parts of the Pacific Ocean in 1995–2018**

S. Yu. Glebova

Pacific Branch of FSBSI «VNIRO» («TINRO»), Vladivostok, Russia

The features of spring cyclonic activity in certain areas of the Asia-Pacific region (Japan, Okhotsk, Bering Seas, Kuril region, northern and northwestern regions of the Pacific Ocean) are considered. It was shown that during the observation period (1995–2018) long-term fluctuations in the number and intensity of surface cyclones in the selected areas most often occurred independently of each other, and both parameters changed, mainly in antiphase (with an increase in the number of cyclones, their intensity weakened, and vice versa). It is noted that at the turn of 2000/2010 in the all areas the number of cyclones simultaneously decreased, and their intensity increased (in the Sea of Okhotsk, the Sea of Japan and the Kuril region — to maximum values). Subsequently (during the 2010s), the consistency in the course of both parameters in all areas was preserved. The relationship between the intensity of cyclones and surface temperature is revealed, and in the Okhotsk and Bering Seas, the Kuril region and in the north of the Pacific Ocean, the connection sign is positive, in the Sea of Japan and NWTO it is negative. In the mid-2010s in the Okhotsk, Bering and Japanese Seas, a violation of the revealed patterns was noted, which could be caused by large-scale processes in the atmosphere.

**Keywords:** cyclonic activity, cyclone intensity and frequency, Far Eastern Seas, surface baric field, water temperature.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-182-92-103

**REFERENCES**

- Vasilevskaya L.N., Shkaberda O.A., Lamash B.E., Platonova V.A., Kukarenko E.A.* 2013. Osobennosti dolgoperiodnoj izmenchivosti temperatury, osadkov i srokov nastupleniya vtoroj stadii letnego mussona v rajone zaliva Petra Velikogo [Features of the long-term variability of temperature, precipitation, and the timing of the onset of the second stage of the summer monsoon in the vicinity of Peter the Great Bay] // Vestnik DVO RAN. № 6 (172). S. 71–82.
- Glebova S. Yu.* 2011. Kharakter zimnej tsiklonicheskoy deyatelnosti nad Aziatsko-Tikhookeanskim regionom i ee vliyaniye na termicheskiye usloviya dal'nevostochnykh morej i severo-zapadnoj chasti Tikhogo okeana [The nature of winter cyclonic activity over the Asia-Pacific region and its influence on the thermal conditions of the Far Eastern seas and the northwestern Pacific] // Meteorologiya i gidrologiya. № 10. S. 35–43.
- Glebova S. Yu.* 2012. Zimnij tsiklogenez nad okeanom kak faktor posleduyushchih izmenenij v atmosfernom i termicheskom rezhime dal'nevostochnykh morej (so sdvigom odin god) [Winter cyclogenesis over the Ocean as a factor of subsequent changes in the atmospheric and thermal regime of the Far Eastern Seas (with a shift of one year)] // Izvestiya TINRO. T. 170. S. 136–150.
- Glebova S. Yu.* 2013. Osobennosti atmosferного rezhima v osenne-zimnie sezony 2000-h godov i ego vliyanie na termicheskiye usloviya v Yaponskom, Okhotskom i Beringovom moryah [Features of the atmospheric regime in the autumn-winter seasons of the 2000s

- and its effect on thermal conditions in the Japan, Okhotsk and Bering Seas] // *Voprosy promyslovoj okeanologii*. Vyp. 9. S. 43–61.
- Glebova S. Yu.* 2017. Osenne-zimnij tsiklogenez nad Tikhim okeanom i dal'nevostochnymi moryami i ego vliyanie na razvitie ledovitosti [Autumn-winter cyclogenesis over the Pacific Ocean and the Far Eastern Seas and its influence on the development of ice cover] // *Izvestiya TINRO*. T. 191. S. 147–159.
- Glebova S. Yu.* 2018. Tsiklony nad Tihim okeanom i dal'nevostochnymi moryami v holodnye i teplye sezony i ih vliyanie na vetrovoj i termicheskij rezhim v poslednij dvadtsatiletnij period [Cyclones over the Pacific Ocean and the Far Eastern Seas in cold and warm seasons and their impact on the wind and thermal conditions in the last twenty years] // *Izvestiya TINRO*. T. 193. S. 153–166.
- Kunitsyn A. V.* 1956. O kolichestvennoj harakteristike tsiklonicheskoy deyatelnosti [On the quantitative characterization of cyclonic activity] // *Meteorologiya i gidrologiya*. № 6. S. 29–30.
- Permyakov M.S., Tarhova T.I., Potapova E. Yu.* 2007. Tropicheskie tsiklony severo-zapadnoj chasti Tikhogo okeana i ih vozdeystvie na vody morej Dal'nego Vostoka [Tropical cyclones of the northwestern part of the Pacific Ocean and their impact on the waters of the seas of the Far East] // *Dal'nevostochnye morya Rossii*. M.: Nauka. S. 97–111.
- Potapova E. Yu., Tarhova T.I., Permyakov M.S.* 2007. Nekotorye otsenki vozdeystviya tropicheskikh tsiklonov na verhnij sloj Yaponskogo i Okhotskogo morej [Some estimates of the impact of tropical cyclones on the upper layer of the Sea of Japan and Okhotsk] // *Meteorologiya i gidrologiya*. № 7. S. 14–20.
- Tunegolovets V.P.* 2007. Tsiklonicheskaya deyatelnost' nad severo-zapadnoj chast'yu Tikhogo okeana i dal'nevostochnymi moryami i otsenka ee vliyaniya na deyatelnij sloj [Cyclonic activity over the northwestern part of the Pacific Ocean and the Far Eastern seas and assessment of its influence on the active layer] // *Dal'nevostochnye morya Rossii*. Kn.1: Okeanologicheskie issledovaniya. M.: Nauka. S. 60–96.
- Khen G. V., Voronina V.F.* 1986. Mezhdovoye kolebaniya yuzhnoj granitsy holodnyh shel'fovyyh vod v vostochnoj chasti Beringova morya v svyazi s krupnomasshtabnoj sinopticheskoy izmenchivost'yu [Interannual fluctuations of the southern boundary of cold shelf waters in the eastern part of the Bering Sea due to large-scale synoptic variability] // *Trudy DVNIGMI*. Vyp. 125. S. 10–20.
- Khromov S.P.* 1983. Meteorologiya i gidrologiya dlya geograficheskikh fakul'tetov [Meteorology and hydrology for geography faculties]. L.: Gidrometeoizdat. 455 s.
- NOAA. Optimum Interpolation (OI) Sea Surface Temperature. Accessible via: <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.noaa.oisst.v2.html>. 20.01.2020.

#### FIGURE CAPTIONS

**Fig. 1.** Mean annual fields of spatial distribution: surface pressure (A), number (B) and average intensity (B) of cyclones, as well as graphs of climatic indicators of frequency (Γ) and average intensity (Π) of cyclones in different areas of the Asia-Pacific region in April-June

**Fig. 2.** Inter annual repeatability (columns) and average intensity (curved lines) of spring cyclones in different areas of the Asia-Pacific region

**Fig. 3.** Inter annual variability in the intensity of cyclones in April-June (↔) and surface temperature in June (- - -) in the different areas of the Asia-Pacific region

**Fig. 4.** Average fields (April-June) of surface pressure (a, д) and its anomalies (б, e), anomalies in the number (в, ж) and average intensity (г, з) of cyclones of two periods: 2010–2012 (left) and 2015–2017 (right)