

УДК 551.526(571.66)

**О.А. Шкаберда, Л.Н. Василевская\***  
Дальневосточный федеральный университет,  
690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

### **МНОГОЛЕТНЯЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНО- ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА НА ПОЛУОСТРОВЕ КАМЧАТКА**

По данным многолетних наблюдений (1951–2009 гг.) за температурой воздуха и атмосферными осадками на 10 реперных метеорологических станциях Камчатки произведена оценка изменчивости температурно-влажностного режима в различных климатических районах в масштабе годового, сезонного и месячного осреднения. Под сезонами в работе понимаются естественные синоптические сезоны (е.с.с.), состоящие из двух месяцев (предзимье, 1-я половина зимы, 2-я половина зимы, весна, лето, осень). В различных климатических районах Камчатки выявлены экстремально сухие и влажные е.с.с.; засушливые и увлажненные периоды по совместному сочетанию аномалий температуры и осадков (индекс Д.А. Педя — S); относительно влажные и сухие эпохи в динамике изменчивости годовых и сезонных осадков. Показан многолетний ход температуры поверхности океана (ТПО) в реперных районах Охотского и Берингова морей, отражающий тепловое взаимодействие атмосферы и океана в прибрежных районах Камчатки. Выявлено, что на всей исследуемой территории наблюдается процесс потепления, наиболее выраженный в предзимье и во 2-ю половину зимы. Этот процесс менее выражен на юге и севере полуострова (на севере и северо-востоке в 1-ю половину зимы отмечается некоторое похолодание). ТПО в реперных районах прибрежных морей также повышается, несколько медленнее, чем температура воздуха. Наибольшее потепление отмечается в Охотском море в апреле и октябре, Беринговом море — осенью. На севере, западном и северо-восточном побережьях, в долине р. Камчатка и на крайнем юге годовые суммы осадков уменьшаются на восточном побережье и в горном районе, наоборот, увеличиваются.

**Ключевые слова:** естественные синоптические сезоны, циркуляционные эпохи, температура воздуха, температура воды, атмосферные осадки, климатические районы, Камчатка, индекс Педя.

**Shkaberda O.A., Vasilevskaya L.N.** Long-term changes of temperature and humidity regime on Kamchatka Peninsula // *Izv. TINRO.* — 2014. — Vol. 178. — P. 217–233.

Changes of temperature and humidity regime in Kamchatka are estimated on the seasonally and annually averaged data of long-term (1951–2009) monitoring on air temperature and precipitation at 10 meteorological stations (2-months natural synoptic seasons are used for averaging, as pre-winter, early winter, late winter, spring, summer, and autumn). Epochs with extremely dry and humid seasons are detected for certain climatic sub-regions of Kamchatka taking into account both temperature and precipitation anomalies (Pedia index — S). Besides, long-term changes of the sea surface temperature in the coastal areas of the Okhotsk and Bering Seas are determined that reflect thermal interaction between the atmosphere and ocean.

---

\* Шкаберда Ольга Анатольевна, ведущий специалист, e-mail: shkaberda@mail.ru; Василевская Любовь Николаевна, кандидат географических наук, доцент, e-mail: lubavass@mail.ru.  
Shkaberda Olga A., leading specialist, e-mail: shkaberda@mail.ru; Vasilevskaya Lubov N., Ph.D., lecturer, e-mail: lubavass@mail.ru.

The warming trend is revealed for the whole investigated region that is the most expressed in the pre-winter and late winter seasons and the less pronounced in the south and north of the Peninsula (slight cooling is observed in its northern and northeastern areas in early winter). The sea surface has a tendency to warm, too, but slower than the air; the greatest warming trend is observed in the coastal Okhotsk Sea in spring and autumn and in the coastal Bering Sea in autumn. Annual precipitation has opposite changes in different parts of the Peninsula: its volume tends to decrease in the north and the south, on the western and northeastern coasts, and in the Kamchatka River valley but tends to increase in the central mountainous area and on the eastern coast.

**Key words:** natural synoptic season, circulation epoch, air temperature, water temperature, precipitation, Kamchatka, Pedyá index.

## Введение

Климат был и остается фактором не только природным, но и экономическим, а также социальным\*. Производство продовольствия, рыбохозяйственная деятельность, разработка морских и прибрежных ресурсов и многие другие сферы деятельности человека прямо связаны с климатом и его изменениями. Температура воздуха и атмосферные осадки — важные составляющие климата.

В прибрежных водах Камчатки ведется активная рыбохозяйственная деятельность. Важные промысловые объекты — минтай, сельдь, лососевые, донные виды рыб и беспозвоночных. Гидрометеорологические условия оказывают влияние на промысел, во многом определяя степень безопасности мореплавания и эффективности рыбопромысловых операций. Формирование сырьевой базы — основы промысла — также происходит под воздействием гидрометеорологических условий, их изменений и изменчивости, так как они оказывают влияние на характер пространственного распределения объектов промысла, устойчивость промысловых скоплений, их доступность для облова, процессы воспроизводства (скорость созревания икры, начало наступления массового нереста, выживаемость на ранних стадиях развития) и другие экологические и этологические аспекты жизненного цикла биоресурсов.

В летне-осенний период (июль-сентябрь) в устьях рек западной Камчатки ведется промысел лососевых рыб (преимущественно кеты) ставными неводами. В июне-августе в устьях рек от мыса Лопатка до мыса Озерного ставными неводами облавливаются кета, от мыса Озерного до мыса Олюторского — горбуша. Погодно-климатические факторы оказывают влияние на состояние популяции, на подрастающее поколение. Урожайные поколения формируются при благоприятных погодных условиях (Запорожец, Запорожец, 2011). Для нерестилищ важна определенная полноводность рек: водность сильно влияет на выклевание икры и выживаемость на ранних стадиях развития. Уникальная полноводность камчатских рек связана с режимом атмосферных осадков и особенностями рельефа полуострова. Наиболее характерная фаза водного режима рек Камчатского региона — весенне-летнее половодье (начало — май, максимум — в июне), затем следует постепенный спад стока; возможен второй максимум (слабовыраженный) — в октябре. Для всех рек характерно сравнительно устойчивое внутригодовое распределение стока, согласующееся с ходом температуры воздуха весной, а с ходом осадков только осенью. Основной стокоформирующий фактор — тепловой режим приземной атмосферы, определяющий процессы таяния льда и снега\*\*.

Аномалии глобальной и полушарной температуры воздуха и воды, согласно А.В. Бугаеву, О.Б. Тепнину (2011), оказывают влияние на численность азиатских стад горбуши и кеты.

---

\* Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2008. Т. 1. 228 с.

\*\* Отчет о выполнении работ для государственных нужд «Разработка проекта СКИОВО, включая НДВ, бассейна реки Камчатка». Государственный контракт № 17 от 16 мая 2011 г. Екатеринбург: РосНИИВХ, 2012. 241 с.

В водах районов, прилегающих к Камчатке, одним из важнейших является промысел минтая. Доля минтая в общей биомассе рыб эпипелагиали самая высокая — 85 % и выше в западной части Берингова моря (Шунтов и др., 1993). К настоящему времени известны особенности распределения икры минтая у западной Камчатки (Овсянников, 1999), а также некоторые аспекты влияния океанологических условий на формирование нерестовых скоплений и пространственное распределение икры (Figurkin, Ovsyannikov, 1999). Динамика колебаний запасов донных и придонных рыб западнокамчатского шельфа, связанная с изменчивостью урожайности поколений, вызывается в свою очередь рядом биологических и абиотических факторов (Савин и др., 2011). Для наваги в качестве факторов внешней среды, влияющих на урожайность поколений в Охотском море, называются температура воды и соленость (Новикова, 2002).

Анализ научной литературы, посвященной современным исследованиям изменений климата Дальнего Востока и прилегающих акваторий, показал, что, несмотря на определенный прогресс в данной области, больше относящийся к общим закономерностям климатических изменений по обширным территориям и акваториям (Пономарев и др., 2007; Хен и др., 2008, 2012; Шатилина, Анжина, 2008; Глебова и др., 2009; Ustinova, Zuenko, 2011), более детальные работы регионального характера единичны, а для Камчатки современные публикации попросту отсутствуют. Авторы надеются, что данная работа до некоторой степени восполнит этот пробел.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью изучения региональных особенностей, тенденций и колебаний температурно-влажностного режима на территории п-ова Камчатка.

Цель работы — оценка пространственно-временной изменчивости и многолетней динамики температуры воздуха и сумм атмосферных осадков на п-ове Камчатка.

### Материалы и методы

Для исследования изменчивости температурно-влажностного режима на Камчатке привлекались следующие данные: среднемесячная температура воздуха на реперных метеорологических станциях за 1951–2009 гг. и месячные суммы атмосферных осадков с 1956 по 2009 г. (предоставлены Камчатским УГМС). Дополнительно использовались данные о температуре воды на поверхности в прилегающих к Камчатке реперных районах Охотского и Берингова морей (рис. 1) за апрель–декабрь 1950–2009 гг. Эти районы были выбраны для мониторинга в лаборатории промысловой океанографии ТИНРО-центра (Ustinova, Zuenko, 2011; Хен и др., 2012). Расчет средней температуры воды для районов производился по сеточному массиву COBE-collection японского метеорологического агентства JMA в лаборатории промысловой океанографии ТИНРО-центра.

Настоящее исследование проводилось по 6 естественным синоптическим сезонам (е.с.с.). Для каждого е.с.с. свойственна своя географическая локализация и интенсивность тропосферных источников и стоков тепла, свои особенности теплообмена между высокими и низкими широтами, между океаном и континентом (Гирс, Кондратович, 1978). Временные границы наступления и окончания е.с.с. меняются год от года (в пределах от  $\pm 0,5$ – $1,0$  месяца относительно средних многолетних границ). Среднемноголетними, т.е. климатическими, для исследуемой территории считаются следующие временные интервалы е.с.с.: октябрь–ноябрь (предзимье), декабрь–январь (1-я половина зимы), февраль–март (2-я половина зимы), апрель–май (весна), июнь–июль (лето), август–сентябрь (осень)\*.

Метеорологические станции, материалы наблюдений которых использованы в работе, равномерно распределены по территории (рис. 1) и отражают особенности климатических районов Камчатки, выделенных в 1970-е гг. В.И. Кондратьевым (1974). Климат северного района характеризует метеостанция Каменское; западного района — Усть-Хайрюзово, Ича, Соболево; восточного района — Корф, Оссора, Петропавловск, маяк; района долины р/ Камчатка — Долиновка; горного района — станция Начики и

\* Руководство по месячным прогнозам погоды. Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1986.

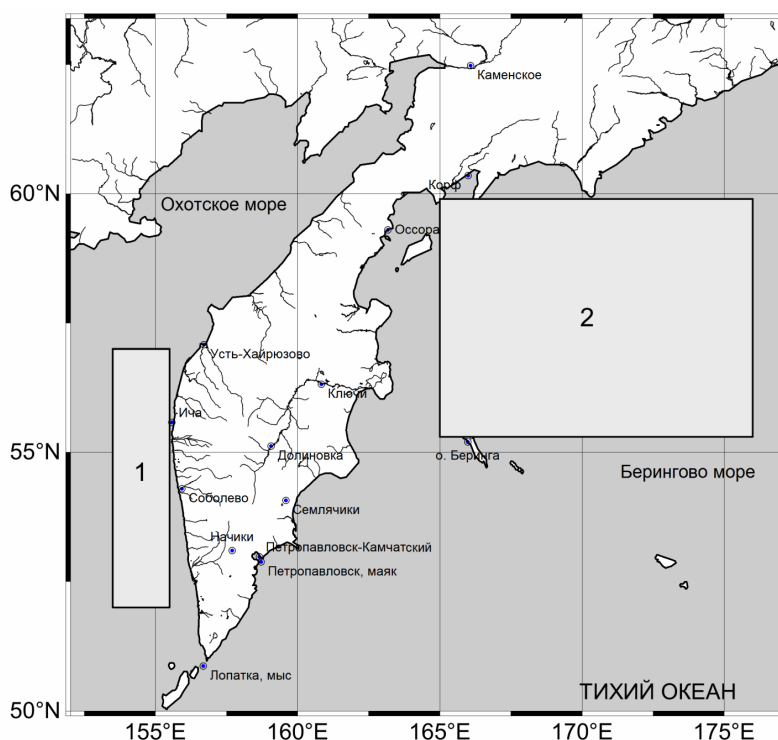


Рис. 1. Местоположение метеорологических станций и реперных районов Охотского (1) и Берингова морей (2)

Fig. 1. Location of meteorological stations in Kamchatka and representative areas in the Okhotsk (1) and Bering (2) Seas

южного района — станция Лопатка, мыс. Практически все метеорологические станции находятся на низменных участках (на высоте от 5 до 40 м), за исключением Долиновки (101 м), Петропавловска, маяк (126 м) и горной станции Начики (317 м).

Оценки изменений температуры воздуха и сумм атмосферных осадков на территории Камчатки получены с использованием дисперсионного, спектрального, корреляционного, тренд-анализа, графических методов с привлечением программ «Excel» и «XLSTAT». Для выявления степени засушливости и увлажненности климата привлекался индекс Д.А. Педя ( $S$ ). Для теплого периода он рассчитывается по формуле:  $S = (\Delta T / \sigma_T - \Delta Q / \sigma_Q)$ , а для зимнего:  $S = (\Delta T / \sigma_T + \Delta Q / \sigma_Q)$ , где  $\Delta T$  — аномалия температуры воздуха,  $\Delta Q$  — аномалия количества осадков,  $\sigma_T$  и  $\sigma_Q$  — стандартные отклонения  $T$  и  $Q$  на станции. Атмосферная засуха формируется при значениях  $S \geq 2$ , а при  $S \leq -2$  условия характеризуются избыточным увлажнением (Педь, 1975).

Периоды преобладания относительно повышенных или пониженных сумм атмосферных осадков зависят от господства определенной циркуляционной эпохи. Под циркуляционной эпохой в настоящей работе понимается период однонаправленного развития атмосферных процессов (от 10 до 30 лет). Каждая из эпох может одновременно рассматриваться как определенная стадия более длительного развития атмосферной циркуляции или как период, в течение которого атмосферная циркуляция изменяется в определенном направлении. Циркуляционные эпохи и их стадии обуславливают длительные тенденции одного знака в изменении ряда характеристик атмосферы и гидросферы (Хромов, Мамонтова, 1974; Гирс, Кондратович, 1978). Для выявления в многолетнем ходе атмосферных осадков границ «сухих» и «влажных» эпох строились графики интегрально-разностных (накопленных аномалий) кривых. Аномалии осадков рассчитывались относительно среднего многолетнего значения сумм осадков, вычисленного по всей длине временного ряда. При интегрировании разностей амплитуды

длинных волн увеличиваются больше, чем коротких, и это позволяет выделить в первую очередь длиннопериодные, низкочастотные колебания (Тудрий, 2007; Чернышева, Платонова, 2009). Временные ряды температуры воздуха и осадков, анализируемые в данной работе, климатологически однородны, поскольку станции являются реперными, а наблюдения за метеорологическими элементами производились с помощью стандартных приборов\*.

Исследуемые выборки температуры воздуха и атмосферных осадков являются представительными для генеральных совокупностей, поскольку относительные стандартные ошибки вычисленных средних значений этих метеорологических элементов не превышают 10 % от величины среднего (Кобышева, Гольберг, 1990). Оценивание временных температурных рядов на близость к нормальному закону распределения (по сходству трех статистик (среднее, медиана, мода), критериям Шапиро-Уилка, Андерсона-Дарлинга, Харке-Бера, Лиллиефорса (Исаев, 1988; Кобышева, Гольберг, 1990)) показало, что распределения месячных, сезонных и годовых временных рядов температуры воздуха за редким исключением близки к нормальному распределению. Исследование временных рядов ежемесячных сумм осадков показало, что в 81 % распределений они близки к нормальному закону распределения. На основании этого к эмпирическим рядам температуры и осадков возможно применение различных параметрических критериев (Фишера, Стьюдента, коэффициента корреляции Браве-Пирсона (Пановский, Браер, 1972)).

Оценка статистической однородности рядов температуры воздуха проводилась с привлечением автокорреляционной функции и статистических критериев согласия Каппа-Фишера, Бартлетта-Колмогорова-Смирнова. Это позволило выявить неоднородность во многих температурных рядах, связанную, скорее всего, с наличием климатического тренда. Некоторые ряды температуры воздуха 1-й половины зимы и осени являются однородными.

В отличие от температурных рядов, ряды годовых сумм осадков являются в основном (за исключением ст. Оссора, Долиновка и Лопатка, мыс) однородными, как показали результаты тестирования по статистическим критериям Фишера, Стьюдента и Крускала-Уоллиса (Гмурман, 2000).

## Результаты и их обсуждение

**Температура воздуха.** Проведенные ранее исследования температурного режима Камчатки (Шкаберда, Василевская, 2013) показали, что средние многолетние годовые температуры воздуха на полуострове за исключением юго-восточного и южного побережья отрицательны. Корреляция между годовыми температурами на исследуемых станциях полуострова высокая ( $r = 0,7-0,9$ ), однако теснота связи между рядами среднемесячных температур несколько уменьшается в теплое время года (май-август), тем не менее она является значимой. Это позволяет вычислить статистически обоснованную среднюю в масштабе Камчатки температуру воздуха по результатам наблюдений на привлекаемых в работе станциях.

По средней температуре 1964, 1953, 1958, 1967 и 1954 гг. были самыми холодными, а самыми теплыми — 2005, 2003, 2008, 1997 и 1996 гг., т.е. теплые годы отмечались после середины 1990-х гг. Это подтверждает происходящий на Камчатке процесс потепления, наиболее ярко выраженный в последние десятилетия. Скорость повышения вычисленной средней по Камчатке температуры воздуха на протяжении последних 60 лет в среднем составила  $0,24\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, причем начиная с 1980-х гг. она увеличилась до  $0,37\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, а внутри этого 30-летнего периода быстрее всего температура повышалась с 1981 по 1990 г. ( $0,60\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет). Интенсивнее всего потеплело на западном, восточном побережьях, в долине р. Камчатка и горном районе ( $1,2-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  за 60 лет) в е.с.с. предзимье и 2-я половина зимы (рис. 2), а на крайнем юге и севере потеплело менее

---

\* Положение о реперных климатических станциях: РД 52.04.720. СПб.: Росгидромет, 2009. 17 с.



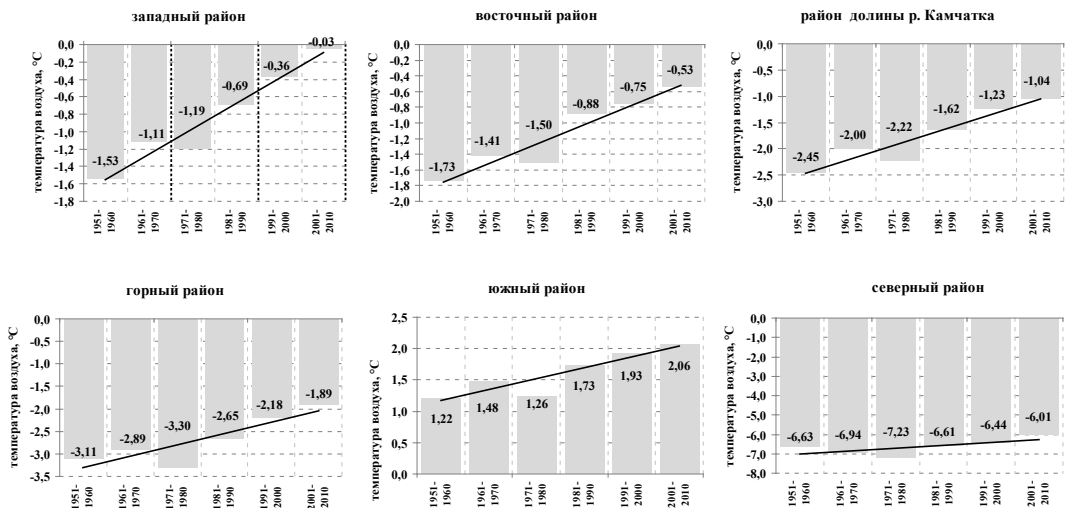


Рис. 2. Изменения декадной температуры воздуха в различных климатических районах Камчатки (Шкаберда, Василевская, 2013)

Fig. 2. Changes of 10-days air temperature, by climatic sub-regions of Kamchatka (from: Шкаберда, Василевская, 2013)

всего (0,6–0,8 °C за 60 лет). В теплое полугодие скорость повышения температуры невелика (от 0,15 до 0,41 °C/10 лет) по сравнению с холодным периодом (0,43–0,99 °C/10 лет). Похолодание отмечается только на крайнем севере и северо-востоке Камчатки в 1-ю половину зимы (Шкаберда, Василевская, 2013).

На фоне потепления отмечается повсеместное уменьшение годовых амплитуд температуры (рис. 3), наиболее выраженное на севере и западном побережье (на 12–16 %), а наименее — во внутренних районах (на 3 %). Этот факт указывает на некоторое уменьшение «континентальности» климата и на возрастающую демпфирующую роль морей, омывающих Камчатку.

Одновременно контраст температур между восточным и западным побережьями на юге полуострова уменьшился на 0,9 °C, что обусловлено большей скоростью повышения температуры воздуха на западном побережье по сравнению с восточным.

Сравнение изменчивости температуры воздуха (для этого привлекалось стандартное отклонение) двух тридцатилетних периодов (1951–1980 и 1981–2009 гг.) показало,

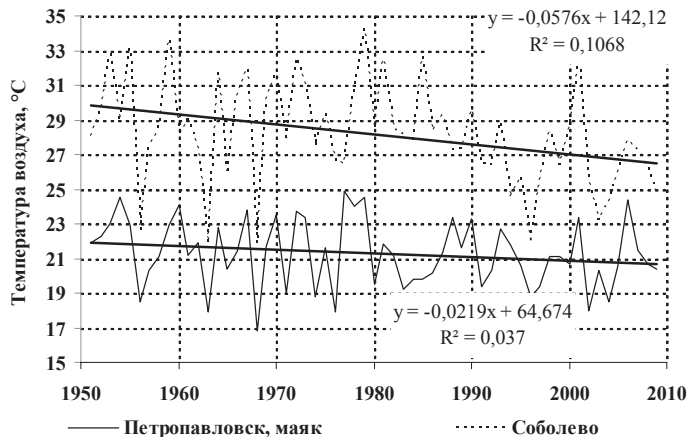


Рис. 3. Изменение годовых амплитуд температуры воздуха на западном (Соболево) и восточном (Петропавловск, маяк) побережьях

Fig. 3. Change of the air temperature annual amplitude on the western coast (Sobolevo) and eastern coast (Petropavlovsk lighthouse) of Kamchatka

что выявленное значительное потепление во 2-ю половину зимы на Камчатке происходит на фоне межгодовой «стабилизации» сезонных температур, а летом и осенью незначительные темпы повышения температуры — на фоне увеличения экстремальности климата. В масштабе годовых температур воздуха произошло уменьшение изменчивости в южной части полуострова, а увеличение — в центральной и северной частях.

Самое интенсивное потепление на исследуемой территории наблюдается в марте и ноябре (0,57 и 0,50 °C/10 лет), оно в 3,0–3,5 раза больше аналогичного для Северного полушария (табл. 1). В декабре и январе темпы повышения температуры значительно ниже средних по полушарию (0,08 по сравнению с 0,14 °C /10 лет).

Таблица 1

Средние темпы потепления климата ( $a$ ) в Северном полушарии, на Камчатке и ошибки их определения ( $\pm m(a)$ ), °C/10 лет

Table 1

Mean rate of air warming ( $a$ ) for the Northern Hemisphere and Kamchatka and its estimation error ( $\pm m(a)$ ), °C/decade

Пространственный масштаб осреднения		Месяц												Всего за год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Северное полушарие (Важнова, 2013)	$a$	0,139	0,161	0,180	0,152	0,129	0,131	0,129	0,129	0,130	0,141	0,145	0,134	0,142
	$\pm m(a)$	0,026	0,027	0,021	0,016	0,012	0,014	0,015	0,016	0,016	0,019	0,021	0,021	0,014
Камчатка	$a$	0,08	0,24	<b>0,57</b>	0,23	0,20	0,24	0,13	0,11	0,13	0,29	<b>0,50</b>	0,07	0,24
	$\pm m(a)$	0,023	0,023	0,018	0,012	0,006	0,007	0,006	0,006	0,007	0,009	0,016	0,018	0,006

*Примечание.* Здесь  $m(a) = \pm \frac{\sigma(t)}{\sigma(\tau)} \sqrt{\frac{1-R^2}{n-2}}$ , где  $R^2$  — коэффициент детерминации;  $\sigma(t)$  и  $\sigma(\tau)$  — стандартные отклонения соответственно температуры воздуха и шкалы времени;  $n$  — объем выборки.

Одновременно с повышением температуры воздуха повышается температура поверхности океана (ТПО) прибрежных морей. Так, средняя за 9 мес (апрель-декабрь) температура воды в реперном районе Охотского моря повысилась на 0,12 °C/10 лет (рис. 4).

Причем наибольшее потепление ТПО наблюдается в апреле (0,30 °C/10 лет) и в октябре (0,21 °C/10 лет). По Г.В. Хену с соавторами (2008), наибольшие темпы потепления в этом районе Охотского моря отмечаются летом (август) и осенью (ноябрь). Несоответствие этих сезонов потепления с нашими результатами обусловлено скорее всего выбором отличных от нашего исследования месяцев при изучении особенностей сезонного изменения ТПО. Заметим, что по исследованиям Е.И. Устиновой с соавто-

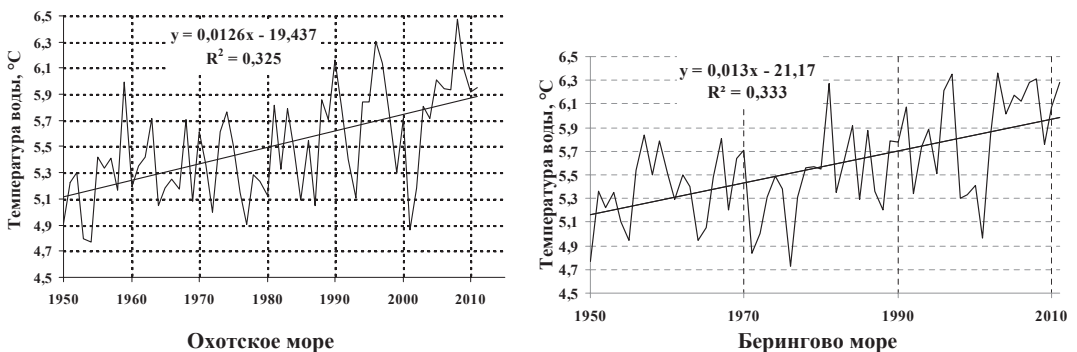


Рис. 4. Многолетний ход средней за апрель-декабрь ТПО в реперных районах Охотского и Берингова морей за 1950–2011 гг.

Fig. 4. Long-term changes of SST averaged for April-December in the representative areas of the Okhotsk and Bering Seas

рами (2008) и нашим 2008 г. был аномально теплым для акватории Охотского моря за последние 60 лет.

Температура воздуха на западном побережье Камчатки и ТПО реперного района Охотского моря взаимосвязаны с апреля по ноябрь, наиболее тесные связи характерны для августа-ноября ( $r = 0,5-0,6$ ). Тепловое влияние Охотского моря сказывается через 1–4 мес на температуре воздуха: в мае (сдвиг 1 мес), июне (сдвиг 2 мес) и октябре (сдвиг 4 мес). В свою очередь по температуре воздуха на западном побережье в июне-августе и октябре возможно предсказание ТПО в реперном районе в последующий месяц ( $r = 0,5-0,6$ ).

Средняя за апрель-декабрь ТПО в реперном районе Берингова моря повышается со скоростью  $0,13\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, причем интенсивнее всего теплеет вода в октябре-декабре ( $0,16-0,22\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет). Г.В. Хен с соавторами (2008) подтверждают, что в этом районе Берингова моря темпы повышения ярче всего выражены осенью (ноябрь). Заметим, что, по исследованиям С.Ю. Глебовой (2011), весной за 1996–2009 гг. ТПО Берингова моря понижается. Это не противоречит нашим результатам, поскольку в течение другого, более длительного периода, который мы исследуем (1951–2009 гг.), весенние ТПО в реперном районе Берингова моря повышаются.

Для межгодовых колебаний сезонных и годовых температур воздуха Камчатки с помощью спектрального анализа выявлены циклы продолжительностью от 2 до 6 и от 12 до 15 лет. Существенный вклад в общую дисперсию дают три основных масштаба изменчивости — 2–3, 6–8 и 12–15 лет (Шкаберда, Василевская, 2013).

**Атмосферные осадки.** Климатическая норма (за 1956–2009 гг.) годового количества осадков на севере полуострова составляет от 400 до 450 мм, на западном побережье она меняется от 550 до 800 мм, на восточном — от 700 до 900 мм (табл. 2).

Таблица 2  
Статистические характеристики годовых сумм атмосферных осадков (1956–2009 гг.)

Statistical parameters of annual precipitation (1956–2009)

Table 2

Станция	Среднее	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Коэффициент эксцесса	Коэффициент асимметрии	Минимум	Максимум	Коэффициент вариации
Каменское	395	388,0	354	105,53	2,97	0,96	180	806	0,27
Усть-Хайрюзово	549	539,0	434	124,89	-0,22	0,47	342	878	0,23
Ича	686	665,0	626	167,46	-0,69	0,24	382	1051	0,24
Соболево	794	793,0	738	130,02	-0,91	-0,21	538	1032	0,16
Корф	441	432,0	371	80,24	-0,24	0,61	306	639	0,18
Оссора	680	680,0	686	132,97	1,11	0,04	291	1043	0,19
Петропавловск, маяк	901	873,0	807	140,65	-0,38	0,33	653	1226	0,16
Долиновка	443	446,0	505	74,16	-0,30	-0,17	284	608	0,17
Начики	900	863,0	852	163,12	-0,48	0,36	568	1263	0,18
Лопатка, мыс	834	832,5	938	209,13	0,91	0,31	335	1476	0,25

Наибольшее количество атмосферных осадков выпадает на наветренных склонах гор и юге полуострова (800–900 мм), а наименьшее — на севере и в долине р. Камчатка (около 400 мм). Стандартное отклонение годовых осадков велико — от 80 до 200 мм, однако коэффициент вариации составляет всего 16–27 %.

Годовой ход осадков различается в разных климатических районах: на севере, западном и юго-восточном побережьях он представлен одним максимумом и одним минимумом, а в остальных районах — хорошо выраженными основным и вторичным максимумами (табл. 3). Следует отметить, что самая значительная амплитуда годового хода (80–100 мм) характеризует режим осадков на западном побережье и в горном районе, а наиболее сглажен годовой ход на севере и северо-восточном побережье (ам-



плитуда составляет около 40 мм). Характерной особенностью для всего полуострова следует считать наличие годового минимума в апреле-мае, что связано с особенностями весенней циркуляции: в это время циклоническая активность над морями ослабевает, а антициклоническая, наоборот, усиливается.

Таблица 3

Годовой ход осадков в различных климатических районах Камчатки

Table 3

Annual variation of precipitation, by climatic sub-regions of Kamchatka

Климатический район	Минимум	Основной максимум	Вторичный максимум
Западное побережье	Февраль-май	Июль-ноябрь	
Юго-восточное побережье	Февраль-май	Июль-ноябрь	
Северный район	Апрель-май	Август	
Северо-восточное побережье	Декабрь и апрель	Сентябрь	Январь
Долина р. Камчатка	Декабрь и апрель	Сентябрь	Январь
Горный и южный районы	Апрель-май, декабрь	Январь	Сентябрь

На большей части территории, за исключением юго-востока полуострова, в теплое полугодие (с апреля по сентябрь) осадков выпадает больше, чем в холодное полугодие (рис. 5). Однако отмечаются годы (от 2 до 4 лет на каждой станции) с превышением суммы осадков холодного полугодия. Эти нарушения наблюдались в середине 1960-х, начале 1970-х, в 1990-е и в 2005–2007 гг. На самом юге, в горном районе и на юго-восточном побережье сумма осадков за холодное полугодие превышает осадки теплое полугодия в 1,2–2,0 раза, это указывает на более активную циклоническую деятельность над юго-востоком полуострова в холодное полугодие по сравнению с теплым.

Обычно значительные аномалии сезонных сумм осадков редко охватывают всю Камчатку. Так, в холодное полугодие экстремально «сухие» е.с.с. ни разу не отмечались одновременно на всем полуострове, лишь во 2-й половине зимы 2000 г. и в предзимье 2002 г. (за исключением юго-восточного побережья) (табл. 4). В теплое полугодие эти совпадения встречались чаще. Так, весна 1984 и 1988 гг., лето 1956 г. и осень 1957 г. были экстремально «сухими» по всему полуострову. Обычно экстремально «сухие» сезоны в определенном климатическом районе не повторяются друг за другом, исключение составил 1957 г. на северо-востоке и 1997 г. в долине р. Камчатка, когда экстремально «сухое» лето сменилось экстремально «сухой» осенью, а также 1984 г. на западе полуострова, когда экстремально «сухая» весна следовала за экстремально «сухой» 2-й половиной зимы. Экстремально низкие годовые суммы осадков одновременно наблюдались на северо-востоке и в долине р. Камчатка в 1985 и 1993 гг.; на западе и северо-востоке в 1988, 1998 и 2009 гг.; на юго-востоке и в долине р. Камчатка в 1992 г.

В холодное полугодие экстремально «влажные» е.с.с. одновременно отмечались редко: во 2-й половине зимы 1966 г. на всей территории полуострова, а в предзимье 2008 г. — на всей кроме западного района (табл. 5).

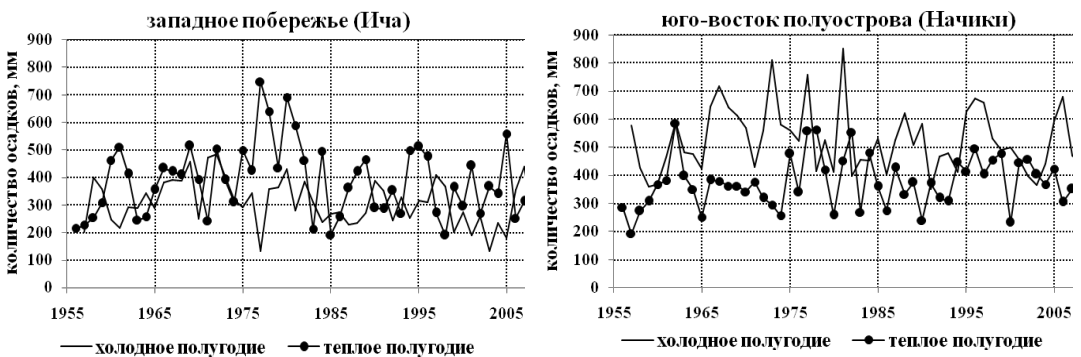


Рис. 5. Межгодовые изменения атмосферных осадков за теплое и холодное полугодия  
Fig. 5. Year-to-year changes of precipitation in the warm and cold halves of year

Таблица 4

Годы экстремально «сухих» естественных синоптических сезонов в климатических районах Камчатки

Table 4

The years with extremely dry seasons, by climatic sub-regions of Kamchatka

Естественный синоптический сезон	Запад	Северо-восток	Юго-восток	Долина р. Камчатка
Предзимье	1959, 1976, 1988, 1991, <b>2002</b>	<b>1977</b> , 1981, 1984, 2001, 2002	1960, 1961, 1977, 1992, <b>2004</b>	1964, 1992, 1997, <b>2002</b> , 2003
1-я половина зимы	1961, 1974, 1985, <b>1999</b> , 2005	1959, <b>1975</b> , 1988, 2006, 2009	1963, 1964, <b>1979</b> , 1987, 1993	1973, 1983, <b>1985</b> , 2006, 2007
2-я половина зимы	1964, 1984, <b>1988</b> , 1994, 2000	<b>1960</b> , 1961, 1993, 1998, 2000	1962, <b>1975</b> , 1978, 1998, 2006	1960, <b>1961</b> , 1987, 2000, 2006
Весна	1974, 1975, <b>1984</b> , 1988, 1996	1979, 1984, <b>1988</b> , 1993, 2005	1968, 1971, 1977, 1984, <b>1988</b>	1957, 1971, 1975, 1984, <b>1988</b>
Лето	1956, 1964, 1983, 1998, <b>2009</b>	<b>1956</b> , 1957, 1970, 1986, 1987	1956, 1980, 1993, 2008, <b>2009</b>	<b>1956</b> , 1981, 1993, 1997, 1998
Осень	1957, 1959, <b>1963</b> , 1971, 1985	<b>1957</b> , 1965, 1986, 1997, 2005	1957, 1961, 1962, 1990, <b>1991</b>	1964, 1992, 1997, <b>2002</b> , 2003
Год	1956, 1988, 1991, 1998, <b>2009</b>	1985, 1986, <b>1988</b> , 1993, 1998	1963, <b>1992</b> , 2000, 2004, 2009	1981, <b>1985</b> , 1992, 1993, 2006

*Примечание.* Здесь и в табл. 5 жирным шрифтом выделены абсолютные экстремумы.

Таблица 5

Годы экстремально «влажных» естественных синоптических сезонов в климатических районах Камчатки

Table 5

The years with extremely humid seasons, by climatic sub-regions of Kamchatka

Естественный синоптический сезон	Запад	Северо-восток	Юго-восток	Долина р. Камчатка
Предзимье	1957, <b>1970</b> , 1979, 1989, 1990	1956, <b>1965</b> , 2007, 2008, 2009	1976, 1981, <b>1995</b> , 2002, 2008	<b>1956</b> , 1965, 1973, 1976, 2008
1-я половина зимы	1968, 1971, 1972, 1978, <b>1982</b>	1957, 1989, 1997, 2005, <b>2008</b>	<b>1956</b> , 1968, 1971, 1996, 2008	1960, 1965, 1968, <b>1996</b> , 2006
2-я половина зимы	1966, 1972, 1976, 1996, <b>2007</b>	<b>1966</b> , 1973, 1990, 1995, 2003	1966, 1972, 1976, 1984, <b>2005</b>	1966, 1970, 1974, <b>2003</b> , 2007
Весна	1959, 1962, 1964, 1972, <b>1987</b>	1956, <b>1962</b> , 1963, 1992, 2009	<b>1962</b> , 1963, 1986, 1990, 1994	1961, 1980, 1983, 1987, <b>1993</b>
Лето	1977, 1978, <b>1984</b> , 1996, 2005	1962, <b>1963</b> , 1984, 1990, 2005	1961, 1962, 1985, 1991, <b>1998</b>	1965, 1978, <b>1980</b> , 1984, 1994
Осень	1960, 1975, <b>1977</b> , 1981, 1982	1969, <b>1977</b> , 1979, 1980, 1984	1975, 1977, 1981, 1986, <b>2003</b>	1969, 1970, 1977, 1979, <b>2005</b>
Год	1966, 1977, <b>1978</b> , 1979, 1996	1963, <b>1966</b> , 1969, 1996, 2008	<b>1976</b> , 1986, 1996, 2005, 2007	1965, <b>1969</b> , 1980, 1996, 2005

В теплое полугодие сезон осени 1977 г. был экстремально «влажным» на всей исследуемой территории; в 1969 и 1979 гг. — на северо-востоке и в долине р. Камчатка; в 1975 и 1981 гг. — на западе и юго-востоке. Экстремально «влажное» лето наблюдалось на всем восточном побережье в 1962 г., а в 1978 г. — на западе и в долине р. Камчатка. Экстремально «влажные» весны отмечались одновременно во всех пунктах восточного побережья в 1963 г., а в 1987 г. — в долине р. Камчатка и на западе.

В отличие от экстремально «сухих» сезонов, экстремально «влажные» чаще следуют один за другим. Всего было отмечено 9 таких ситуаций (в отличие от 2 — для экстремально «сухих»). Эти ситуации показаны в табл. 6. Укажем, что в теплое полугодие такие смены сезонов случались чаще, чем в холодное. Интересно, что в 1972 г. три сезона подряд на западе полуострова отмечалось экстремальное увлажнение (1 и 2-я половина зимы и весна). По совместному сочетанию аномалий температуры воздуха и атмосферных осадков (индекс S) в 84 % случаев в целом по Камчатке летние меся-

цы являются «нормальными». Повторяемости летних засух и месяцев с избыточным увлажнением практически одинаковы и составляют от 7 до 9 %.

Таблица 6

Ситуации смены экстремально «влажных» естественных синоптических сезонов экстремально «влажными»

Table 6

Situations when the extremely humid season is continued by the extremely humid one

Запад	Северо-восток	Юго-восток
1977 — лето-осень	1962 — лето-осень 1963 — весна-лето 2008 — предзимье — 1-я половина зимы	1962 — весна-лето 1981 — предзимье-осень 1986 — лето-осень 2008 — предзимье — 1-я половина зимы

Засушливые месяцы чаще отмечаются в начале лета, чем в конце; максимальная повторяемость засух характерна для юго-восточных районов полуострова. Однако в июне в центральной части западного побережья вероятность засух является максимальной по всему полуострову (13 %). Избыточно увлажненные июни и августы чаще всего наблюдаются на северо-востоке Камчатки (табл. 7).

Таблица 7

Повторяемость показателей засушливости и увлажненности климата летом (индекс S)

Table 7

Frequency of dry and humid conditions (index S) in summer

Станция	Показатель засушливости								
	Засуха	Норма	Избыток увлажнения	Засуха	Норма	Избыток увлажнения	Засуха	Норма	Избыток увлажнения
	Июнь			Июль			Август		
Каменское	5,6	88,9	5,5	7,3	81,5	11,2	5,6	85,2	9,2
Усть-Хайрюзово	3,3	96,3	0,4	7,4	87,1	5,5	5,5	87,1	7,4
Ича	13,0	77,8	9,2	5,5	83,4	11,2	5,6	88,9	5,5
Соболево	7,4	85,2	7,4	7,4	87,1	5,5	7,4	85,2	7,4
Корф	9,3	83,4	7,3	3,7	90,8	5,5	7,4	85,2	7,4
Оссора	9,3	77,8	12,9	7,4	85,2	7,4	5,5	83,4	11,1
Петропавловск, маяк	11,1	83,4	5,5	11,1	79,7	9,2	11,2	81,5	7,3
Долиновка	11,2	81,5	7,3	9,2	85,2	5,6	9,2	85,2	5,6
Начики	7,4	83,4	9,2	13,0	79,7	7,3	7,4	83,4	9,2
Лопатка, мыс	7,4	83,4	9,2	5,5	87,1	7,4	11,1	79,7	9,2

Зимы на Камчатке, согласно рассчитанному индексу S, в основном являются «нормальными», поскольку повторяемость класса «норма» достигает по территории 74–90 %. Следует отметить зимы 1995/1996 и 1996/1997 гг., когда одновременно на всех станциях индекс S был экстремально высок. В эти аномально теплые и влажные зимы аномалии месячных температур достигали 5–9 °С, а осадки составляли 160–240 % относительно нормы (табл. 8).

**Динамика годовых и сезонных сумм атмосферных осадков.** Годовые суммы осадков изменяются на полуострове неоднозначно: на севере, западном и северо-восточном побережьях, в долине р. Камчатка и на крайнем юге наблюдается уменьшение осадков; на восточном побережье и в горном районе, наоборот, отмечается некоторое увеличение (рис. 6).

Выявленные изменения в динамике годовых и сезонных осадков являются неустойчивыми, за исключением тенденций осадков предзимья (на половине станций тренды статистически значимы). На крайнем юге полуострова уменьшение атмосферных осадков устойчиво во все сезоны, за исключением 2-й половины зимы. По-

Повторяемость показателей засушливости и увлажненности климата зимой (индекс S)

Таблица 8

Table 8

Frequency of dry and humid conditions (index S) in winter

Станция	Показатель засушливости								
	Засуха	Норма	Избыток увлажнения	Засуха	Норма	Избыток увлажнения	Засуха	Норма	Избыток увлажнения
	Декабрь			Январь			Февраль		
Каменское	7,4	83,3	9,3	7,4	88,9	3,7	5,6	87,0	7,4
Усть-Хайрюзово	3,7	90,7	5,6	1,9	90,7	7,4	1,9	85,1	13,0
Ича	9,3	81,4	9,3	9,3	83,3	7,4	5,6	85,1	9,3
Соболево	3,7	87,0	9,3	5,6	90,7	3,7	7,4	83,3	9,3
Корф	7,4	83,3	9,3	7,4	88,9	3,7	7,4	83,3	9,3
Оссора	3,7	85,1	11,2	7,4	79,6	13,0	5,6	85,1	9,3
Петропавловск, маяк	3,7	85,1	11,2	11,2	73,9	14,9	9,3	75,8	14,9
Долиновка	7,4	81,4	11,2	1,9	83,2	14,9	9,3	81,4	9,3
Начики	1,9	91,0	7,4	5,6	85,1	9,3	9,3	81,4	9,3
Лопатка, мыс	3,7	87,0	9,3	5,6	85,1	9,3	5,6	90,7	3,7



Рис. 6. Многолетние изменения годового количества осадков

Fig. 6. Long-term changes of annual precipitation

вышение атмосферных осадков отмечается осенью (за исключением северо-востока) и в предзимье (только на юго-востоке), а уменьшение — в остальные е.с.с. (табл. 9).

Таблица 9

Значения критерия Стьюдента ( $t$ ), характеризующие значимость линейных трендов (выделены значимые  $t \geq t_{\text{крит}}$ )

Table 9

Student test values ( $t$ ) characterizing significance of linear trends.

The significant values with  $t \geq t_{\text{кр}}$  are shown in bold

Станция	Естественные синоптические сезоны						
	Предзимье	1-я половина зимы	2-я половина зимы	Весна	Лето	Осень	Год
Каменское	<b>-3,07</b>	-0,22	-1,30	-0,41	0,73	1,14	-1,26
Усть-Хайрюзово	-0,93	<b>-3,40</b>	0,73	-0,97	-0,27	1,36	-0,65
Ича	<b>-2,24</b>	-1,67	0,07	<b>-2,78</b>	-0,72	0,15	-1,99
Соболево	0,16	-0,88	0,85	-1,60	-1,00	<b>2,04</b>	0,19
Корф	-0,46	1,58	-0,54	-1,03	0,41	0,52	0,24
Оссора	-1,57	0,51	-0,98	<b>-2,10</b>	-0,03	-0,42	-1,71
Петропавловск, маяк	<b>2,54</b>	-0,51	-0,17	-0,57	-0,63	1,83	1,18
Долиновка	<b>-2,47</b>	-0,16	-0,66	0,00	-0,81	0,82	-1,13
Начики	0,89	-0,37	-0,82	-1,34	-0,11	<b>2,56</b>	0,57
Лопатка, мыс	<b>-3,39</b>	<b>-3,16</b>	0,18	<b>-2,52</b>	<b>-2,49</b>	<b>-3,98</b>	<b>-6,24</b>

Примечание.  $t_{\text{крит}} = 2,01$ .

Уменьшение годовых осадков на западе, северо-востоке полуострова и в долине р. Камчатка началось с начала 80-х гг. XX столетия, о чем свидетельствуют ветви спада на интегрально-разностных кривых аномалий годовых осадков (рис. 7). На юго-восточном побережье полуострова увеличение годовых осадков четко прослеживается с середины 90-х гг. XX столетия.

Естественный синоптический сезон осени (октябрь–ноябрь), как показано ранее, на западном, юго-восточном побережьях и в долине р. Камчатка характеризуется положительным трендом. Он обусловлен эпохой влажных месяцев, которая началась с середины 1960-х гг. на юго-востоке и в долине р. Камчатка, а с середины 1970-х гг. — на западе полуострова. Однако на фоне этой эпохи наблюдался относительно короткий период «сухих» осеней (в долине это 1980–1987 гг., на западе — 1984–1994 гг., на юго-востоке — 1989–1995 гг.). Отрицательный тренд в динамике осенних осадков на северо-востоке полуострова — результат вклада эпохи «сухих» сезонов, начавшейся с середины 80-х гг. XX столетия (рис. 8).

В динамике осадков сезона предзимье на северо-востоке, западе и в долине р. Камчатка выявлен устойчивый отрицательный тренд. Он обусловлен длительной эпохой «сухих» предзимий на северо-востоке и в долине р. Камчатка с середины 1970-х до середины 2000-х гг. (рис. 9); на западе полуострова — с начала 1980-х гг. по настоящее время (на фоне этой эпохи прослеживался 10-летний период влажных предзимий — с 1988 по 1998 г.).

Для получения картины изменения атмосферных осадков в целом по полуострову было произведено осреднение осадков по годовым и сезонным суммам на исследуемых станциях. Как показал корреляционный анализ, высокие значения коэффициентов корреляции между средними по Камчатке осадками и рядами годовых сумм осадков характерны практически для всех районов. Отметим, что в теплое полугодие средний по территории коэффициент корреляции выше ( $r = 0,65-0,68$ ), чем в холодное ( $r = 0,52-0,54$ ). Это свидетельствует о большей схожести временных рядов осадков в теплое полугодие по сравнению с холодным.

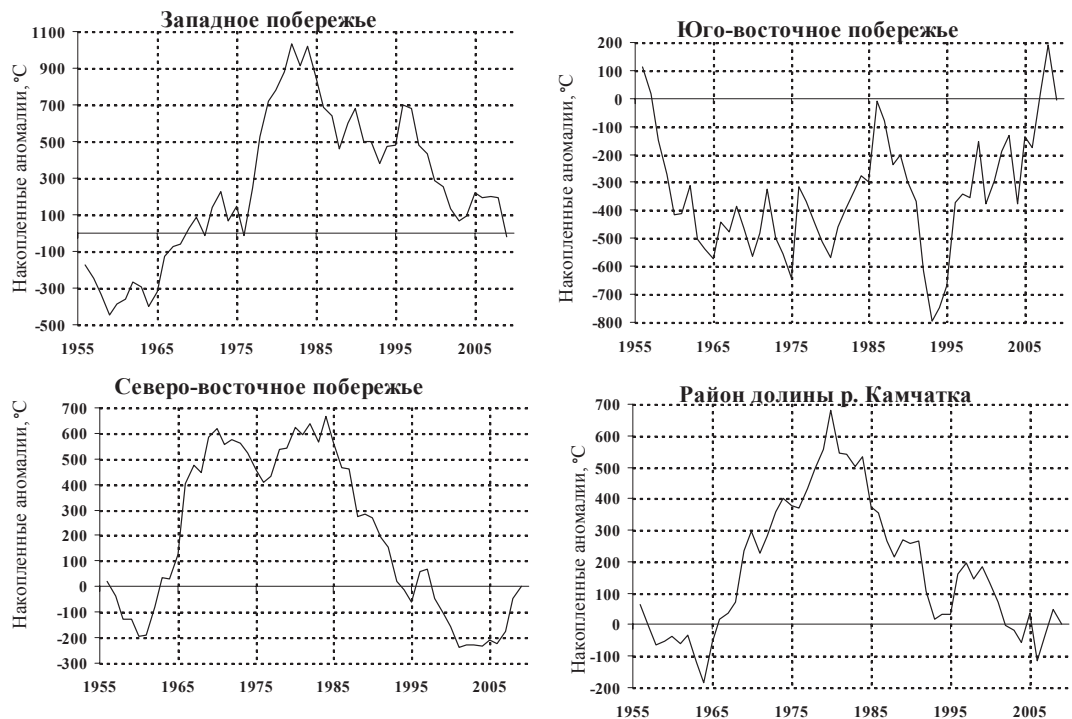


Рис. 7. Интегрально-разностные кривые аномалий годовых осадков за 1956–2009 гг.  
Fig. 7. Integral-differential curves of annual precipitation anomalies for 1956–2009



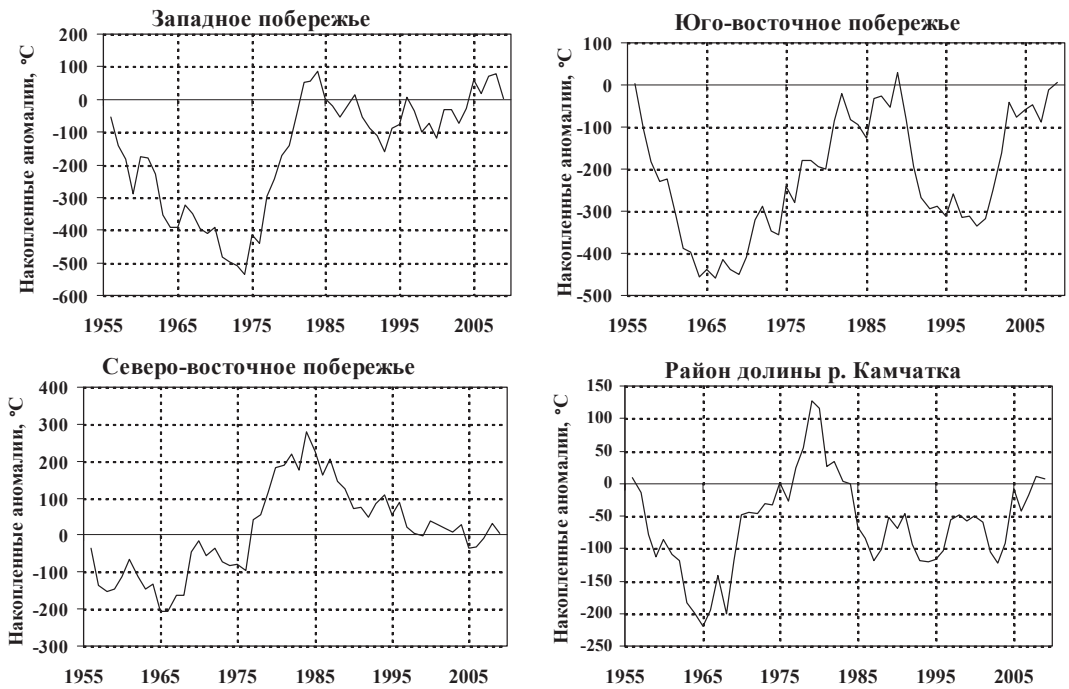


Рис. 8. Интегрально-разностные кривые аномалий атмосферных осадков за естественный синоптический сезон осень

Fig. 8. Integral-differential curves of precipitation anomalies for autumn season

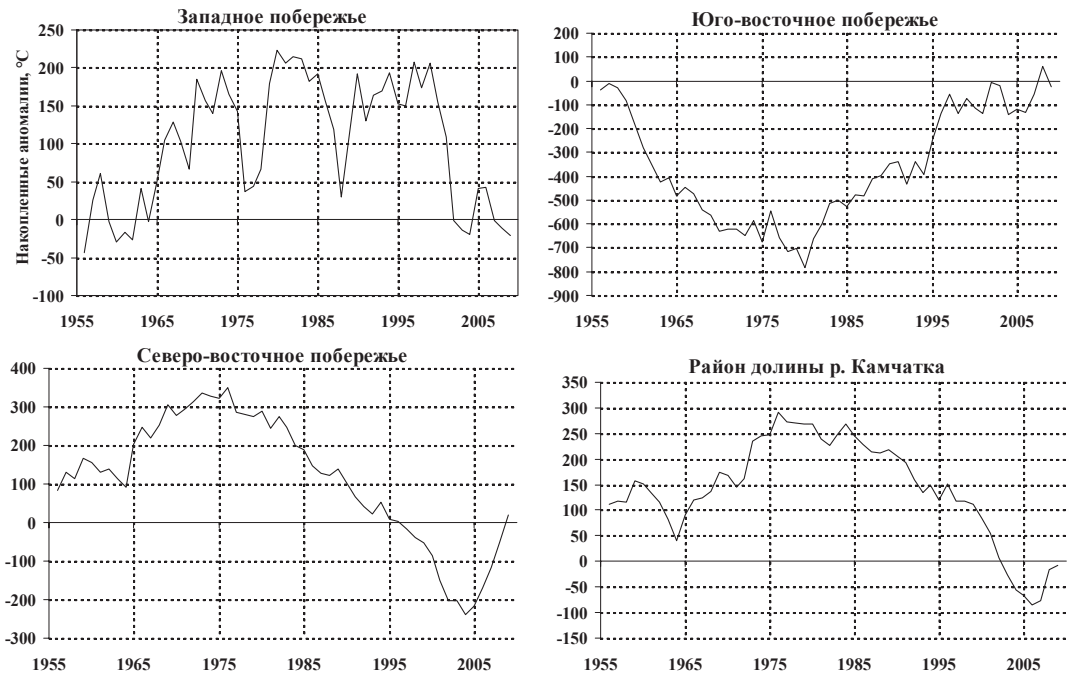


Рис. 9. Интегрально-разностные кривые аномалий атмосферных осадков за естественный синоптический сезон предзимье

Fig. 9. Integral-differential curves of precipitation anomalies for pre-winter season

Многолетняя динамика средних по территории атмосферных осадков характеризуется слабой отрицательной тенденцией. Основной вклад в снижение атмосферных осадков внесли три последних десятилетия, с 1981 по 2009 г. (рис. 10).

Самыми влажными были 1966 и 1996 гг. (839–858 мм), а самыми сухими — 1988 и 1993 гг. (509–515 мм). Следует подчеркнуть, что частота смены экстремально низких осадков экстремально высокими в среднем по полуострову не изменилась в течение исследуемого периода (рис. 10).

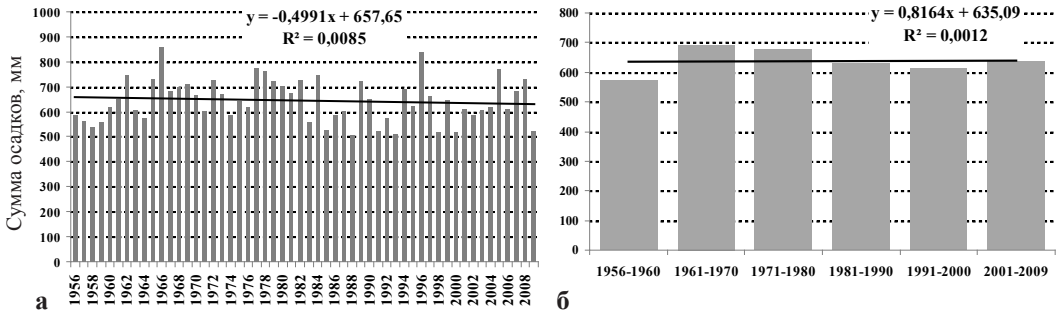


Рис. 10. Многолетняя изменчивость средних по Камчатке годовых сумм осадков: **а** — ежегодные значения осадков; **б** — декадные значения

Fig. 10. Long-term changes of annual precipitation in Kamchatka: **а** — year-to-year; **б** — decade-to-decade

Изменение индекса  $S$ , осредненного за летние месяцы, характеризуется устойчивым повышением засушливости как на западном, так и на восточном побережьях, а также в долине р. Камчатка. Следует отметить, что конец 1970-х гг. на западе и середина 1980-х гг. на востоке полуострова отличаются понижением индекса, что свидетельствует о повышении увлажненности летних месяцев в эти периоды. Тренд в динамике индекса  $S$  в зимние месяцы на всех станциях отсутствует.

### Заключение

Детальное исследование изменчивости температурно-влажностного режима показало, что температура воздуха на Камчатке устойчиво повышается, а суммы атмосферных осадков незначительно понижаются. Однако в различных климатических районах эти изменения проявляются по-разному.

Для западного района характерно самое значительное по сравнению с другими районами потепление, которое наиболее выражено во 2-ю половину зимы (февраль-март). Годовое количество атмосферных осадков характеризуется отрицательной тенденцией, значительнее всего осадки в этом районе понижаются в предзимье и весной, а осенью и во 2-ю половину зимы — незначительно повышаются.

На восточном побережье потепление ярче выражено на северо-востоке (больше в е.с.с. предзимье). Примечательно, что на крайнем северо-востоке (ст. Корф) в 1-ю половину зимы отмечается некоторое похолодание. Повышение годовых сумм осадков характерно для юго-востока, а понижение — для северо-востока. Особенности динамики сезонных осадков таковы: в предзимье (за исключением юго-восточной части), во 2-ю половину зимы и весной осадки уменьшаются, а осенью и в 1-ю половину зимы — увеличиваются.

В горном, южном районах и долине р. Камчатка наибольшее потепление произошло в предзимье и во 2-ю половину зимы. В горном районе небольшое увеличение годовых осадков обусловлено значительным их повышением осенью и в предзимье, а в другие е.с.с. осадки незначительно уменьшились. В долине р. Камчатка и в южном районе годовые суммы атмосферных осадков значимо уменьшились за счет их понижения в предзимье. Южный район выделяется на фоне других районов наибольшим уменьшением как годовых, так и сезонных осадков.

Для северного района полуострова характерно наименьшее по сравнению со всей территорией потепление, при этом в 1-ю половину зимы, как и на северо-востоке, наблюдается похолодание. Годовое количество осадков в этом районе уменьшилось, особенно существенно в предзимье, при этом осенью их количество увеличилось.

Результаты проведенных исследований будут полезны для оценки воздействия меняющегося температурно-влажностного режима на окружающую среду, а также могут быть использованы при составлении долгосрочных прогнозов погоды и гидрометеорологической обстановки в прибрежных районах Камчатки на предстоящий год.

### Список литературы

- Бугаев А.В., Тепнин О.Б.** Оценка влияния некоторых климатических факторов на численность азиатских стад горбуши и кеты // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 166. — С. 67–87.
- Важнова Н.А.** Современные изменения климатических показателей температурно-влажностного режима в Приволжском Федеральном Округе : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Казань, 2013. — 23 с.
- Гирс А.А., Кондратович К.В.** Методы долгосрочных прогнозов погоды : монография. — Л. : Гидрометеоздат, 1978. — 343 с.
- Глебова С.Ю.** Циклоническая деятельность над Азиатско-Тихоокеанским регионом зимой и ее влияние на термические условия дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана // Метеорол. и гидрол. — 2011. — № 11. — С. 35–43.
- Глебова С.Ю., Устинова Е.И., Сорокин Ю.Д.** Долгопериодные тенденции в ходе атмосферных процессов и термического режима дальневосточных морей за последний 30-летний период // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 159. — С. 285–298.
- Гмурман В.Е.** Теория вероятностей и математическая статистика : монография. — М. : Высш. шк., 2000. — 479 с.
- Запорожец Г.В., Запорожец О.М.** Динамика запасов тихоокеанских лососей в бассейнах рек Авачинского залива (восточная Камчатка) в конце XX — начале XXI века // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 166. — С. 3–37.
- Исаев А.А.** Статистика в метеорологии и климатологии : монография. — М. : МГУ, 1988. — 248 с.
- Кобышева Н.В., Гольберг М.А.** Методические указания по статистической обработке метеорологических рядов. — Л. : Гидрометеоздат, 1990. — 84 с.
- Кондратюк В.И.** Климат Камчатки : монография. — М. : Гидрометеоздат, 1974. — 204 с.
- Новикова О.В.** Промысел, распределение и некоторые особенности биологии наваги *Eleginus gracilis Tilesius (Gadidae)* прикамчатских вод // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. — Петропавловск-Камчатский, 2002. — Вып. 6. — С. 120–130.
- Овсянников Е.Е.** Особенности распределения икры минтая у западной Камчатки // Изв. ТИНРО. — 1999. — Т. 126. — С. 246–251.
- Пановский Г.А., Браер Г.В.** Статистические методы в метеорологии : монография. — Л. : Гидрометеоздат, 1972. — 209 с.
- Педь Д.А.** О показателях засухи и избыточного увлажнения // Тр. Гидрометцентра СССР. — 1975. — Вып. 156. — С. 19–39.
- Пономарев В.И., Каплуненко Д.Д., Дмитриева Е.В. и др.** Климатические изменения в северной части Азиатско-Тихоокеанского региона // Дальневосточные моря России. — М. : Наука, 2007. — Кн. 1: Океанологические исследования. — С. 17–48.
- Савин А.Б., Ильинский Е.Н., Асеева Н.Л.** Многолетняя динамика в составе донных и придонных рыб на западнокамчатском шельфе в 1982–2010 гг. // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 166. — С. 149–165.
- Тудрий В.Д.** Методы статистической обработки гидрометеорологической информации : монография. — Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2007. — 162 с.
- Устинова Е.И., Глебова С.Ю., Сорокин Ю.Д.** Гидрометеорологические условия дальневосточных морей и СЗТО в 2008 г. // Вопр. промысл. океанол. — 2008. — Вып. 5, № 2. — С. 48–67.
- Хен Г.В., Басюк Е.О., Устинова Е.И., Фигуркин А.Л.** Изменчивость и современное состояние климата дальневосточных морей // Мат-лы Всерос. науч. конф., посвящ. 80-летию ФГУП «КамчатНИРО». — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2012. — С. 498–508.
- Хен Г.В., Сорокин Ю.Д., Устинова Е.И., Фигуркин А.Л.** Термические условия на поверхности Берингова и Охотского морей в начале 21-го века на фоне полувековой изменчивости // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 153. — С. 254–263.
- Хромов С.П., Мамонтова Л.И.** Метеорологический словарь. — М. : Гидрометеоздат, 1974. — 569 с.

**Чернышева Л.С., Платонова В.А.** Расчёт и интерпретация основных климатических показателей отдельных метеорологических величин : учеб.-метод. пособие. — Владивосток : ДВГУ, 2009. — 88 с.

**Шатилина Т.А., Анжина Г.И.** Особенности атмосферной циркуляции и климата на Дальнем Востоке в начале 21-го века // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 152. — С. 225–239.

**Шкаберда О.А., Василевская Л.Н.** Оценка изменений температуры воздуха на Камчатке за последние 60 лет // Вестн. ДВО РАН. — 2013. — № 3. — С. 69–77.

**Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П.** Минтай в экосистемах дальневосточных морей : монография. — Владивосток : ТИНРО, 1993. — 426 с.

**Figurkin A.L., Ovsyannikov E.E.** Influence of oceanological conditions of the West Kamchatka shelf waters on spawning grounds and on pollock egg distribution // Proc. of the Second PICES Workshop on the Okhotsk Sea and Adjacent Areas. — 1999. — Rep. № 2. — P. 107–114.

**Ustinova E.I., Zuenko Yu.I.** Evaluation of climatic variability in the Far-Eastern Seas using regional data sets and the relationships with large-scale climate processes // PICES Sci. Rep. — 2011. — № 40. — P. 83–97.

*Поступила в редакцию 11.07.14 г.*