

В.Б. БАЗАРОВА*, **М.А. КЛИМИН****, **Т.А. КОПОТЕВА****

*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Радио, 7, Россия, bazarova@tig.dvo.ru

**Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,
680000, Хабаровск, ул. Дикопольцева, 56, Россия, m_klimin@bk.ru kopoteva@ivep.as.khb.ru

ГОЛОЦЕНОВАЯ ДИНАМИКА ВОСТОЧНОАЗИАТСКОГО МУССОНА В НИЖНЕМ ПРИАМУРЬЕ

Реконструирована пространственная и временная динамика муссона на территории Нижнего Приамурья в голоцене. Установлены четыре периода похолодания, сопровождавшихся значительным сокращением атмосферного увлажнения (10 300–10 800, 8000–8300, 4200–4600 и 2500 л. н.). В эти периоды интенсивность летнего муссона была наиболее слабой. Условная северная граница влияния муссона смещалась с 54 до 48° с. ш. Предложены два ретроспективных сценария взаимодействия сезонных центров действия атмосферы, которые влияли на динамику циклонического процесса над южной частью Дальнего Востока в голоцене. Циклоны ослабевали в результате часто повторяющихся длительных периодов роста давления в области летней дальневосточной и азиатской депрессий и понижением давления над Охотским морем, а также смещения в южные широты центра Охотского антициклона, который часто находился в квазистационарном состоянии, блокируя прохождение циклонов до южного побережья Охотского моря. В обоих случаях циклоны вытеснялись в более низкие широты, активизируясь над северными и восточными регионами Китая. Оба сценария могли работать как синхронно, так и метасинхронно.

Ключевые слова: пограничный горизонт, торфяники, летний муссон, центры действия атмосферы, голоцен, Нижнее Приамурье.

V.B. BAZAROVA*, **M.A. KLIMIN****, **T.A. KOPOTEVA****

*Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
690041, Vladivostok, ul. Radio, 7, Russia, bazarova@tig.dvo.ru

**Institute of Water and Ecological problems, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
680000, Khabarovsk, ul. Dikopol'tseva, 56, Russia, m_klimin@bk.ru kopoteva@ivep.as.khb.ru

HOLOCENE DYNAMICS OF THE EAST-ASIAN MONSOON IN THE LOWER AMUR AREA

The spatial and temporal dynamics of monsoon in the Holocene has been reconstructed for the Lower Amur area. Four stages of cooling are determined (10 300–10 800, 8000–8300, 4200–4600 and 2500 yrs. ago). During these periods the intensity of the summer monsoon was weakest. The conventional northern boundary of monsoon influence moved from 54° N to 48° N. Two retrospective scenarios of the interaction versions of interaction of seasonal atmospheric centers are suggested, which had influence on the dynamics of the cyclone process over the southern part of the Far East in the Holocene. The cyclones attenuated as a result of frequently recurring long-lasting periods of an increase in pressure in the region of the summer Far-Eastern and Asian depressions, and a decrease in pressure over the Sea of Okhotsk as well as the displacement of the center of the Okhotsk anticyclone toward southern latitudes, which was often in a quasi-stationary state blocking the passage of cyclones to the southern coast of the Sea of Okhotsk. In either case, the cyclones were forced away to lower latitudes and intensified over northern and eastern regions of China. The two scenarios could work both synchronously and metachronously.

Keywords: boundary horizon, peat bogs, summer monsoon, seasonal atmospheric centers, Holocene, Lower Amur area.

ВВЕДЕНИЕ

Восточноазиатский муссон является доминирующей подсистемой азиатской муссонной системы и оказывает значительное влияние на климат и природную среду востока Азиатского континента и, в частности, юга Дальнего Востока. На юге континента наблюдается зональное распределение муссонных областей, нарушающееся непрерывной меридиональной полосой азонально распределенных

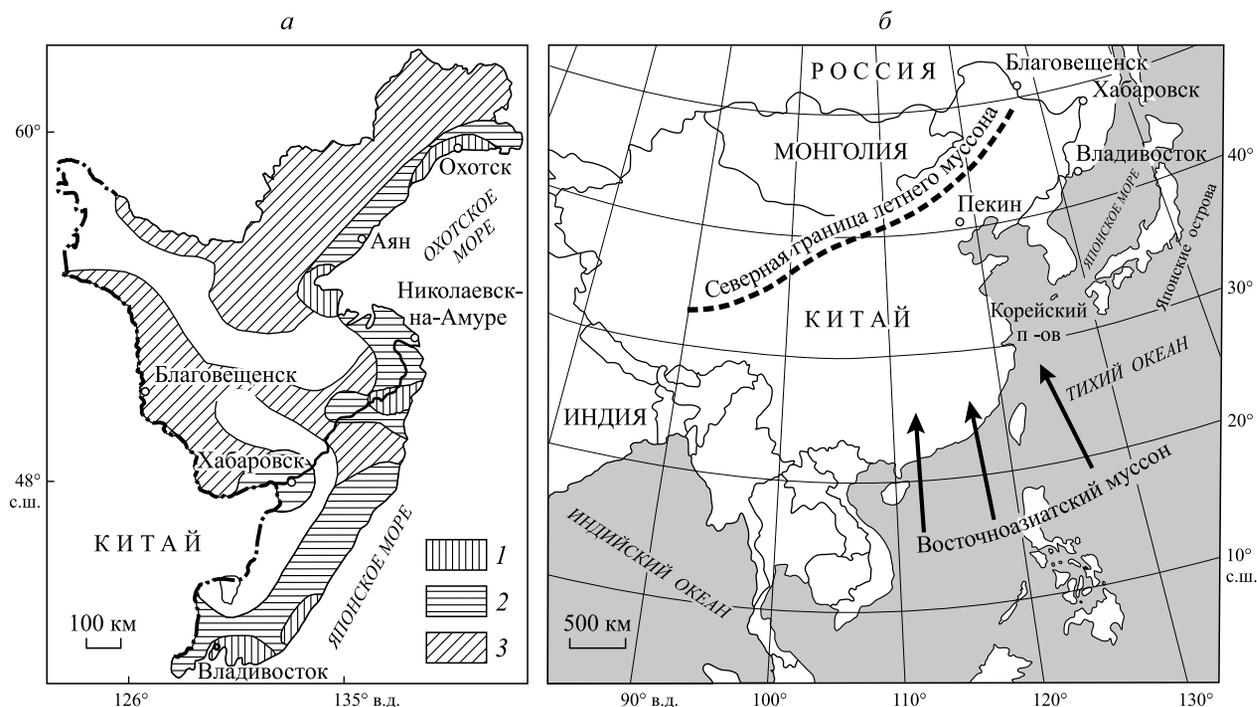


Рис. 1. Распространение муссона в южной части российского Дальнего Востока (по [2]) (а) и летнего восточноазиатского муссона на территории Китая (по [8]) (б).

Заштрихованы области с муссонным углом от 120 до 180°. Средняя повторяемость преобладающих направлений ветра в январе и июле, %: 1 — более 60, 2 — 40–60, 3 — менее 40. Стрелками показано основное направление ветров.

областей муссонов и муссонных тенденций на востоке Азии. Область муссонов распространяется на территорию Дальневосточного региона широкой полосой, западная и северная периферии которой захватывают территорию примерно до бассейнов рек Зeya и Селемджа. Далее на север и к западу располагаются территории с континентальным климатом. Однако черты муссонности в слабой степени прослеживаются и в самой аридной части бассейна — к западу от Большого Хингана [1]. Для юга Дальнего Востока, куда входят территории Амурской области, Приморского и Хабаровского края, были рассчитаны индексы муссонности Хромова и определены границы районов распространения муссона. Более 3/4 территории исследования принадлежит к областям с муссонной тенденцией и районам, где муссонный угол не выражен, и только для оставшейся части территории характерна муссонная циркуляция. Такое деление территории связано с особенностями летней циркуляции атмосферы, расположением основных горных цепей и барических образований в данном регионе. Наиболее ярко муссонность климата выражена в южных и восточных районах Приморского края, вдоль побережий Охотского и Японского морей, на равнинных участках Нижнего Приамурья (рис. 1, а) [2].

Территория юга Дальнего Востока, как и сопредельные провинции Восточного и Северо-Восточного Китая, входит в зону влияния муссона. В настоящее время имеется большой массив данных по реконструкции голоценовой динамики восточноазиатского муссона на территории Китая [3–7] с указанием условной современной северной границы влияния летнего муссона (см. рис. 1, б) [8]. Подобные исследования на юге российского Дальнего Востока не проводились.

Цель настоящей работы — по ранее реконструированным пограничным горизонтам в разрезах торфяников Нижнего Приамурья [9] установить причины их образования. Несомненно, что главная из них — климат, а именно динамика увлажнения, зависящая от режима муссонной циркуляции. В данной работе предпринята попытка реконструкции голоценовой динамики летнего восточноазиатского муссона на юге Дальнего Востока.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основанием для реконструкции динамики голоценового муссона послужили результаты изучения разрезов торфяников Нижнего Приамурья, расположенных на субмеридиональном профиле от 48 до

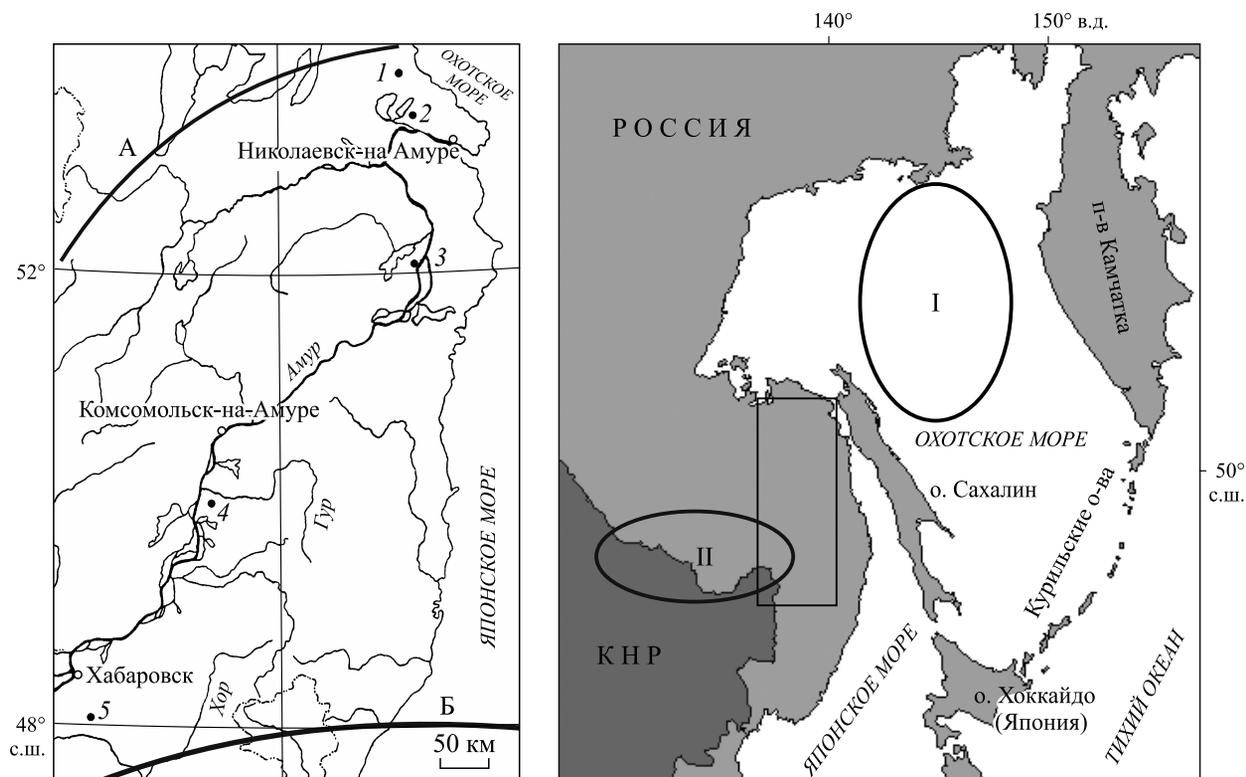


Рис. 2. Карта-схема Нижнего Приамурья с расположением изученных разрезов торфяников.

I — Охотский антициклон; II — дальневосточная депрессия. Разрезы: 1 — Тяпка, 2 — Чля, 3 — Дули, 4 — Гур, 5 — Кия. А — условная современная северная граница летнего восточноазиатского муссона; Б — условная северная граница летнего восточноазиатского муссона в периоды его ослабления в голоцене.

54° с. ш. (рис. 2). В ботаническом составе торфа относительное содержание растений-торфообразователей, тип, группа и вид торфа рассчитаны в процентах от суммы всех торфообразователей, составляющих растительное волокно в пробе [10, 11]. Индексы влажности, которые характеризуют динамику гидрологического режима болот, рассчитаны по методу, предложенному Г. А. Елиной и Т. К. Юрковской [12]. В изученных разрезах получено от 5 до 11 датировок, калиброванных с помощью программы CALPAL_A [13]. В расчете скоростей торфонакопления использованы калиброванные даты (табл. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее для территории Нижнего Приамурья были реконструированы климатические события финальной стадии позднего плейстоцена и голоцена [14–17]. Были рассчитаны скорости торфонакопления и предложены следующие морфологические признаки идентификации пограничных горизонтов в торфяниках: увеличение степени разложения торфа; увеличение древесно-кустарниковой составляющей в ботаническом составе торфа (характеризует пересыхание поверхности торфяника); уменьшение индексов влажности (характеризует понижение уровня воды в болотной системе); уменьшение скорости торфонакопления (отражает перерыв в торфонакоплении); наличие в торфяной залежи слоев с включением крупных (пни и стволы) и мелких (ветки, кора) древесных остатков; нахождение в ботаническом составе торфа остатков трав — индикаторов пересыхания поверхности торфяника (пушица влагалищная, вейник Лангсдорфа и т. д.), значительное уменьшение или исчезновение сфагновых мхов; присутствие прослоев с включением углей и остатков зеленых мхов рода *Polytrichum* — индикаторов послепожарных сукцессий на торфяниках (табл. 2).

В разрезах пяти торфяников в Нижнем Приамурье (см. рис. 2) были выявлены четыре разновозрастных пограничных горизонта (рис. 3) [9].

Таблица 1

Радиоуглеродный возраст торфа и скорость торфонакопления

Лабораторный номер	Интервал, см	Радиоуглеродный возраст, ^{14}C л. н.	Калиброванный возраст, кал. л. н.	Временной интервал, кал. л. н. (вероятность 68 %)	Скорость торфонакопления, мм/год
Разрез Тяпка, по [15]					
СОАН-4025	530–540	9975 ± 120	11 527 ± 208	11 319–11 735	–
СОАН-4024	410–420	7720 ± 100	8526 ± 91	8435–8617	0,40
СОАН-4023	350–360	6240 ± 100	7137 ± 120	7016–7257	0,43
СОАН-4022	300–305	5325 ± 95	6113 ± 109	6003–6222	0,49
СОАН-4021	270–275	4270 ± 125	4837 ± 194	4642–5031	0,24
СОАН-4044	250–255	3510 ± 60	3792 ± 75	3717–3867	0,19
СОАН-4020	220–225	2755 ± 105	2907 ± 116	2790–3023	0,34
СОАН-4163	165–170	2480 ± 70	2558 ± 123	2434–2681	0,63
СОАН-4018	125–130	2200 ± 70	2210 ± 89	2121–2299	0,87
СОАН-4162	95–100	2025 ± 100	2006 ± 119	1887–2125	0,68
СОАН-4017	45–50	1395 ± 60	1320 ± 40	1279–1360	1,37
Разрез Дуди, по [16]					
СОАН-4449	260–265	8375 ± 60	9391 ± 70	9320–9461	–
СОАН-4478*	230–235	7950 ± 170	8815 ± 128	8687–8943	0,38
СОАН-4477	230–235	8060 ± 85	8938 ± 148	8789–9086	0,52
СОАН-4448	200–205	7630 ± 50	8448 ± 47	8400–8495	0,61
СОАН-4716	130–135	7175 ± 35	7992 ± 21	7970–8013	1,53
СОАН-4480	45–50	3565 ± 100	3870 ± 136	3734–4006	0,21
Разрез Чля					
СОАН-4719	270–275	9700 ± 80	11036 ± 152	10 883–11 188	–
СОАН-4720	240–245	7630 ± 75	8453 ± 65	8387–8518	0,12
СОАН-4721	220–225	7065 ± 85	7883 ± 80	7803–7963	0,35
СОАН-5061	205–210	6455 ± 55	7371 ± 49	7322–7420	0,29
СОАН-4722	183–188	5730 ± 50	6540 ± 69	6470–6609	0,26
СОАН-4723	170–175	4825 ± 35	5549 ± 49	5499–5598	0,13
СОАН-4457	125–130	3645 ± 85	3980 ± 113	3867–4093	0,29
СОАН-4458	115–120	3400 ± 75	3665 ± 104	3561–3769	0,32
СОАН-4727	45–50	2400 ± 30	2426 ± 52	2374–2478	0,56
СОАН-4759	40–45	2305 ± 100	2350 ± 159	2191–2509	0,66
СОАН-4728	20–25	1945 ± 40	1899 ± 44	1855–1943	0,44
Разрез Гур, по [14]					
АА-36274	335–340	18 190 ± 120	21 908 ± 346	21 561–22 254	–
АА-36273	325–330	12 120 ± 75	14 146 ± 251	13 895–14 397	0,01
АА-36445	300–305	12 010 ± 75	13 994 ± 216	13 778–14 210	1,64
АА-36949	250–255	9590 ± 50	10 946 ± 129	10 817–11 075	0,16
АА-36944	225–230	9185 ± 50	10 356 ± 74	10 282–10 430	0,42
АА-36443	200–205	8125 ± 45	9075 ± 49	9025–9124	0,20
АА-36948	175–180	7675 ± 45	8476 ± 47	8428–8523	0,42
АА-36947	150–155	6110 ± 40	7029 ± 89	6940–7118	0,17
АА-39946	125–130	5050 ± 40	5813 ± 63	5750–5876	0,20
АА-36442	100–105	3040 ± 40	3263 ± 60	3202–3323	0,10
АА-36945	50–55	1140 ± 35	1056 ± 55	1000–1111	0,23
Разрез Кия, по [15]					
СОАН-4454	205–210	8890 ± 95	9972 ± 166	9805–10 138	–
СОАН-4453	170–175	7965 ± 85	8823 ± 134	8688–8957	0,30
СОАН-4718	120–125	5410 ± 70	6177 ± 98	6078–6275	0,19
СОАН-4452	100–105	3720 ± 100	4089 ± 145	3944–4234	0,38
СОАН-4451	20–25	520 ± 70	569 ± 55	513–624	0,23

Примечание. Прочерк – нет данных.

* Материал – фракция гумуса.

Идентификационные признаки пограничного горизонта в разрезах торфяников Нижнего Приамурья, по [9]

Радиоуглеродный возраст, ^{14}C л. н. ВР	Разрез	Увеличение степени разложения торфа	Увеличение древесно-кустарниковой составляющей	Уменьшение индекса влажности	Уменьшение скорости торфонакопления	Слои с крупными древесными остатками	Слои с остатками углей
10 300–10 800 8000–8300	Гур	+	+	+	+	+	–
	Тяпка	+	+	+	+	+	–
	Чля	+	+	+	+	+	–
	Дуди	+	+	+	+	+	–
	Гур	+	+	+	+	–	–
4200–4600	Кия	+	+	+	+	+	–
	Тяпка	+	+	+	+	+	–
	Чля	+	+	+	+	–	–
	Дуди	+	+	+	+	+	+
	Гур	+	+	+	+	–	+
2500	Кия	+	+	+	+	–	–
	Тяпка	+	+	+	+	+	–

Примечание. Плюс – наличие признака, минус – его отсутствие.

10 300–10 800 ^{14}C л. н. (12 100–12 700 кал. л. н.). Низинный торфяник расположен на первой надпойменной террасе р. Гур, впадающей в Амур. Разрез торфяника с координатами $50^{\circ}00'$ с. ш. $137^{\circ}03'$ в. д. на абс. высоте 34 м над ур. моря является опорным для реконструкции климата позднего плейстоцена–голоцена и окружающей среды Нижнего Приамурья [14]. Мощность торфа в разрезе составляет 340 см. В интервале 285–290 см залегает горизонт эоловой пыли желтоватого цвета мощностью 2–4 см. Из нижележащего слоя (интервал 300–305 см) получена ^{14}C -дата $12\ 010 \pm 75$ л. н. (АА-36445), совпадающая с хорошо датированным похолоданием позднего дриаса. Ботанический состав торфа характеризуется увеличением древесно-кустарниковой составляющей (до 50 %). В травянистой группе присутствуют остатки пушицы влагалитной, вейника Лангсдорфа (индикаторы пересыхания болота), индекс влажности и скорость торфонакопления уменьшаются (см. табл. 2) — все это свидетельствует о перерыве торфонакопления. Состав спорово-пыльцевых спектров характерен для очень холодного и засушливого климата [14].

8000–8300 ^{14}C л. н. (8900–9300 кал. л. н.). Пограничные горизонты этого возраста выявлены в отложениях пяти торфяников.

Самая северная точка на субмеридиональном профиле — верховой торфяник, расположенный в междуречье рек Тяпка и Тывлинка, недалеко от Сахалинского залива Охотского моря. Координаты разреза Тяпка — $53^{\circ}42'$ с. ш. $140^{\circ}07'$ в. д., абс. высота 49 м над ур. моря (см. рис. 2). Мощность торфа в разрезе составляет 540 см. В интервале 450–460 см торф имеет следующие характеристики: в ботаническом составе количество древесно-кустарникового торфа увеличивается до 70 %, степень разложения достигает 60 %, индекс влажности и скорость торфонакопления уменьшаются (см. табл. 2). Здесь же обнаружены остатки стволов лиственницы диаметром 3–5 см. Состав спорово-пыльцевых спектров этого интервала соответствует холодным и засушливым климатическим условиям [15]. В интервале 410–420 см из торфа получена ^{14}C -дата 7720 ± 100 л. н. (СОАН-4024).

Верховой естественно дренированный торфяник расположен на северо-восточном побережье оз. Чля. Разрез зачищен в береговом обнажении. Координаты разреза — $53^{\circ}32'$ с. ш. $140^{\circ}12'$ в. д., абс. высота 7 м над ур. моря. Мощность торфа в разрезе составляет 280 см. В интервале 255–260 см найден сильно разложившийся торф. Он характеризуется увеличением древесно-кустарниковой составляющей до 80 %, наличием остатков бересты и стволов березы, увеличением степени разложения (до 98 %), уменьшением индекса влажности и скорости торфонакопления. Его возраст определяется двумя ^{14}C -датами: 9700 ± 80 л. н. (СОАН-4719) из подстилающего и 7630 ± 75 л. н. (СОАН-5060) из перекрывающего горизонтов.

Торфяная залежь переходного типа расположена на левобережной первой надпойменной террасе протоки Старый Амур, недалеко от с. Дуди. Она начала формироваться в тыловой части поймы Амура.

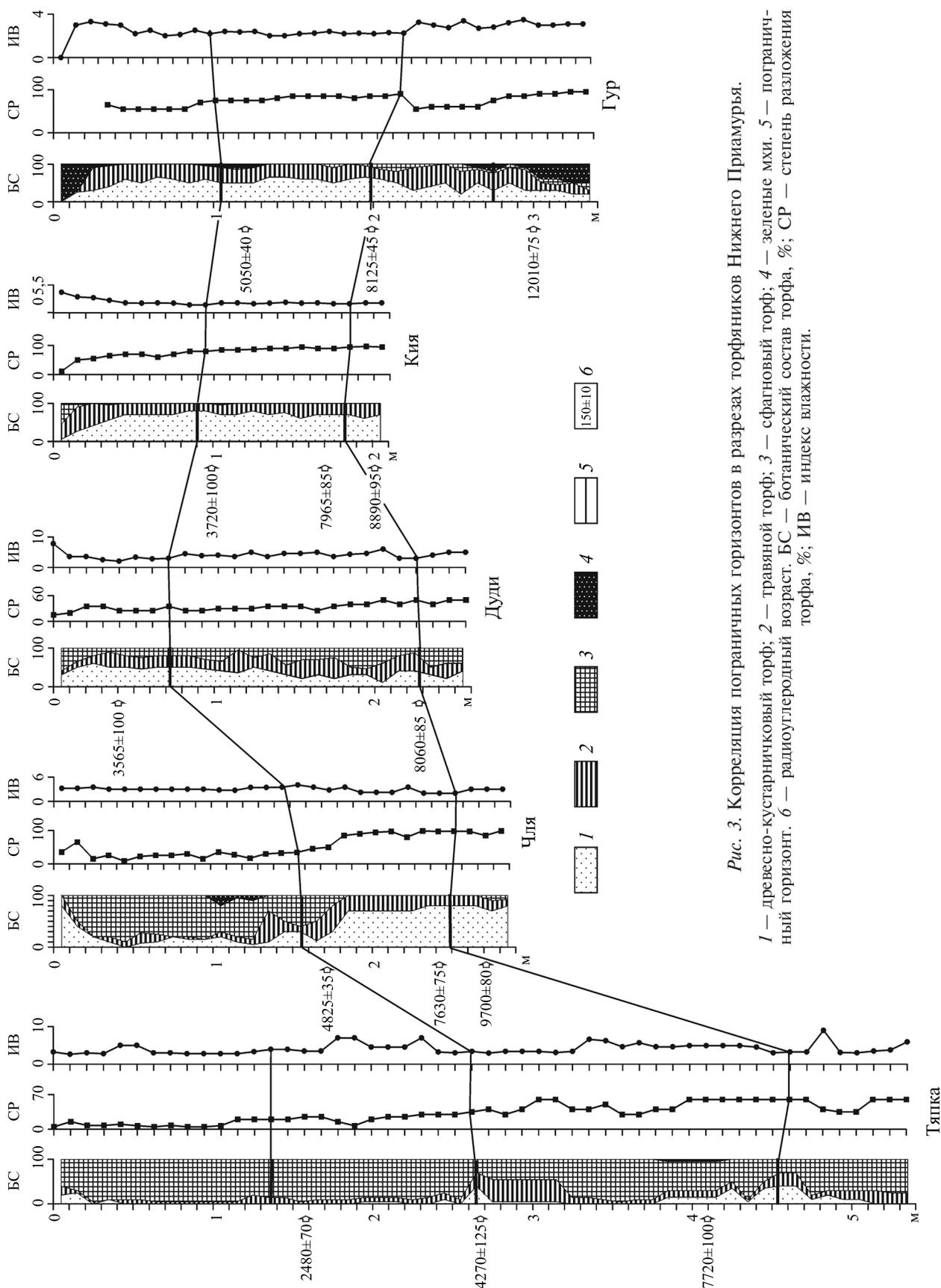


Рис. 3. Корреляция пограничных горизонтов в разрезах торфяников Нижнего Приамурья.
 1 — древесно-кустарничковый торф; 2 — травяной торф; 3 — сфагновый торф; 4 — зеленые мхи. 5 — пограничный горизонт. 6 — радиоуглеродный возраст. BC — ботанический состав торфа, %; SR — степень разложения торфа, %; IV — индекс влажности.

Разрез зачищен в береговом обнажении. Координаты разреза — 52°01' с. ш. 140°08' в. д., абс. высота 5 м над ур. моря. Мощность торфа в разрезе достигает 265 см. В интервале 235–240 см найден слой сильно разложившегося травяно-древесного торфа. В его ботаническом составе увеличивается древесно-кустарниковая группа (до 40 %), в травянистой группе присутствуют остатки вейника, пушицы и осоки, найдены остатки коры лиственницы, повышается степень разложения торфа (до 50 %), уменьшаются индекс влажности и скорость торфонакопления. Спорово-пыльцевой спектр характерен для холодных и засушливых климатических условий [16]. Возраст слоя торфа подтвержден ^{14}C -датой 8060 ± 85 л. н. (СОАН-4450).

В разрезе Гур в интервале 200–210 см выделен слой торфа, в ботаническом составе которого возрастает доля древесно-кустарниковой составляющей (до 65 %). Уменьшается скорость торфонакопления. Состав спорово-пыльцевых спектров в этом интервале с преобладанием кустарниковых и древесных берез соответствует холодным и засушливым климатическим условиям. В интервале 200–205 см получена ^{14}C -дата 8125 ± 45 л. н. (АА-36443).

Низинный торфяник Кия в междуречье Кии и Хора — самая южная точка на субмеридиональном профиле. Разрез зачищен на борту мелиоративной канавы в пределах осушенного торфяного массива. Координаты разреза — 47°50' с. ш. 135°40' в. д., абс. высота 100 м над ур. моря. Мощность торфа в разрезе равна 210 см. В интервале 185–190 см в ботаническом составе торфа древесная составляющая достигает 90 %. Уменьшаются скорость торфонакопления и незначительно индекс влажности по сравнению с нижележащим слоем. Состав спорово-пыльцевых спектров свидетельствует о похолодании и снижении влажности климата [16]. Возраст слоя торфа подтвержден двумя ^{14}C -датами: 8890 ± 95 л. н. (СОАН-4454) из подстилающего (интервал 205–210 см) и 7965 ± 85 л. н. (СОАН-4453) из перекрывающего слоя (интервал 170–175 см).

4200–4600 ^{14}C л. н. (4700–5200 кал. л. н.). В разрезе Тяпка в интервале 265–270 см выделен слой сфагнового торфа с обилием крупных остатков кустарников. Характеризуется увеличением древесной составляющей (до 40 %) и степени разложения (до 40 %), минимальным значением индекса влажности и уменьшением скорости торфонакопления (см. табл. 2). Возраст торфа подтвержден радиоуглеродной датой 4270 ± 125 (СОАН-4021).

В разрезе Чля в интервале 150–160 см найден слой торфа со слабо выраженными признаками пограничного горизонта. В ботаническом составе высока доля древесной составляющей (до 30 %), уменьшаются индекс влажности и скорость торфонакопления. Из подстилающего горизонта (интервал 170–175 см) получена ^{14}C -дата 4825 ± 35 л. н. (СОАН-4723).

Слой торфа со сходными морфологическими характеристиками и возрастом выделен в разрезе переходного торфяника Дуди в интервале 70–80 см. В ботаническом составе торфа растет доля древесной составляющей (до 50 %), найдены остатки кустарников, высока степень разложения (до 35 %). Уменьшаются индекс влажности и скорость торфонакопления. Имеются многочисленные прослойки с включением углей, придающие торфу черно-коричневый цвет. Состав спорово-пыльцевых спектров соответствует похолоданию, сопровождавшемуся уменьшением атмосферного увлажнения. Из вышележащего горизонта (интервал 40–50 см) получена ^{14}C -дата 3565 ± 100 л. н. (СОАН-4480).

В разрезе низинного торфяника Гур в интервале 110–115 см хорошо выражены следы пожаров в виде черных углистых прослоек. В связи с этим рассматриваются две причины значительного уменьшения скорости торфонакопления. Первая — перерыв торфонакопления, связанный с засушливым климатом, вторая — уничтожение слоя торфа пожарами. В обоих случаях происходило уменьшение скорости торфонакопления. Состав спорово-пыльцевых спектров характерен для прохладных климатических условий. Из подстилающего горизонта (интервал 125–130 см) получена ^{14}C -дата 5050 ± 40 л. н. (АА-39946).

В разрезе низинного торфяника Кия в интервале 90–100 см найден слой древесно-травяного торфа со степенью разложения до 80 %. Хорошо идентифицируются остатки лиственницы, березы, кустарничков, пушицы, вейника и осоки. Состав спорово-пыльцевых спектров свидетельствует о прохладных климатических условиях, рассчитанная скорость — о замедлении процесса торфонакопления (см. табл. 2). В интервале 100–105 см получена ^{14}C -дата 3720 ± 100 л. н. (СОАН-4452).

2500 ^{14}C л. н. (2570 кал. л. н.). Пограничный горизонт этого возраста выявлен только в разрезе верхового торфяника Тяпка. В интервале 140–150 см найден сфагновый торф повышенной степени разложения (до 30 %). В нижней части слоя присутствуют остатки осок и кустарничков, в верхней — остатки стволов лиственницы диаметром около 5 см. Значения индекса влажности минимальные. Скорость торфонакопления уменьшается по сравнению с подстилающим слоем. В интервале 165–170 см получена ^{14}C -дата 2480 ± 70 л. н. (СОАН-4163).

Слои торфа с характерными морфологическими признаками пограничных горизонтов и аналогичными возрастными характеристиками описаны в разрезах торфяников о. Сахалин, в его южной [18], средней [19] и северной [20, 21] частях.

Особенности современной атмосферной циркуляции над Дальним Востоком обусловлены неравномерным нагреванием и охлаждением суши и океана. Чередование полей давления определенного знака с устойчивым их преобладанием от сезона к сезону создает муссонный тип циркуляции. В развитии летнего дальневосточного муссона выделяют две стадии. Первая продолжается с апреля по июнь, поддерживается активным антициклогенезом над Охотским морем. В этой стадии муссон представляет собой очень холодное влажное морское воздушное течение.

Во второй стадии, примерно с июля по сентябрь, усиливается меридиональный перенос воздуха. В этот период Северо-Тихоокеанский (Гавайский) субтропический максимум хорошо развит, часто смещен к западу и занимает большую часть акватории океана. Вовлекаемый в муссонную циркуляцию влажный очень теплый субтропический воздух поступает на континент с южными и юго-западными ветрами [22, 23]. Эту стадию дальневосточного муссона современные климатологи считают северной составляющей восточноазиатского муссона. Вторая стадия дальневосточного муссона характеризуется обильными дождями. На прибрежных станциях Охотского и Японского морей и в целом на юго-востоке Азии максимум осадков в годовом ходе приходится именно на июль–август [24, 25].

В настоящее время на юге Дальнего Востока периоды интенсивных муссонных дождей сменяются продолжительными летними засухами. В начале лета по мере прогревания континента зона дождей смещается с юга Восточной Азии в Китай и далее к северу, приближаясь к югу российского Дальнего Востока. В случае, когда основная граница раздела воздушных масс продолжительное время задерживается на юге Китая, возникает стационарирование фронтальной зоны с выпадением сильных дождей. По этой причине между водностью рек Янцзы и Амура существует обратное соотношение. При высоких паводках на Янцзы, когда над ее водосборной территорией продолжительное время располагается основная фронтальная зона с муссонными дождями, на Амуре преобладает маловодье. И наоборот, если зона муссонных дождей смещена к северу, то высокие паводки наблюдаются на Амуре, а пониженная водность — на Янцзы [26].

По палеогеографическому материалу, полученному для южной части Дальнего Востока, реконструированы четыре периода похолодания в позднем плейстоцене–голоцене (10 300–10 800, 8000–8300, 4200–4600 и 2500 ¹⁴С л. н.), которые сопровождалась значительным уменьшением атмосферного увлажнения [14–17]. Предлагается два ретроспективных сценария для объяснения причин уменьшения влажности. Первый — часто повторяющиеся продолжительные периоды роста давления в области летней дальневосточной и азиатской депрессий. Согласно исследованиям современной региональной атмосферной циркуляции на Дальнем Востоке, летом ослабевает термический контраст между тропической зоной и полярными областями, а во второй половине лета — между сушей и морем. Летний макромасштабный градиент давления над Дальним Востоком в два раза меньше зимнего. Его ослабление связано с ростом давления в области летней дальневосточной депрессии (проявляется летом над территорией Среднего Приамурья; см. рис. 2) и азиатской депрессии (проявляется летом с центром над Иранским нагорьем) и понижением давления над Охотским морем и прилегающими районами океана [27]. Такие изменения в поведении барических пар приводят к ослаблению обеих стадий летнего дальневосточного муссона. В целом ряде работ отмечено, что ослабление летнего азиатского муссона происходило в конце XX–начале XXI в. [28–31].

Второй сценарий связан с Охотским антициклоном, который одни исследователи рассматривают как самостоятельный синоптический центр действия атмосферы (ЦДА), другие — как северный гребень Северо-Тихоокеанского максимума [32]. Возможно, активизация интенсивности Охотского антициклона, меридиональное и зональное смещение его центра в более низкие широты, а также продолжительное квазистационарное состояние приводило к блокировке циклонов над южными территориями Дальнего Востока. Граница раздела воздушных масс смещалась к югу Китая на продолжительное время. Оба сценария могли работать как синхронно, так и метасхронно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Известно, что местоположение и интенсивность ЦДА определяют особенности циркуляции атмосферы. Охотский антициклон, азиатская и дальневосточная депрессии являются сезонными климатическими ЦДА. Их взаимное расположение контролирует климатические изменения на юге Дальнего Востока.

На территории Нижнего Приамурья реконструировано четыре периода похолодания, которые сопровождались значительным уменьшением атмосферного увлажнения вследствие ослабления интенсивности летнего дальневосточного муссона. В эти периоды в южной части Дальнего Востока условная северная граница муссона перемещалась к югу на тысячу километров и более, примерно с 54 до 48° с. ш. (см. рис. 2). Если же принять во внимание данные китайских исследователей, согласно которым на северо-востоке Китая восточноазиатский муссон был наиболее ослаблен 9,2–9, 8,4–8,1, 5,7–5,4, 4,1–3,8 и 3,6–2,1 тыс. кал. л. н. [33, 34], то можно предположить, что граница летнего муссона смещалась в еще более низкие широты, южнее 48°. Необходимо отметить, что на территории Китая интенсивность летнего восточноазиатского муссона проявлялась асинхронно. В северо-восточных регионах летний муссон был активен 10–8 и 6–4, 2,1–0,15 тыс. кал. л. н., в центральной части Китая — 10–7 тыс. кал. л. н., а в среднем и нижнем течении Янцзы — 7–5 тыс. кал. л. н. [7, 34, 35]. Вероятно, в эти периоды центр действия Охотского антициклона занимал самое западное меридиональное и самое южное зональное положение. Циклоны на юге Дальнего Востока блокировались и смещались в более низкие широты, разряжаясь в центральных и южных регионах Китая. Дальнейшее изучение восточноазиатского муссона в ретроспективном плане предполагает реконструкцию его динамики на территориях с континентальным климатом, расположенных к северу и западу от юга Дальнего Востока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хромов С.П. Муссоны в общей циркуляции атмосферы. — Л.: Гидрометеиздат, 1956. — 256 с.
2. Новороцкий П.В. Распространение муссона над южной частью российского Дальнего Востока // Метеорология и гидрология. — 1999. — № 11. — С. 40–46.
3. Gong G., Hammeed S. The variation of moisture conditions in China during the last 2000 years // International Journ. of Climatol. — 1991. — Vol. 11. — P. 271–283.
4. An Z. The history and variability of the East Asian paleomonsoon climate // Quaternary Science Reviews. — 2000. — Vol. 19. — P. 171–187.
5. Hong B., Lin Q., Hong Y. Interconnection between the Asian monsoon, ENSO, and high northern latitude climate during the Holocene // Chinese Science Bulletin. — 2006. — Vol. 51. — P. 2169–2177.
6. Xiao S., Li A. S., Liu J.P. Coherence between solar activity and the East Asian winter monsoon variability in the past 8000 years from Yangtze River-derived mud in the East China Sea // Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology. — 2006. — Vol. 237. — P. 293–304.
7. An Z., Porter S., Kutzbach J., Xihao W., Suming W., Xiaodong L., Weijian Z. Asynchronous Holocene optimum of the east Asian monsoon // Quaternary Science Reviews. — 2000. — Vol. 19. — P. 743–762.
8. Cosford J., Qing H., Eglinton B., Matthey D., Yuan D., Zhang M., Cheng H. East Asian monsoon variability since the Mid-Holocene recorded in high-resolution, absolute-dated aragonite speleothem from eastern China // Earth and Planetary Science Letters. — 2008. — Vol. 275. — P. 296–307.
9. Базарова В.Б. Пограничный горизонт: обсуждение проблемы на примере разрезов торфяников Нижнего Приамурья // Изменение климата. Природные катастрофы и становление ландшафтов юга Дальнего Востока в плейстоцене–голоцене. — Владивосток: Дальнаука, 2008. — С. 15–24.
10. Куликова Г.Г. Краткое пособие к ботаническому анализу торфа. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. — 94 с.
11. Кац Н.Я., Кац С.В., Скобеева Е.И. Атлас растительных остатков в торфах. — М.: Недра, 1977. — 370 с.
12. Елина Г.А., Юрковская Т.К. Методы определения палеогидрологического режима как основа объективизации причин сукцессий растительности болот // Бот. журн. — 1992. — Т. 77, № 7. — С. 120–124.
13. Weninger B., Juris O., Danzeglocke U. Cologne radiocarbon calibration and paleoclimate research package. CALPAL_A (Advanced) in the Ghost of Edinburgh Edition, Universitat zu Köln, Institut fur Ur-und Fruhgeschichte, Radiocarbon Laboratory. Weyertal 125, D-50923. Köln, 2005 [Электронный ресурс]. — <http://www/calpal-online.de/cgi-bin/quickcal.pl> (дата обращения 18.01.2016).
14. Klimin M.A., Kusmin Y.V., Bazarova V.B., Mokhova L.M., Jull A.J.T. Late Glacial-Holocene environmental changes and its age in the Lower Amur basin, Russian Far East: Gursky peatbog case study // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. — 2004. — Vol. 223–224 B. — P. 676–680.
15. Bazarova V.B., Klimin M.A., Mokhova L.M., Orlova L.A. New pollen records of Late Pleistocene and Holocene changes of environment and climate in the Lower Amur River basin, NE Eurasia // Quaternary International. — 2008. — Vol. 179. — P. 9–19.
16. Bazarova V.B., Mokhova L.M., Klimin M.A., Kopoteva T.A. Vegetation development and correlation of Holocene events in the Amur River basin, NE Eurasia // Quaternary International. — 2011. — Vol. 237. — P. 83–92.
17. Mokhova L.M., Tarasov P.E., Bazarova V.B., Klimin M.A. Quantitative biome reconstruction using modern and late Quaternary pollen data from the southern part of the Russian Far East // Quaternary Science Reviews. — 2009. — Vol. 28. — P. 2913–2926.

18. **Микишин Ю.А., Гвоздева И.Г.** Развитие природы юго-восточной части острова Сахалин в голоцене. — Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1996. — 130 с.
19. **Разжигаяева Н.Г., Мохова Л.М., Зарецкая Н.Е.** Климатическая ритмика и этапы развития ландшафтов побережья залива Терпения (остров Сахалин) в голоцене // Докл. Междунар. APN-START симпозиума по изучению глобальных изменений в Северо-Восточной Азии. — Владивосток: Дальнаука, 2005. — С. 126–144.
20. **Хотинский Н.А.** Голоцен Северной Евразии. — М.: Наука, 1977. — 200 с.
21. **Александрова А.Н.** Плейстоцен Сахалина. — М.: Наука, 1982. — 192 с.
22. **Сорочан О.Г.** Некоторые особенности муссонной циркуляции Восточной Азии // Труды ГГО. — 1957. — Вып. 70. — С. 92–108.
23. **Лисогурский Н.И., Петричев А.З.** Распространение муссона над Восточной Азией и степень его устойчивости // Метеорология и гидрология. — 1980. — № 5. — С. 54–59.
24. **Лобанов В.Б., Данченков М.А., Лучин Е.В., Мезенцева Л.И., Пономарёв В.И., Соколов О.В., Трусенкова О.О., Устинова Е.И., Ушакова Р.Н., Хен Г.В.** Дальневосточные моря России // Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. — М.: Росгидромет, 2014. — С. 684–743.
25. **Jiang W., Guo Z., Sun X., Wu H., Chu G., Yuan B., Hatte C., Guiot J.** Reconstruction of climate and vegetation changes of lake Bayanchagan (Inner Mongolia): Holocene variability of the East Asian monsoon // Quaternary Research. — 2006. — Vol. 65. — P. 411–420.
26. **Соколова Г.В.** О муссонах дальневосточных как антиподе лесным пожарам // Дальневосточный ученый. — 2006. — № 12 (1310). — С. 6.
27. **Тунеголовец В.П.** Интенсивность циклогенеза во второй половине XX столетия // Труды Дальневост. регион. науч.-исслед. гидрометеорол. ин-та. — Владивосток: Дальнаука, 2009. — Вып. 151. — С. 140–153.
28. **Шатилина Т.А., Анжина Г.И.** Особенности атмосферной циркуляции и климата на Дальнем Востоке в начале XXI века // Изв. Тихоокеан. НИИ рыбного хозяйства и океанографии. — 2008. — Т. 152. — С. 225–139.
29. **Шатилина Т.А., Анжина Г.И.** Изменчивость интенсивности дальневосточного муссона в 1948–2009 гг. // Изв. Тихоокеан. НИИ рыбного хозяйства и океанографии. — 2011. — Т. 167. — С. 146–159.
30. **Yihui D., Yanji L., Ying S., Yafang S.** Weakening of the Asian summer monsoon and its impact on the precipitation pattern in China // International Journ. of Water Resources Development. — 2010. — Vol. 26. — P. 423–439.
31. **Hao L.-S., Min J.-Z., Ding Y.-H.** Investigation of changes of precipitation characteristics and causes of reduction of heavy rains frequency in North China // Chinese Journ. of Geophysics. — 2011. — Vol. 54. — P. 1160–1167.
32. **Дашко Н.А., Варламов С.М., Хан Е.Х., Ким Е.С.** Центры действия атмосферы Азиатско-Тихоокеанского региона и летние особенности погоды на побережье Японского и Охотского морей // Метеорология и гидрология. — 1997. — № 9. — С. 14–23.
33. **Li C., Wu Y., Hou X.** Holocene vegetation and climate in Northeast China revealed from Jingbo Lake sediment // Quaternary International. — 2011. — Vol. 229. — P. 67–73.
34. **Chen R., Shen J., Li C., Zhang E., Sun W., Ji M.** Mid- to late-Holocene East Asian summer monsoon variability recorded in lacustrine sediments from Jingpo Lake, Northeastern China // Holocene. — 2015. — Vol. 25. — P. 454–468.
35. **Stebich M., Rehfeld K., Schlütz F., Tarasov P., Liu J.** Holocene vegetation and climate dynamics of NE China based on the pollen records from Sihailongwan Maar Lake // Quaternary International. — 2015. — Vol. 124. — P. 275–289.

Поступила в редакцию 18 февраля 2016 г.