

Пространственно-временная структура избыточного увлажнения на юго-востоке Западной Сибири в XX и начале XXI века

О. С. Литвинова 

Новосибирский государственный педагогический университет, Российская Федерация
(630126, г. Новосибирск, ул. Вилюйская, 28)

Аннотация: Цель: исследовать пространственно-временную структуру избыточного увлажнения на юго-востоке Западной Сибири.

Методы и материалы. На основе расчета и анализа индекса атмосферного увлажнения S_i по 9 метеостанциям юго-востока Западной Сибири за период с 1950 по 2017 годы, изучена пространственно-временная структура избыточного увлажнения: $-2,0 < S_i < -1,1$ – слабого переувлажнения; $-3,0 < S_i < -2,1$ – переувлажнения средней степени, $S_i < -3,1$ – сильного переувлажнения. В работе проведен регрессионный анализ между избыточным увлажнением и предшествующими условиями тепло- и влагообеспеченности текущего и предыдущего года. Анализ линейных трендов позволил определить общую тенденцию изменения индекса S_i за май-сентябрь.

Результаты и обсуждение. Нормальное увлажнение наблюдается в 50 % случаев. Формирование «влажных периодов» различной степени интенсивности возможно в любом месяце и может продолжаться с мая по сентябрь. В большинстве случаев в исследуемом регионе отмечалось слабое переувлажнение ($-2,0 < S_i < -1,1$). Избыточное увлажнение одновременно бывает в среднем примерно на двух станциях. Повторяемость влажных периодов в XXI веке уменьшилось в 2-3 раза.

Заключение. Наиболее тесная связь формирования избыточного увлажнения получена для августа при дефиците осадков (≤ 80 % нормы), в сентябре на западе региона и в ноябре – на юго-востоке. За период 1950-2017 годов в августе в южных и юго-восточных районах выявлена тенденция уменьшения повторяемости избыточного увлажнения различной степени интенсивности, что свидетельствует о повышении засушливости территории в теплый период.

Ключевые слова: Западная Сибирь, крупномасштабный индекс атмосферного увлажнения, вегетационный период, избыточно увлажненные условия.

Для цитирования: Литвинова О. С. Пространственно-временная структура избыточного увлажнения на юго-востоке Западной Сибири в XX и начале XXI века // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 2020, № 3, с. 24-31. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2020.3/3020>


ВВЕДЕНИЕ

Растущая повторяемость аномальных природных явлений из-за глобальных изменений климата (на территории Российской Федерации в 2018 г. зарегистрировано на 133 явление больше, чем в 2017 г.), в том числе атмосферных засух и избыточно влажных периодов вызывает интерес у ученых многих стран мира. Хотя усилия исследователей направлены на выявление причин их формирования и разработку способов прогноза, однако многие климатические аспекты еще не изучены в должной мере.

Как отмечается в оценочном докладе об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации в последние пять десятилетий отмечается повышение температуры воздуха в зимнем сезоне и увеличение продолжительности вегетационного периода, что в свою очередь оказывает влияние на развитие сельского хозяйства [1]. Для смягчения последствий климатических воздействий на региональном уровне необходимо проведение комплексных исследований.

Регион охватывает территорию Омской, Новосибирской, Томской областей и Алтайского края,

© Литвинова О. С., 2020

 Литвинова Ольга Сергеевна, e-mail: olg.litwino2011@yandex.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.



Рис. 1. Метеорологические станции юго-востока Западной Сибири
[Fig. 1. Meteorological stations in the south-east of Western Siberia]

для него характерен континентальный климат умеренных широт. Открытость территории на севере и юге способствует свободному проникновению холодных арктических и прогретых континентальных умеренных воздушных масс.

Большой урон зерновым культурам наносят и дефицит, и избыточное выпадение атмосферных осадков продолжительностью более двух месяцев. Влажные периоды с температурой воздуха ниже нормы и выпадением осадков $\geq 120\%$ (особенно в 3 декаде августа) способствует развитию болезней колоса, и снижению урожайности [2]. Переувлажненное состояние почв в весенний период (особенно в микрозападинах) оказывает влияние на смещение дат начала полевых работ [3]. В частности, в мае 2018 г. в Сибирском Федеральном округе (особенно в южных районах) отмечалась отрицательная аномалия температуры воздуха (на $8-12^\circ\text{C}$ ниже нормы) из-за доминирования северного и северо-западного переноса воздуха (с районов бассейна Северного Ледовитого океана). Частое прохождение циклонов, связанных с ними атмосферных фронтов через южные районы Сибири сопровождалось выпадением обильных осадков, их количество превысило норму в 1,5-3,5 раза. Холодная с частыми осадками погода апреля-мая сдерживала просыхание верхних слоев почвы, выход техники в поля был затруднен, а зачастую невозможен.

Настоящая работа является продолжением исследования [4], в котором изучены особенности формирования атмосферных засух различной интенсивности.

Цель настоящего исследования – определить пространственно-временную структуру избыточного увлажнения на юго-востоке Западной Сибири.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для статистических оценок использованы данные вегетационного периода с 1950 по 2017 год 9 метеорологических станций (рис. 1) [5, 6].

В качестве крупномасштабного индекса использовался показатель Д. А. Педя [7], который характеризует различную интенсивность засушливых и избыточно увлажненных условий: $Si > 3,1$ – сильная засуха, $2,1 < Si \leq 3,0$ – засуха средней степени; $1,1 < Si \leq 2,0$ – засуха слабой степени; $-1,0 < Si \leq 1,0$ – нормальное увлажнение; $-2,0 < Si < -1,1$ – слабое переувлажнение; $-3,0 < Si < -2,1$ – переувлажнение средней степени, $Si < -3,1$ – сильное переувлажнение.

На основе анализа линейных трендов определялась общая тенденция изменения индекса Si , регрессионного анализа – теснота связи избыточно увлажненных условий различной интенсивности от предшествующих условий тепло- и влагообеспеченности осенне-зимнего и весеннего сезонов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рассматриваемой территории выявлены тенденции повышения температуры воздуха в теплом периоде – в апреле ($0,5^\circ\text{C}/10$ лет) и мае ($0,3^\circ\text{C}/10$ лет).

Крупномасштабный индекс Si учитывает разницу аномалий температуры воздуха и атмосферных осадков, и их среднеквадратические отклонения [7]. Следует отметить, что значения индекса Si обусловлены территориальными закономерностями барико-циркуляционного режима в исследуемом регионе, и оказывают влияние на урожайность зерновых культур.

На юго-востоке Западной Сибири атмосферные осадки изменяются не только зонально (уменьшаются с севера на юг от 592 мм (Томск) до 353 мм (Славгород)), но и азонально (возрастая в восточном направлении от 441 мм (Омск) до 614 мм (Бийск)). В теплом периоде выпадает до 75 % годовой суммы осадков [8].

Повторяемость избыточно увлажненных условий различной интенсивности определена за период с 1950 до 2017 года. Нормальное увлажнение наблюдается в 50 % случаев. Избыточно увлажненные условия всех типов формируются на территории юго-востока Западной Сибири с мая по сентябрь.

Таблица 1

Значимые коэффициенты множественной корреляции между индексами атмосферного увлажнения $(-2,0 < Si < -1,1; Si < -2,1)$ и предшествующими условиями тепло- и влагообеспеченности [Table 1. Significant coefficients of multiple correlation between the indices of atmospheric humidification $(-2,0 < Si < -1,1; Si < -2,1)$ and the previous conditions of heat and moisture supply]

Метеостанция/ Weatherstation	n	Вид зависимости / Dependence type	R	t _r -критерий Стьюдента / t _r -Student's t test
Томск	17	$Si_{VIII}=0,09t_{II}-0,67$	0,46	2,02
Болотное	18	$Si_{VII}=0,16t_{IV}+0,02X_{IV}-3,11$	0,74	3,55; 2,59
Омск	19	$Si_{VI}=-0,09t_{I}-3,94$	0,57	-2,86
		$Si_{VI}=0,01X_{IX}-0,24t_{X}-1,94$	0,59	2,13; -2,34
Барабинск	18	$Si_{VIII}=-0,09t_{I}+0,20t_{II}-0,04X_{II}+0,29$	0,76	-2,6; 4,1; -2,0
		$Si_{VIII}=-0,04X_{IX}-0,02X_{XI}-0,23$	0,70	-2,93; -2,60
	20	$Si_{VI}=0,12t_{III}-0,10t_{IV}-0,37$	0,59	2,80; -2,17
	16	$Si_{VII}=0,03X_{II}+0,08t_{III}-0,21t_{IV}-0,15X_{IV}+2,36$ $Si_{VII}=0,03X_{II}-0,24t_{VI}-0,02X_{VI}+2,22$	0,88 0,80	2,9; 3,0; -3,4; -4,6 2,3; -3,2; -4,72
Карасук	18	$Si_{V}=-0,10t_{I}+0,08X_{I}-0,08X_{III}-4,14$	0,67	-2,3; 2,32; -2,51
	16	$Si_{VIII}=0,18t_{II}-0,18t_{III}-0,08X_{I}+0,34$ $Si_{VIII}=-0,02X_{IX}-0,05X_{XI}-0,09t_{XII}-1,92$	0,75 0,73	3,18; -2,62; 2,71 -2,1; -3,1; -2,31
Камень-на-Оби	18	$Si_{VI}=0,06t_{II}+0,02X_{V}-1,91$	0,82	2,42; 4,86
		$Si_{VI}=0,02X_{V}-2,99$	0,74	4,50
	17	$Si_{VII}=-0,26t_{IV}-0,02X_{VI}-0,16$	0,88	-5,64; -5,62
	15	$Si_{VIII}=0,28t_{VI}+0,02X_{VI}+0,02X_{VII}-9,09$	0,79	2,14; 2,30; 2,18
Бийск	18	$Si_{IX}=0,32t_{VI}-7,98$	0,59	2,95
	17	$Si_{VI}=-0,09X_{XI}-0,27t_{V}-0,04X_{IV}+3,45$	0,82	-2,1; -2,77; -5,10
	19	$Si_{VIII}=-0,14t_{IX}+0,01X_{X}+0,02X_{XI}+1,21$	0,87	-2,33; 3,08; 6,48
Рубцовск	17	$Si_{IX}=-0,21t_{I}+0,21t_{II}-2,69$	0,69	-3,58; 2,78
	19	$Si_{V}=0,14t_{XI}-1,36$	0,72	4,32
	17	$Si_{VII}=0,15t_{III}-0,22t_{IV}-0,08$	0,64	2,62; -2,93
Славгород	19	$Si_{VIII}=0,04X_{I}+0,02X_{IV}-3,29$ $Si_{VIII}=0,11t_{III}-0,25t_{IV}+0,03X_{VI}-1,17$	0,67 0,74	2,57; 2,55 2,72; -3,65; 3,57
	18	$Si_{V}=0,16t_{IX}-0,27t_{X}-3,55$	0,66	2,12; -2,56
	18	$Si_{VI}=-0,42t_{X}+0,02X_{X}-1,83$	0,70	-3,26; 2,46
	13	$Si_{VIII}=0,33t_{III}-2,79X_{I}+0,03X_{IV}+1,36$	0,90	5,72; -2,79; 3,54

Примечание: n – число случаев, X – атмосферные осадки (мм), t – средняя температура воздуха (°C), подстрочные знаки у X и t – II, IV, ... – месяц года, R – множественный коэффициент корреляции.

Note: n – number of cases, X – atmospheric precipitation (mm), t – average air temperature (°C), subscripts for X and t – II, IV, ... – month of the year, R – multiple correlation coefficient.

За рассматриваемый период выявлена наибольшая повторяемость слабого переувлажнения: на севере региона (Томск, Болотное) в мае-июле, на западе (Омск) – в июне-августе, на юге (Рубцовск, Славгород) – июнь, сентябрь, на юго-востоке (Бийск) – в мае, и в центральных районах (Барабинск) – в июне.

Переувлажнение средней степени характерно в мае для метеостанций Камень-на-Оби, Славгород, Рубцовск, в июне – Омск, Камень-на-Оби, в августе – Томск, Бийск, и в сентябре – Болотное, Барабинск, Карасук, Камень-на-Оби. Повторяемость сильного переувлажнения за рассматриваемый период не превышает 6% случаев, в северных районах в мае, в южных – в июне.

Таблица 2

Повторяемость положительных ($\geq 120\%$) и отрицательных ($\leq 80\%$) аномалий осадков в осенне-зимний и весенний сезоны за 1950-1917 годы
 [Table 2. Repeatability of positive ($\geq 120\%$) and negative ($\leq 80\%$) precipitation anomalies in the autumn-winter and spring seasons for 1950-1917]

Метеостанция / Weatherstation	IX		XI		I		II		IV	
	n/ ≥ 120	n/ ≤ 80	n/ ≥ 120	n/ ≤ 80	n/ ≥ 120	n/ ≤ 80	n/ ≥ 120	n/ ≤ 80	n/ ≥ 120	n/ ≤ 80
Томск	8/47	4/24	7/41	4/24	7/41	7/41	5/29	7/41	3/18	7/41
Болотное	4/27	7/47	4/27	6/40	3/20	6/40	6/40	5/33	2/15	8/53
Омск	3/18	11/61	6/33	7/39	8/44	6/33	6/33	8/44	7/39	8/44
Барабинск	3/19	10/63	6/38	5/31	5/31	8/50	4/25	6/38	6/38	8/50
Карасук	6/38	6/38	5/31	7/44	5/31	9/56	2/13	9/56	7/44	7/44
Камень-на-Оби	3/20	7/47	5/33	5/40	5/33	7/47	6/40	7/47	9/60	5/33
Бийск	4/22	6/33	7/39	11/61	5/28	9/50	6/33	6/33	8/44	7/39
Рубцовск	4/23	6/35	4/23	6/35	4/23	6/35	5/29	7/41	3/18	10/59
Славгород	4/31	8/61	4/31	5/38	4/31	5/38	4/31	5/38	4/31	6/46

Избыточное увлажнение одновременно бывает в среднем примерно на двух станциях. Наибольший охват избыточным увлажнением (75 % и более площади) характерен для 1960 и 1972 года – в течение трех-пяти месяцев. В 1954, 1958 годах избыточное увлажнение различной степени интенсивности отмечалось в течение трех месяцев на метеостанциях Карасук, Славгород, Рубцовск и Бийск; в 1992 году с июня по сентябрь – в Славгороде.

В 1960 году самым влажным был июль в Омске, Болотное, Барабинске, Карасуке, Славгороде (количество атмосферных осадков выпало больше нормы в 1,5-3 раза). В 1972 году на севере, западе и юго-западе исследуемой территории самым влажным был июнь, на востоке и юго-востоке – июль. В 17-21 % случаев влажные условия и избыточное увлажнение были продолжительностью два месяца (чаще всего в Карасуке, Барабинске, Бийске).

Анализ повторяемости числа избыточного увлажнения средней и сильной степени по десятилетиям показал, что самыми влажными были периоды 1951-1960 годы (Бийск, Славгород), 1961-1970 годы (Омск, Томск), 1951-1960 и 1971-1980 годы (Болотное, Барабинск, Карасук, Камень-на-Оби, Рубцовск). Повторяемость влажных периодов в XXI веке уменьшилось в 2-3 раза (в большинстве случаев продолжительностью один месяц). В конце десятилетия 1991-2000 годов и в начале 2001-2010 годов отмечались в основном обширные и длительные засухи [4].

Установлено, что определенный вклад в формирование избыточного увлажнения вносят пред-

шествующие условия тепло- и влагообеспеченности текущего и предыдущего года (таблицы 1, 2).

Значимые коэффициенты корреляции между индексами атмосферного увлажнения ($-2,0 < S_i < -1$; $S_i < -2,1$) и предшествующими условиями тепло- и влагообеспеченности выявлены лишь в отдельные месяцы, тем не менее, их вклад может быть существенным.

Тесные связи избыточного увлажнения с предшествующими условиями тепло и влагообеспеченностью текущего и предыдущего года получены для августа для всех пунктов (за исключением Болотное). Температура воздуха в большинстве случаев на всей рассматриваемой территории отмечалась ниже нормы в феврале и марте.

Коэффициенты множественной корреляции между индексами атмосферного увлажнения августа и предшествующими условиями тепло- и влагообеспеченности составили 0,46-0,90, t -критерий Стьюдента – 2,02...5,72. При уровне значимости 0,05 значение коэффициента корреляции равно 0,23 [10].

Наибольший вклад в формирование избыточного увлажнения различной степени интенсивности в августе вносит дефицит атмосферных осадков (выпадение осадков менее 80 % от нормы) в сентябре на западе (Омск – 61 % случаев), в ноябре – на юго-востоке (Бийск – 63 % случаев), в январе – в центральных районах (Барабинск, Карасук – 50-56 % случаев), в феврале – на западе (Омск – 44 % случаев) и в апреле – в центральных районах (Барабинск – 50 % случаев) и на юге (Славгород, Рубцовск – 46-59 % случаев).

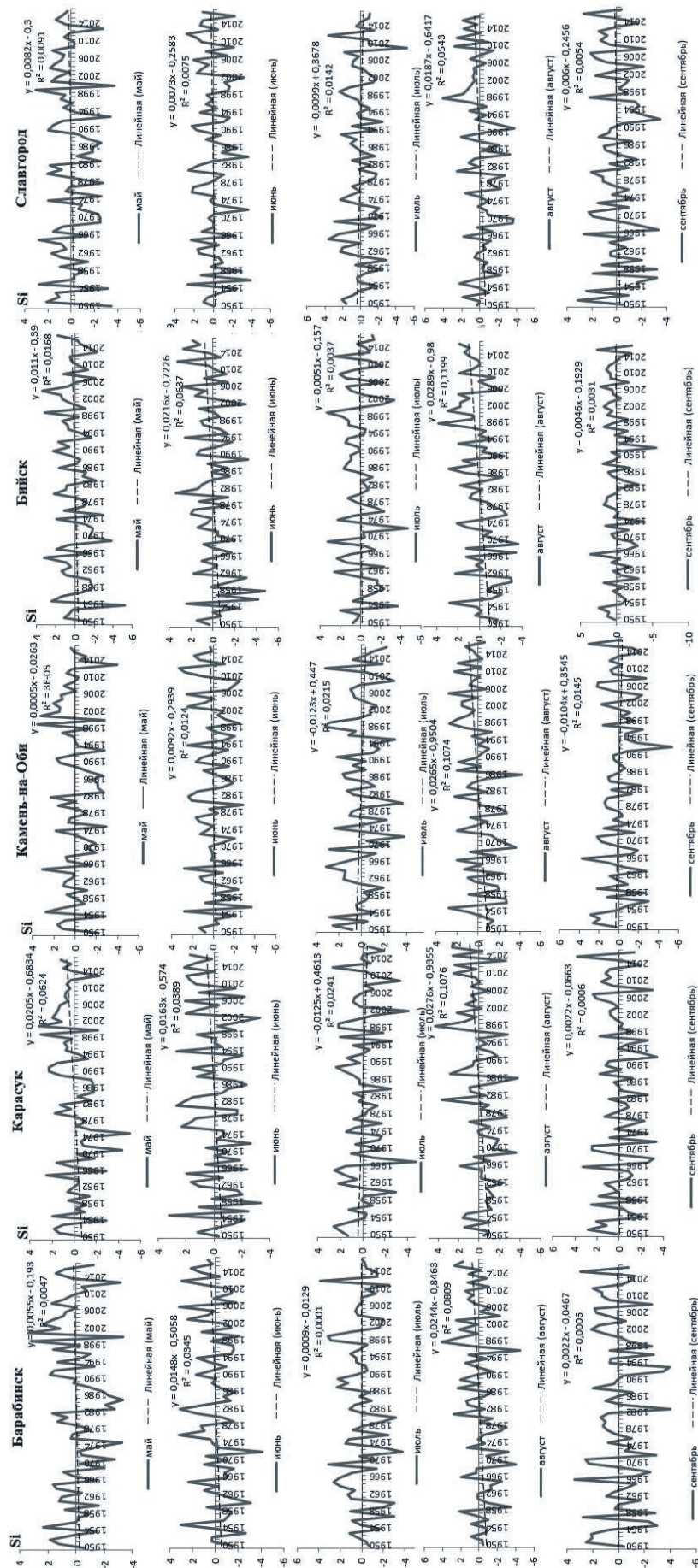


Рис. 2. Временной ход и линейный тренд индекса атмосферного увлажнения за 1950-2017 гг. на юго-востоке Западной Сибири [Fig. 2. Time course and linear trend of the atmospheric humidification index for 1950-2017 in the south-east of the Western Siberia]

При движении с севера на юг исследуемого региона (за исключением, Рубцовска) в августе увеличивается повторяемость засушливых условий (рис. 2). За исследуемый период отмечается увеличение индекса Si в центральных и южных районах – Карасук (май, август), Камень-на-Оби (август), Бийск (июнь, август) и Барабинск, Славгород (август). В июле на всей исследуемой территории выявлена статистически не значимая тенденция уменьшения индекса Si.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно проведенному исследованию пространственно-временной структуры избыточного увлажнения на юго-востоке Западной Сибири за 1950-2017 годы, можно сделать следующие выводы.

1. Избыточное увлажнение различной интенсивности может формироваться в любом месяце, и продолжаться с мая по сентябрь.

2. Тесные связи избыточного увлажнения с предшествующими условиями тепло и влагообеспеченностью текущего и предыдущего года получены для августа для всей рассматриваемой территории (за исключением Болотное).

3. За период 1950-2017 годы в августе в южных и юго-восточных районах выявлена тенденция уменьшения повторяемости избыточного увлажнения различной степени интенсивности, что свидетельствует о повышении засушливости территории в теплый период.

4. Близкие климатические циклы температуры и осадков наблюдаются над соседним на юге граничащем с Западной Сибирью Казахстаном [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации*. М., Росгидромет, 2014. 60 с.

2. *Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год*. М., Росгидромет, 2019. 79 с.

3. Капустянчик С. Ю., Добротворская Н. И. Особенности гидротермических условий почв в лесостепи Новосибирского Приобья // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 2015, № 6 (128), с. 54-58.

4. Литвинова О. С., Гуляева Н. В. Анализ временных рядов осадков Обь-Иртышского междуречья в XX - начале XXI вв. // *Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата*. Ханты-Мансийск. Кафедра ЮНЕСКО Югорского государственного университета, 2010, № 1, с. 38-45.

5. Литвинова О. С., Гуляева Н. В. Макроциркуляционные условия атмосферных засух на юге Урала и Западной Сибири в XX начале XXI вв. // *Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ*, 2017, № 1(8), с. 47.

6. Литвинова О. С., Гуляева Н. В. Структура фаз летнего сезона на юго-востоке Западной Сибири // *Географический вестник*, 2016, № 4 (39), с. 57-69.

7. Педь Д. А. О показателе засухи и избыточного увлажнения // *Труды ГМЦ СССР*, 1975, вып. 156, с. 19-39.

8. Шаманин В. П., Моргунов А. И., Петуховский С. Л., Трущенко А. Ю., Потоцкая И. В., Краснова Ю. С., Каракоз И. И., Пушкарев Д. В. Погрешение климата и урожайность яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири // *Современные проблемы науки и образования*, 2014, № 1, с. 383-393.

9. Шторм Р. *Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества*. М., Мир, 1970. 344 с.

10. Чередниченко А. В., Чередниченко А. В., Чередниченко В. С. Современные климатические циклы во временных рядах температуры и осадков над Казахстаном // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2017, № 4, с. 15-34.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 29.11.2019

Принята к публикации: 26.07.2020

Spatial and Temporal Structure of Over Humidification in the South-East of the Western Siberia in the XX-th and Beginning of the XXI Centuries

O. S. Litvinova ✉

*Novosibirsk State Pedagogical University, Russian Federation
(28, Viluykaya St., Novosibirsk, 630126)*

Abstract: The purpose of the study is to study the spatial-temporal structure of excessive moisture in the South-East of the Western Siberia.

Methods and materials. This paper is based on calculation and analysis of the atmospheric humidity index (Si) for 9 weather stations in the South-East of the Western Siberia for the period from 1950 to 2017, the spatial and temporal structure of over humidification was studied: $-2,0 < Si < -1,1$ – weak waterlogging; $-3,0 < Si < -2,1$ – medium waterlogging, $Si < -3,1$ – strong waterlogging. In this paper, a regression analysis is performed between over humidification and previous conditions of heat and moisture supply in the current and previous years. Analysis of linear trends allowed us to determine the General trend of the Si index for May to September.

Results and discussion. Normal hydration is observed in 50 % of cases. The forming of “wet periods” of different intensity is possible in any month, and can lasts from May to September. A slight over humidification ($-2,0 < Si < -1,1$) had been noted in the South East of Western Siberia. At the same time excess moisture is on average approximately two stations. The frequency of wet periods in the XXI century decreased by 2-3 times.

Conclusion. The author analyzes a difference between over humidification and the heat and moisture during the current and previous years. The closest points between forming of over humidification were obtained: in August according to a precipitation deficit ($\leq 80\%$ out of the norm); in September – in the West of the region, and in November – in the South East. During the period of 1950-2017, in August in the southern and South-Eastern regions, a tendency to reduce the frequency of excessive humidification of various degrees of intensity was revealed, which indicates an increase in the aridity of the territory during the warm period.

Key words: Western Siberia, large-scale index of atmospheric humidity, vegetation period, excessively humid conditions.

For citation: Litvinova O.S. Spatial and temporal structure of over humidification in the South-East of the Western Siberia in the XX-th and beginning of the XXI centuries. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Geografia geoekologia*, 2020, No. 3, pp. 24-31. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2020.3/3020>

REFERENCES

1. *Vtoroy otsenochnyy doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata I ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii* [The second assessment report by Roshydromet on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation]. Moscow, Roshydromet Publ., 2014. 60 p. (In Russ.)
2. *Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiyskoy Federatsii za 2018 god* [The report on climate features in the Russian Federation for 2018]. Moscow, Roshydromet Publ., 2019. 79 p. (In Russ.)
3. Kapustyanchik S. Yu., Dobrotvorskaya N. I. Osobennosti gidrotermicheskikh usloviy pochv v lesostepi Novosibirskogo Priob'ya [Features of hydrothermal conditions

of soils in the forest-steppe of the Novosibirsk Ob Region]. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2015, no. 6 (128), pp. 54-58. (In Russ.)

4. Litvinova O. S., Gulyaeva N. V. Analiz vremennykh ryadov osadkov Ob'-Irtyskogo mezhdurech'ya v XX-nachale XXI vv [Analysis of the time series of precipitation of the Ob-Irtys interfluvium in the 20-th and early 21-st centuries]. *Environmental dynamics and global climate change*. Khanty-Mansiysk. UNESCO Chair of Ugra State University, 2010, no. 1, pp. 38-45. (In Russ.)

5. Litvinova O. S., Gulyaeva N. V. Makrotsirkulyatsionnyye usloviya atmosferykh zasukh na yuge Urala i Zapadnoy Sibiri v XX nachale XXI vv. [Macro-circulation conditions of atmospheric droughts in the South of the Urals and Western Siberia in the XX and early XXI centuries].

© Litvinova O.S., 2020

✉ Olga S. Litvinova, e-mail: olg.litwino2011@yandex.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Electronic Scientific and Methodological Journal of the Omsk State Agrarian University, 2017, no. 1 (8), pp. 47. (In Russ.)

6. Litvinova O. S., Gulyaeva N. V. Struktura faz letnego sezona na yugo-vostoke Zapadnoy Sibiri [The phase structure of the summer season in the Southeast of Western Siberia]. *Geographical Bulletin*, 2016, no. 4 (39), pp. 57-69. (In Russ.)

7. Ped D. A. O pokazatele zasukhi i izbytochnogo uvlazhneniya [On drought and excess moisture indicator]. *Transactions of the USSR State Center for Hydromechanics*, 1975, issue 156, pp. 19-39. (In Russ.)

8. Shamanin V. P., Morgunov A. I., Petukhovskiy S. L., Trushchenko A. Yu., Pototskaya I. V., Krasnova Yu. S., Karakoz I. I., Pushkarev D. V. Potepleniye klimata i urozhaynost' yarovoy pshenitsy v usloviyakh yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri [Climate warming and spring wheat produc-

tivity in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia]. *Modern problems of science and education*, 2014, no. 1, pp. 383-393. (In Russ.)

9. Storm R. *Teoriya veroyatnostey. Matematicheskaya statistika. Statisticheskyy kontrol' kachestva* [Probability Theory. Mathematical statistics. Statistical quality control]. Moscow, Mir Publ., 1970. 344 p. (In Russ.)

10. Cherednichenko A. V., Cherednichenko A. V., Cherednichenko V. S. Sovremennyye klimaticheskiye tsikly vo vremennykh ryadakh temperatury i osadkov nad Kazakhstanom [Modern climate cycles within time-series of temperature and downfalls over Kazakhstan]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Geografya geoekologia*, 2017, no. 4, pp. 15-34. (In Russ.)

Conflict of interests: The author declares no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 29.11.2019

Accepted: 26.07.2020

Литвинова Ольга Сергеевна
кандидат географических наук, доцент кафедры географии, регионоведения и туризма, Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3225-5465>, e-mail: olg.litwino2011@yandex.ru

Olga S. Litvinova
Cand. (Geogr.) Sci., Associate Professor of the Departments of Geography, Regional Studies and Tourism, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3225-5465>, e-mail: olg.litwino2011@yandex.ru