

## ИЗМЕНЕНИЯ В КОМПОНЕНТАХ СТЕПНЫХ ГЕОСИСТЕМ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ В УСЛОВИЯХ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

© 2022 г. Н.Д. Давыдова

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН*

*Россия, 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, д. 1. E-mail: davydova@irigs.irk.ru*

Поступила в редакцию 27.05.2021. После доработки 11.10.2021. Принята к публикации 12.10.2021

Одной из проблем развития общества на Земле стало изменение климата вследствие повышения температуры воздуха, которое для разных регионов было и остается неравнозначным. Проведен анализ многолетних данных по температуре воздуха, атмосферным осадкам и влажности глубокопромерзающих мучнисто-карбонатных черноземов Онон-Аргунской степи Юго-Восточного Забайкалья. Показано, что очередной сухой период 1999-2020 гг. отличается от предыдущего 1965-1981 гг. существенным повышением температуры и неоднозначным годовым количеством атмосферных осадков. По этим показателям он делится на две части: очень сухую теплую и влажную очень теплую. В наиболее сухой период (2001-2011 гг.) запасы влаги в почвах большую часть времени находились на уровне влажности завядания и ниже. В природе наблюдались такие катастрофические явления, как повсеместное усыхание древостоев, исчезновение озер, в том числе крупного – Барун-Торей. С 2012 г. количество атмосферных осадков увеличилось, но мало повлияло на запасы влаги почв и пополнение объема воды в озерах. Вследствие этого к 2018 году практически исчезла акватория другого крупного озера Торейской депрессии – Зун-Торей. Днища высохших озер превратились в содово-сульфатные натриевые и содово-хлоридно-сульфатные натриевые солончаки. В наземном травостое степей наблюдалось внедрение в состав сообществ ксерофильных видов, а также снижение его высоты и густоты. Надземная растительная масса уменьшилась в 1.5-2.0 раза.

*Ключевые слова:* глобальное потепление, Онон-Аргунская степь, атмосферные осадки, температура воздуха, влажность, почва, усыхание озер, растительность, ксерофильные виды, древостой.

**DOI: 10.24412/1993-3916-2022-1-3-10**

В последние 100 лет одной из проблем развития общества на Земле стало изменение климата. Считается, что главной причиной, влияющей на температуру атмосферы Земли, является повышение концентрации парниковых газов (Изменения климата ..., 2002), которая может быть дополнительной, а основной – факторы орбитального характера (Параев, Еганов, 2013; Покровский, 2010). Наибольшее повышение температуры (до 1.4-16°C) наблюдается в районах Сибири, Дальнего Востока и южной части Урала. На территории России оно составило 1.29°C при среднем глобальном значении 0.74±0.18°C (Оценочный доклад ..., 2008). В последнее время (1976-2018 гг.), по данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, скорость роста среднегодовой температуры воздуха составила 0.47°C за 10 лет, что в 1.5 раза больше средней скорости потепления над сушей земного шара. Увеличивается также и количество выпадающих атмосферных осадков, которое в целом по России составляет 5% от нормы за 10 лет в основном за счет весеннего сезона (Доклад ..., 2019). Из материалов доклада следует, что климат на территории России становится более теплым и влажным. Такие сведения представляют большую ценность, т.к. количество и соотношения тепла и влаги являются главными факторами формирования на Земле географических зон и их структурных особенностей внутри каждой зоны (Григорьев, 1964), а также обеспечивают нормальную жизнедеятельность человека и всего живого.

Исследования показывают, что в разных регионах изменения гидротермических показателей осуществляется по-разному. Если в Калмыкии (Шумова, 2020) и Каменной степи (Чевердин, Зборищук, 2009) идет процесс гумидного потепления, то в сухих степях Поволжья (Пугачева, 2020),

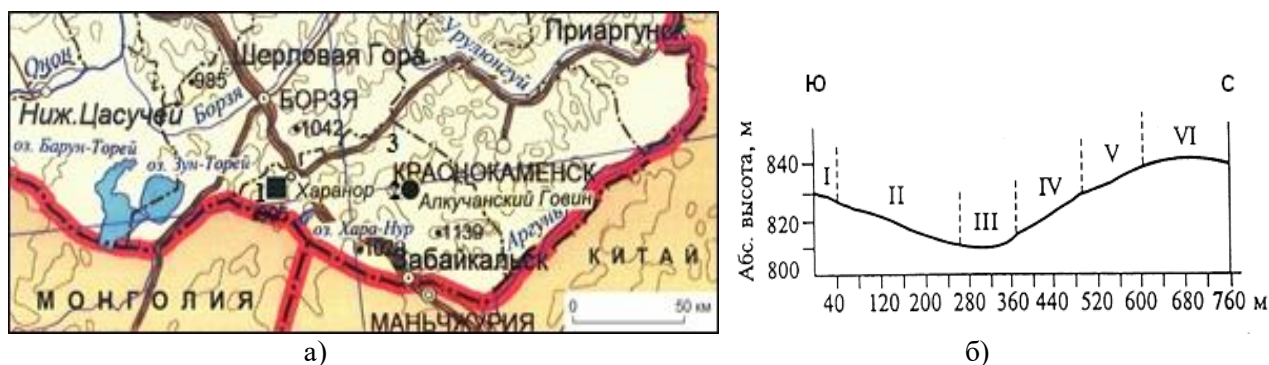
напротив, особенности влагообеспечения свидетельствуют об изменении климата в сторону аридизации. Особенно ярко этот процесс проявился в первое десятилетие XXI века на востоке Центральной Азии. Многими исследователями установлены катастрофические признаки аридизации: иссушение водоемов и болот (Замана, 2010; Slynko et al., 2010; Sirin et al., 2010; Давыдова, 2020), гибель древостоев (Malykh et al., 2015; Давыдова, 2014), снижение численности краснокнижных птиц (Горошко, 2010), смещение границы опустыненных степей к северу (Иванов и др., 2010).

Цель нашего исследования – выявить тренды изменения гидротермических условий Юго-Восточного Забайкалья и их влияние на компоненты степных геосистем.

### Объекты и методы исследования

Район исследования – Онон-Аргунская степь, расположенная в междуречье Онона и Аргуни (рис. 1а) на стыке трех физико-географических областей: Центральноазиатской, горной Южносибирской, горной Байкало-Джугджурской. По своим природным свойствам она отнесена к Центральноазиатской области (Сочава, 1964) и занимает обширную территорию (около 50 тыс. км<sup>2</sup>) Юго-Восточного Забайкалья, простираясь с запада на восток свыше 300 км и с севера на юг – свыше 150 км. Основными чертами данной территории являются континентальность климата, недостаточное увлажнение, обилие солнечного света, островное распространение вечной мерзлоты и отрицательные среднегодовые температуры. Зима холодная и малоснежная при средней температуре января от минус 24°C до минус 34°C. Абсолютный максимум положительных температур – 40°C. Среднемесячные температуры июля составляют 18-20°C. Годовое количество осадков неустойчиво во времени и меняется от 150 до 400 мм. Их распределение в течение года крайне неравномерно и приурочено к летнему сезону (Климатический ..., 1958).

Природа региона исследования (рис. 1а) достаточно изучена. Комплексные исследования были проведены в периоды 1958-1960 и 1962-1980 гг. сотрудниками Института географии СО РАН под руководством В.Б. Сочавы. Было установлено, что критическими показателями развития степных геосистем топологического уровня являются тепло и влага, а результатом их взаимосвязи – биологическая продукция (Алкучанский говин, 1964; Топология степных ..., 1970). В 2001 г. после 20-летнего перерыва в связи с изменением климата натурные наблюдения были возобновлены на Харанорском ключевом участке, расположенном в отрогах Нерченского хребта с ясно выраженным мелкосопочным рельефом (рис. 1б). Вследствие развития криоксерофитных степей в условиях дефицита влаги и недостаточной обеспеченности теплом они рассматриваются нами как чуткий индикатор на глобальные изменения лимитирующих факторов природной среды – тепла и влаги.



**Рис. 1.** Район исследований, в том числе ключевые участки степного физико-географического стационара Института географии СО РАН. Условные обозначения: а) 1 ■ – Харанорский (1962-1980, 2001-2020 гг.); 2 ● – Алкучанский говин (1958-1960 гг.); 3 — — железные дороги; б) профиль Харанорского ключевого участка; I-VI – физико-географические фации: I – элювиальная фация вершины сопки, II – трансэлювиальная фация склона северной экспозиции, III – элювиально-аккумулятивная фация днища пади, IV – трансэлювиально-аккумулятивная фация нижней части южного склона, V – трансэлювиальная фация средней части южного склона, VI – элювиальная фация древней поверхности выравнивания (Давыдов, 2014).

Для оценки состояния компонентов геосистем, развивающихся в новых условиях, изучались следующие показатели: влажность почвы, солевой состав почвенных растворов и озерной воды, растительный покров, флористический состав растительных сообществ и надземная растительная масса. При этом анализировались материалы как литературных источников, так и собственных наблюдений (Давыдова, Снытко, 1971; Вещество ..., 1984; Изучение ..., 1976; Дубынина, Давыдова, 2005; Давыдова, 2015, 2020). Для оценки климата использовали количественные данные по температуре воздуха и атмосферным осадкам метеостанции Борзя.

До 1980 года исследования на Харанорском ключевом участке велись по широкой программе с применением метода комплексной ординации (Топология степных ..., 1970). Влажность почвы в 1962-1965 гг. определялась В.И. Бычковым (1968) весовым методом (Роде, 1960). Далее работы выполнялись Н.Д. Давыдовой и Л.В. Мироненко. Образцы почв на влажность отбирались по шести фациям два раза в месяц круглогодично.

В 2001-2020 гг. наблюдения вели за наиболее чувствительными показателями природной среды ежегодно в августе (в период наибольшего увлажнения). Количественный учет фитомассы вели методом укосов (Дружинина, 1973) в 3-5-кратной повторности с площади ограниченной металлической рамкой 50x50 см. Виды растений определяли по «Определителю растений юга Красноярского края» (1979) и корректировали по данным А.А. Горшковой (1966). Структура растительного покрова каждый раз фиксировалась с помощью фотокамеры (Волкова, 1965; Дубынина, Давыдова, 2005). Для определения влажности и водорастворимых веществ почвы на шести фациях ключевого участка в рамках постоянной площади закладывали почвенные разрезы или бурили скважины на глубину 100 см доминирующих здесь глубокопромерзающих черноземов (рис. 1б). Образцы почв отбирали каждые 10 см и помещали в герметичную упаковку. Варьирование показателей нивелировалось 3-5-кратной повторностью отбора проб из стенок разреза или увеличением буровых скважин (Дмитриев, 1972).

В период 1969-1980 гг. лабораторные работы, в том числе по химическому анализу водорастворимых солей в почвах и озерах проводились автором на базе степного Харанорского физико-географического стационара с применением соответствующих методик (Аринушкина, 1970; Алекин и др., 1973). В 2000-е гг. отобранные пробы доставляли в Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН и анализировали в сертифицированном химико-аналитическом центре с участием автора. Количество влаги в образцах почвы определяли также весовым методом (Роде, 1960), содержание водорастворимых солей – методами количественного химического анализа (КХА), приведенными в соответствующих методиках (Аринушкина, 1970; Руководство ..., 2009). При этом концентрации металлов определяли более современными способами на спектрометре атомно-эмиссионном с индуктивно связанной плазмой Optima 2000 DV фирмы Perkin Elmer и соответствующей методике (ПНДФ ..., 2008). Статистическая обработка результатов (КХА) проведена по работе В.И. Губина и В.Н. Осташкова (2007).

### Результаты и их обсуждение

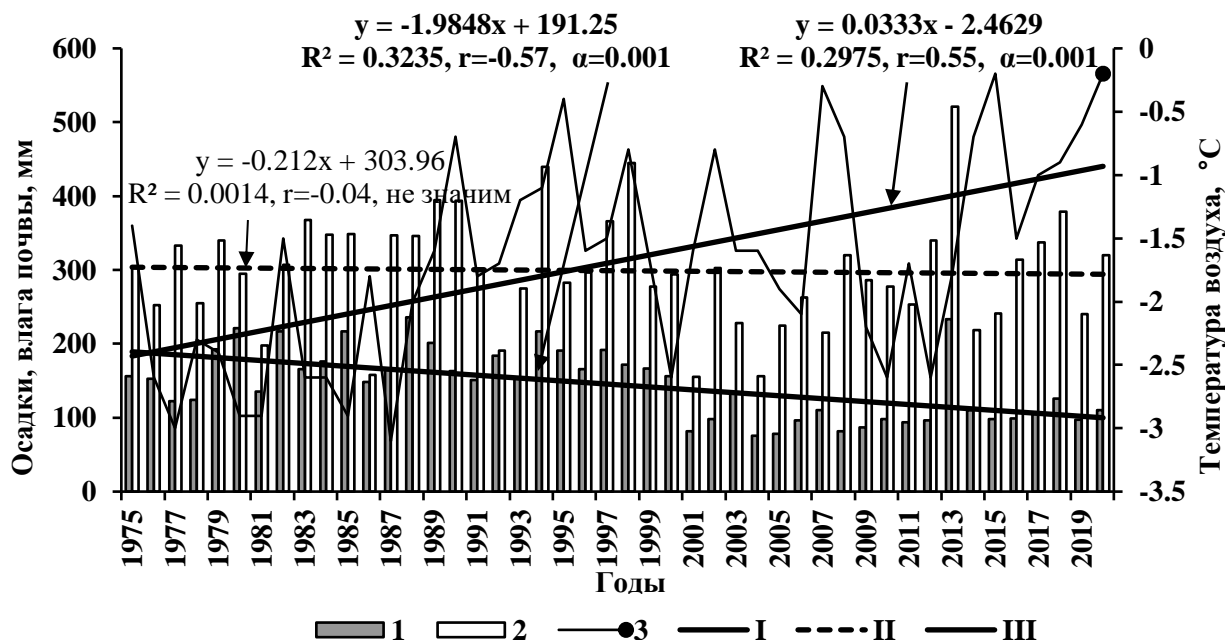
Характерной чертой климата исследуемой территории является цикличность – чередование влажных (1955-1964, 1982-1998 гг.) и сухих (1965-1981, 1999-2020 гг.) периодов. Анализ количественных данных по температуре воздуха и атмосферным осадкам 1940-2020 гг. показал, что их годовое поступление в среднем составляет 302 мм. Влажные 1955-1964 гг. и сухие 1965-1981 гг. были холодными и близкими по величине температуры воздуха (табл.). Последующий влажный период (1982-1998 гг.) отличается заметным потеплением, о чем можно судить по величине отклонения от среднего значения температуры ( $-2.54^{\circ}\text{C}$ ). Современный сухой период (1999-2020 гг.) характеризуется постоянным увеличением тепла и неоднозначным поступлением осадков, поэтому он подразделяется на две части: очень сухую, теплую 1999-2011 гг. и умеренно влажную, очень теплую 2012-2020 гг.

В условиях снижения прихода атмосферных осадков и одновременном увеличении температуры воздуха в 1999-2011 гг. запас влаги в слое почвы 0-100 см по сравнению с предыдущими годами существенно уменьшился (рис. 2). В переходный период (1999, 2000 гг.) увлажнение почвы еще поддерживалось на уровне 160-170 мм за счет осадков предыдущего влажного периода, но впоследствии с 2001 по 2011 гг. запас влаги в почве большую часть времени находился на уровне

50-100 мм. В период 2012-2020 гг. количество осадков увеличилось, но из-за повышения температуры запас влаги в слое почвы 0-100 см не достигал уровня сухих 1965-1981 годов и находился на 50 мм ниже, а по сравнению с влажными периодами был на 75-100 мм ниже (рис. 3).

**Таблица.** Гидротермические показатели Онон-Аргунской степи для разных периодов.

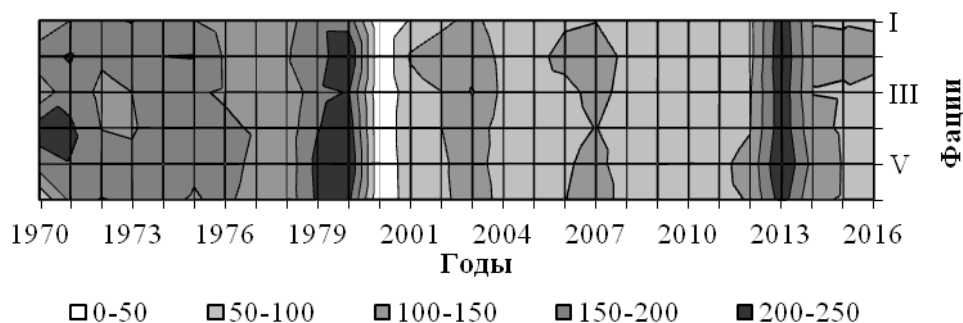
Периоды: влажные и сухие, годы	Осадки, мм		Температура воздуха, °С		Запас влаги в слое почвы 0-100 см		Длитель- ность периодов, годы
	Годовая сумма	Отклонение от нормы	Средне годовая	Отклонение от нормы	Средне годовой	Отклонение от нормы	
1940-1954	304	+ 2	-2.44	+0.10	нет	нет	15
1955-1964	325	+23	-2.72	+0.18	255	+37	10
1965-1981	277	-25	-2.47	+0.07	182	-36	15
1982-1998	330	+ 28	-1.65	+0.89	183	-35	17
1999-2020	280	-22	-1.39	+1.15	110	-108	22
1999-2011	250	-52	-1.65	+0.89	104	-114	13
2001-2011	244	-58	-1.65	+0.89	94	-114	11
2012-2020	323	+21	-1.03	+1.51	119	-99	9



**Рис. 2.** Динамика показателей гидротермических условий Онон-Аргунской степи. Условные обозначения: 1 – запас влаги в слое почвы 0-100 см, 2 – атмосферные осадки, 3 – температура воздуха, I-III – линейное изменение показателей.

Пространственное распределение влаги в почвах топогеосистем зависит от многих факторов, таких как интенсивность выпадения атмосферных осадков, рельеф местности (уровень расчлененности, экспозиция и крутизна склонов), высота и густота травостоя, гранулометрический состав минеральной субстанции, наличие и длительность сезонной мерзлоты. Их влияние на распределение влаги в большей мере проявляется во влажные годы и периоды. Заметную распределительную функцию осадков в данных условиях выполняет рельеф местности. Так, при наличии поверхностного стока почвы фаций пологих склонов и днища падей получают больше влаги по сравнению с почвами вершинных поверхностей. Если во влажные периоды по запасам влаги в почвах проявлялись фацциальные различия (Бычков, 1968), то в настоящее время различия нивелировались. Так, ранее более увлажненные черноземы нижней части склона вострещово-

ковыльной фации IV и лугово-черноземные почвы западины зубровка-вейниковой фации III, где запасы влаги пополнялись за счет поверхностного стока, при его отсутствии оказались наименее увлажненными (рис. 3). Несколько большим ее запасом выделяются черноземы северного склона фации II.



**Рис. 3.** Запас влаги (мм) в слое почвы 0-100 см в годы многолетних засух 1965-1981 гг. и 1999-2020 гг. степных физико-географических фаций (I-VI) Харанорского ключевого участка (фрагмент). Условные обозначения: МГ – максимальная гигроскопичность, ВЗ – влажность завядания, ВРК – влажность разрыва капиллярной связи, НВ – наименьшая влагоемкость. Соответствие значений категориям влажности: 50-100 мм (МГ-ВЗ), 100-150 мм (ВЗ), 150-200 мм (ВРК), 200-250 мм (ВРК-НВ).

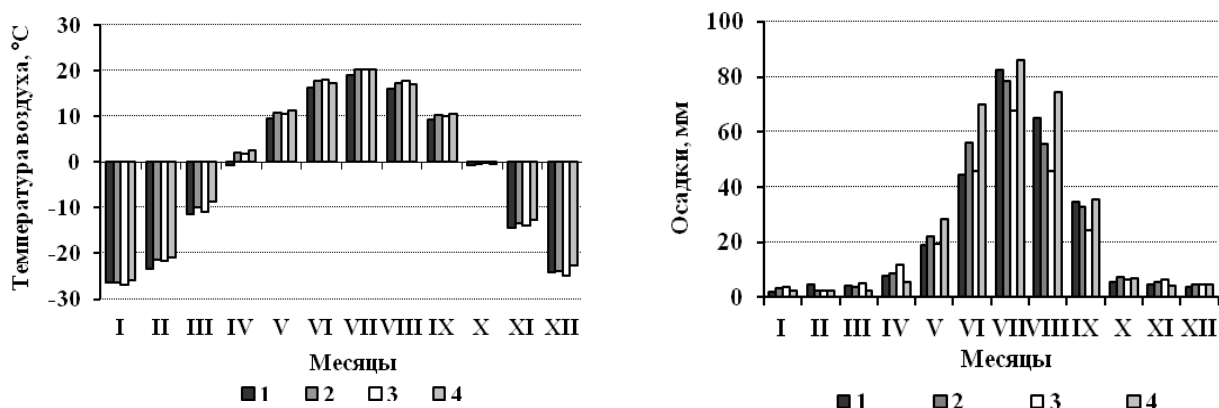
Особенность водного режима почв Юго-Восточного Забайкалья заключается в осенней влагозарядке, за счет которой поддерживается запас влаги в последующий год. При этом большое влияние на распределение влаги в почвенном профиле оказывает длительная сезонная мерзлота. В осенне-зимний период влага движется вверх к фронту промерзания, а весной – вниз за фронтом оттаивания. Вследствие этого в весенний период ее количество может достигать величины наименьшей влагоемкости, поддерживая нормальное развитие растений в начале вегетации. Постепенно влага расходуется на десугию и физическое испарение, и в первой половине июня ее запас в верхнем легкосуглинистом слое почвы 0-50 см становится на уровне влажности завядания и ниже (Давыдова, 2014). Во время летне-осенних дождей запас влаги в почвах вновь пополняется (Изучение ..., 1976). В период длительных засух эта важная региональная особенность не проявляется.

Кроме изменений среднегодовой температуры воздуха и годового количества атмосферных осадков за многолетний период важны сведения и о таковых распределениях по сезонам года. Если ранее, в общем, говорилось о потеплении на территории России в зимний период, то в последнее время ситуация изменилась в пользу повышения летних температур и увеличения выпадения атмосферных осадков весной (Доклад, 2019). Для степей Юго-Восточного Забайкалья характерно увеличение температуры, как в зимнее, так и в летнее время с трендом в область положительных температур в весенний период. Наибольшее ее повышение (на 2.5-3°C) отмечалось в апреле 2012-2020 гг. (рис. 4а). Распределение поступающих атмосферных осадков в течение года неравномерное (рис. 4б). Основное их количество, как и до потепления, приходится на летний период, с максимумом в июле месяце. Характер их распределения также практически не изменился, чего нельзя сказать о количестве.

Выделяется экстремально сухой (244 мм/год) период 2001-2011 гг. с дефицитом поступившей влаги в 44 мм в летние месяцы и сентябре. Напротив, в весеннее время, увлажнение увеличилось, хотя и не на много (на 10 мм). В общем, указанный 11-летний период выделяется как наиболее сухой за последние 100 лет, с годовым минусом прихода влаги, равным 33 мм, по сравнению с прежним сухим периодом (1965-1981 гг.). В дальнейшем (2012-2020 гг.) количество атмосферных осадков увеличилось в среднем до 323 мм/год (с максимумом – 521 мм), а температура повысилась еще на 0.62°C, что в среднем за год составило -1.03°C. От среднего значения температура воздуха отклонилась в сторону потепления на 1.51°C (табл.).

Острый недостаток влаги в почве 2001-2011 гг. катастрофически сказался прежде всего на древесной растительности, гибель которой наблюдалась повсеместно в течение 8 лет в зависимости

от местоположения в последовательности: вершины сопок > склоны > западины. Напочвенный растительный покров отличался низким ростом и разреженностью. Соответственно, уменьшилась и его продуктивность – в среднем в 1.5-2 раза, еще сохранив, различая по фациям: III > IV > V > II > VI > I (Davydova, Dubynina, 2015).



**Рис. 4.** Сезонная динамика температуры воздуха (а) и годовой суммы осадков (б) сухих периодов на территории Онон-Аргунской степи. Условные обозначения: 1 – 1965-1981 гг., 2 – 1999-2020 гг., 3 – 2001-2011 гг., 4 – 2012-2020 гг.

Трансформация степных сообществ осуществлялась за счет внедрения более ксерофильных видов. Наибольшей активностью отличается чий сибирский (*Achnatherum sibiricum* L.) приспособленный к повышению концентрации растворимых солей в почвах на испарительном барьере (Давыдова, 2005). Появившиеся в первые годы засухи его единичные особи на южных склонах увеличивают свое присутствие на обширной территории.

В первое десятилетие сухого периода около половины озер Онон-Борзинской группы высохло. В 2010 г. исчезла акватория оз. Барун-Торей, а позднее (2018 г.) и большая часть акватории оз. Зун-Торей. Эти крупнейшие озера Торейской депрессии по сообщению гидрологов метеостанции Борзя, как и прочие озера не восстановились до настоящего времени. Их днища представляют собой солончаки преимущественно содово-сульфатного и содово-хлоридно-сульфатного типов засоления группы натрия. Они активно заселяются солеросами в направлении от береговой линии к центру днища сухих озер (Давыдова, 2020).

### Выводы

Особенностью климата Юго-Восточного Забайкалья является цикличность, которая проявляется в чередование сухих и влажных временных периодов. Анализ материалов исследований показал, что очередной период иссушения 1999-2020 гг. был более теплым и сухим по сравнению с предыдущим 1965-1981 гг. Он характеризуется постоянным увеличением тепла (от  $-2.54^{\circ}\text{C}$  до  $-1.39^{\circ}\text{C}$ ) и неоднозначным поступлением количества атмосферных осадков, поэтому подразделяется на две части: очень сухую, теплую (1999-2011 гг.) и умеренно влажную, очень теплую (2012-2020 гг.). Изменение гидротермических условий сопровождалось негативными преобразованиями в объектах и компонентах геосистем исследуемой территории, последствия которых наиболее ярко проявились в первой половине и остаются таковыми во второй. Наиболее негативные последствия проявляются в следующем:

- уменьшение запасов влаги в почвах до уровня влажности завядания и ниже;
- повсеместное усыхание и гибель древостоев;
- трансформация травяного покрова степей (изменение структуры видового состава растительных сообществ вследствие внедрения ксерофильных видов);
- уменьшение высоты и густоты травостоя и как следствие снижение продуктивности лугово-степных и степных сообществ в 1.5-2.0 раза;
- снижение уровня воды в озерах вплоть до полного их исчезновения;

– увеличение площади солончаков за счет днища сухих озер содово-сульфатного и содово-хлоридно-сульфатного типов засоления группы натрия и активное заселение их галофитами от периферии (береговой линии) к центру озерных котловин.

*Благодарности.* Благодарю заведующую метеостанцией Борзя Л.И. Карпикову, гидролога О.В. Перминову и всех сотрудников, работавших в разные годы, за многолетнюю помощь в подборе материалов, консультации, за понимание и теплое дружеское отношение, а также к.б.н. Л.В. Дудареву, принимавшую непосредственное участие в становлении Химико-аналитического центра Института географии СО РАН и его аккредитации, освоении приборной базы и получение данных КХА.

*Финансирование.* Работа выполнена за счет средств государственного задания ИГ СО РАН, № госрегистрации темы АААА-А17-117041910171-7 «Пространственно-временные закономерности вещественного состояния ландшафтов Сибири в изменяющихся условиях среды».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А.* 1973. Руководство по химическому анализу вод суши. Ленинград: Гидрометеиздат. 270 с.
- Алкучанский говин.* 1964. М.-Л.: Наука. 167 с.
- Аринушкина Е.В.* 1970. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ. 487 с.
- Бычков В.И.* 1968. Динамика влажности почв низкогорных ландшафтов Юго-Восточного Забайкалья // *Материалы по растительности и почвам Байкальской Сибири.* С. 39-63.
- Вещество в степных геосистемах.* 1984 / Ред. В.В. Воробьев. Новосибирск: Наука. 158 с.
- Волкова В.Г.* 1965. Использование фотокамеры для получения количественных данных по структуре растительного покрова степе // *Ботанический журнал.* Т. 50. № 12. С. 171-174.
- Горошко О.А.* 2010. Традиционное скотоводство и экологические проблемы трансграничной Даурии в условиях многолетних засух // *Социально-эколого-экономические проблемы развития приграничных регионов России-Китая-Монголии. Материалы Научно-практической конференции.* Чита: Экспресс-издательство. С. 22-26.
- Горшкова А.А.* 1966. Биология степных пастбищных растений Забайкалья. М.: Наука. 274 с.
- Григорьев А.А.* 1964. Теоретические проблемы современной физической географии // *Развитие и преобразование географической среды.* М.: Наука. С. 15-22.
- Губин В.И., Осташков В.Н.* 2007. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Учебное пособие для студентов технических вузов. Тюмень: Тюменский ГНГУ. 202 с.
- Давыдова Н.Д.* 2005. Ландшафтно-геохимические барьеры и их классификация // *География и природные ресурсы.* № 4. С. 24-30.
- Давыдова Н.Д.* 2014. Динамика показателей степных геосистем Юго-Восточного Забайкалья в условиях глобальных изменений климата // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* № 4. С. 120-125.
- Давыдова Н.Д.* 2015. Гидротермический режим черноземов Юго-Восточного Забайкалья // *Почвы холодных областей: генезис, география, экология. Материалы научной конференции с международным участием.* Улан-Удэ: Изд-во ИОЭБ СО РАН. С. 53-54.
- Давыдова Н.Д.* 2020. Состояние озер Онон-Аргунского междуречья в условиях меняющегося климата // *География и природные ресурсы.* № 5. С. 147-153.
- Давыдова Н.Д., Снытко В.А.* 1971. Режим влажности почв степных фаций Онон-Аргунского ландшафта в течение года // *Топологические аспекты исследования степного ландшафта.* Иркутск. С. 51-56.
- Дмитриев Е.А.* 1972. Математическая статистика в почвоведении М. 292 с.
- Доклад.* 2019. Об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год. М.: Росгидромет. 79 с.
- Дружинина Н.П.* 1973. Фитомасса степных сообществ Юго-Восточного Забайкалья. Новосибирск: Наука. 149 с.
- Дубынина С.С., Давыдова Н.Д.* 2005. Сравнительный анализ состояния коренных и антропогенно-измененных степных геосистем Юго-Восточного Забайкалья // *География и природные ресурсы.* С. 90-95.
- Замана Л.В.* 2010. Солёные озера Забайкалья как индикаторы климатических изменений в северо-восточном секторе Центральной Азии // *Социально-эколого-экономические проблемы развития приграничных регионов России-Китая-Монголии. Материалы Научно-практической конференции.* Чита: Экспресс-издательство. С. 22-26.

- Иванов Л.А., Иванова Л.А., Рончина Д.А.* 2010. Зональные изменения структурно-функциональных параметров листьев растений Монголии // Ecological consequences of biosphere processes in the ecotone zone of Southern Siberia and Central Asia: Proceeding of the International Conference. Oral reports. Ulaanbaatar: Bembi san Publishing House. Vol. 1. P. 127-129.
- Изменения климата и их последствия. 2002. СПб.: Наука. 269 с.
- Изучение степных геосистем во времени. 1976 / Ред. В.Б. Сочава. Новосибирск: Наука. 237 с.
- Климатический справочник СССР. 1958. Л.: Гидрометеиздат. Вып. 23. Ч. 1. 288 с.
- Определитель растений юга Красноярского края. 1979. Новосибирск: Наука. 669 с.
- Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Последствия изменения климата. 2008. М.: Росгидромет. Т. 2. 104 с.
- Параев В.В., Еганов Э.А.* 2013. Глобальные природно-климатические катаклизмы в истории Земли. Возможная их природа // Геоэкологические и геoinформационные аспекты в исследовании природных условий и ресурсов Науками о Земле. Материалы международной научно-практической конференции «VII Жандаевские чтения». Алматы: «Казак университеті». С. 266-270.
- ПНДФ 14.1:2.4.135. 2008. Методика выполнения измерений массовой концентрации элементов в пробах питьевой, природных, сточных вод и атмосферных осадков атомно-эмиссионной спектроскопией с индуктивно-связанной плазмой. М.: Госком. РФ по охране окружающей среды. 24 с.
- Покровский О.М.* 2010. Анализ факторов изменения климата по данным дистанционных и контактных измерений // Исследования Земли из космоса. № 5. С. 11-24.
- Пукачева А.М.* 2020. Климатические флуктуации сухих степей и их роль в вопросе демутации // Аридные экосистемы. Т. 26. № 3 (84). С. 23-29. [*Pugacheva A.M.* 2020. Climatic Fluctuations in Dry Steppes and Their Role in the Demutation Process // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 3. P. 181-187.]
- Роде А.А.* 1960. Методы изучения водного режима почв. М.: Изд-во АН СССР. 224 с.
- Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. 2009. Ч. 1 / Ред. Л.В. Боева. Ростов-на-Дону, Новочеркасск: НОК. 1032 с.
- Сочава В.Б.* 1964. Онон-Аргунская степь как объект стационарных физико-географических исследований // Алкучанский Говин. М.-Л.: Наука. С. 3-23.
- Термограф: архивные данные температуры воздуха и количества осадков Борзя [Электронный ресурс [thermograph.ru/mon/st\\_30965/htm](http://thermograph.ru/mon/st_30965/htm) (дата обращения 17.01. 2021)].
- Топология степных геосистем. 1970 / Ред. В.Б. Сочава. Л.: Наука. 174 с.
- Чевердин Ю.Н., Зборищук Ю.Н.* 2009. Тенденции изменения климатических условий в Каменной степи // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. С. 24-26.
- Шумова Н.А.* 2020. Анализ климатических условий в республике Калмыкия за 1966-2017 гг. // Аридные экосистемы. Т. 26. № 3 (84). С. 14-22. [*Shumova N.A.* 2020. Analysis of Climatic Conditions in the Republic of Kalmykia for 1966-2017 // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 3. P. 188-193.]
- Davydova N.D., Dubynina S.S.* 2015. The dynamics indicators of the state of North steppes of Central Asia in modern conditions // Ecosystems of Central Asia under Current Conditions of Socio-Economic Development. Mongolia, Ulaanbaatar. Vol. 2. P. 347-351.
- Malykh O., Abakumova V., Obyazov V., Vakhnina I.* 2015. The Changes of the Birch Forests in Connection with the Precipitation Changes in Onon River Basin // Ecosystems of Central Asia under Current Conditions of Socio-Economic Development. Proceedings of International Conference. Mongolia, Ulaanbaatar. Vol. 2. P. 238-241.
- Sirin A., Minayeva T., Gunin P., Dugarjav Ch., Bazha S., Bayasgalan D., Dorofenyuk N., Sulerzhitsky L., Uspenskaya O.* 2010. Between Humid and Arid Environment: Peatland Ecosystems Indicate Desertification Trends in Mongolia // Ecological Consequences of Biosphere Processes in the Ecotone Zone of Southern Siberia and Central Asia: Proceeding of the International Conference. Oral Repots. Mongolia, Ulaanbaatar: Bembi san Publishing House. Vol. 1. P. 86-88.
- Slynko Yu.V., Dulmaa F., Dgebuadze Yu.Yu., Erdenebat M., Mendsaikhan B., Karabanov D.P.* 2010. Fishes of Mongolia: Fauna, Zoogeography, Current State of Populations, Conservation // Ecological Consequences of Biosphere Processes in the Ecotone Zone of Southern Siberia and Central Asia: Proceedings of the International Conference. Oral Repots. Mongolia, Ulaanbaatar: Bembi san Publishing House. Vol. 1. P. 92-94.