

УДК 911.2, 551.4.06, 58.056

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2017-1(163-170)

В. Ю. АБАКУМОВА, О. Ф. МАЛЫХ, И. Л. ВАХНИНА

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, ул. Недорезова, 16А, Чита, 672014, Россия, faith-sh@mail.ru, mas16o@yandex.ru, vahnina_il@mail.ru

**УСЫХАНИЕ БЕРЕЗНЯКОВ РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА РЕКИ ОНОН
В КОНЦЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКА**

С 1999 по 2011 г. в бассейне р. Онон усилилась засушливость климата, что привело к существенным изменениям водно-теплового режима геосистем, истощению запасов влаги в почве, снижению уровней грунтовых вод, уменьшению речного стока. Массовое усыхание березняков показало их уязвимое положение в степных и лесостепных районах бассейна. Для выявления территориальных закономерностей климатогенной динамики древесной растительности с помощью геоинформационных методов был проведен анализ рельефа и построена карта, отражающая совместное влияние трех параметров рельефа — абсолютной высоты, расчлененности, положения относительно направления переноса влаги воздушными массами. Установлено, что состояние березняков ухудшается от вершин хребтов к впадинам и межгорным котловинам, а также от горного обрамления к центру бассейна. Самые неблагоприятные условия сформировались в плоских, слабо расчлененных внутренних районах, наиболее защищенных от влагонесущих западных воздушных масс. Это подтверждается результатами натурных исследований по оценке жизненного состояния березняков исследуемой территории.

Ключевые слова: усыхание древесной растительности, березняки, засушливость климата, цифровая модель рельефа, геосистема.

V. Yu. ABAKUMOVA, O. F. MALYKH, I. L. VAKHNINA

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, ul. Nedorezova, 16A, Chita, 672014, Russia, faith-sh@mail.ru, mas16o@yandex.ru, vahnina_il@mail.ru

**DRYING OF BIRCH FORESTS IN THE RUSSIAN PART OF THE ONON RIVER BASIN
AT THE END OF THE 20TH – BEGINNING OF THE 21ST CENTURY**

From 1999 to 2011 the Onon river basin experienced an enhancement in aridity of climate, which led to substantial changes in the water-thermal regime of geosystems, depletion of soil water storage, and to a decrease in groundwater table and in streamflow. Drying of birch forests on a mass scale showed their vulnerable position in steppe and forest-steppe areas of the basin. For revealing the territorial regularities of climatogenic dynamics of tree vegetation, geoinformation methods were used in analyzing the relief and constructing the map representing a combined influence of three parameters of the relief — absolute altitude, dissection, and the position relative to the direction of moisture transport by air masses. It is established that the status of birch forests is impaired from the tops of the mountain ranges to the hollows and intermontane depressions as well as from the surrounding mountains to the middle of the basin. The most unfavorable conditions have developed in flat, weakly dissected, inland areas which are protected the most from westerly moisture-carrying air masses. This is confirmed by results of field investigations assessing the vital status of the birch forests on the study territory.

Keywords: drying of tree vegetation, birch forests, aridity of climate, digital elevation model, geosystem.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Тема климатических изменений в последние десятилетия не перестает быть актуальной и острой. Исследования касаются глобальных характеристик этих изменений [1], их региональных особенностей [2] и различных аспектов влияния климата на природные и социально-экономические системы [3].

В 1999–2011 гг. увеличилась засушливость климата в российской части бассейна р. Онон, наиболее засушливым был теплый период (май–октябрь) [4, 5]. Ежегодно сумма осадков была ниже нормы [5, 6] (рис. 1), при этом возросла интенсивность дождевых осадков, а промежутки времени между ними стали продолжительнее [6]. Это сопровождалось повышением средней годовой температуры воздуха [4, 5]. С 1999 г. наблюдается маловодная фаза колебаний годового стока Онона [4]

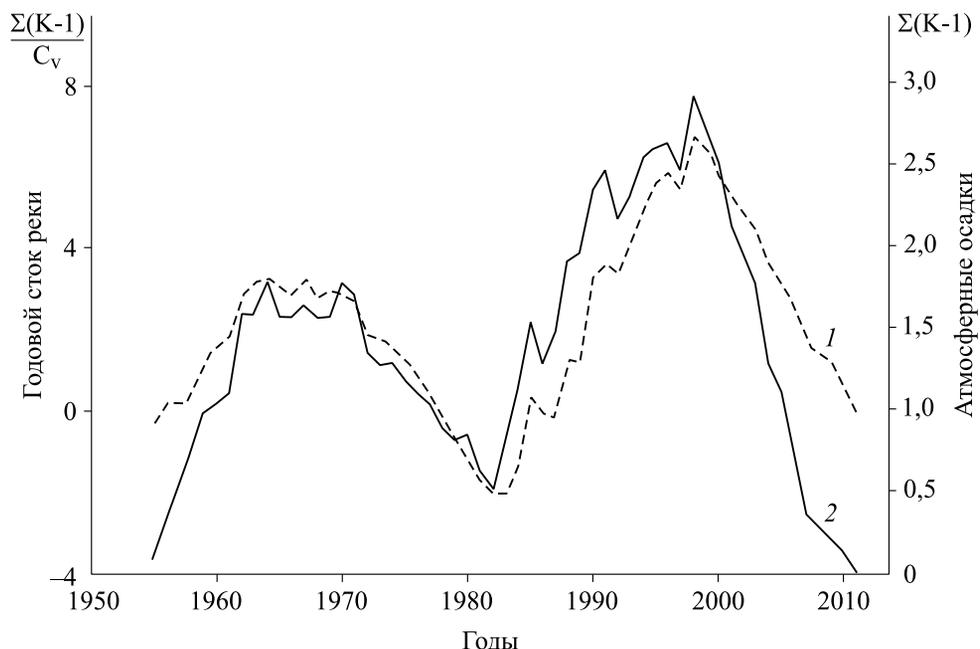


Рис. 1. Разностные интегральные кривые.

Кривые: 1 — годового стока р. Онон (по [4]), 2 — годовой суммы атмосферных осадков в российской части бассейна р. Онон.

(см. рис. 1). Сильнее всего сток уменьшался с июля по сентябрь [4, 5], и многие малые и некоторые крупные реки и озера в этот период полностью высохли [4]. Снижение стока рек в теплый период указывает на уменьшение бассейновых запасов влаги и уровня грунтовых вод, дренируемых водотоками. В монгольской части бассейна Онона произошли аналогичные климатические изменения [7].

Недостаток почвенной и атмосферной влаги негативно сказался на состоянии древесной растительности. Начиная с конца 1990-х гг. происходит перестройка видовой и пространственной структуры растительных сообществ юго-востока Забайкалья (в том числе и бассейна Онона) [8–10]. Массовая деградация березовых насаждений отмечается в соседнем бассейне р. Аргуни [11]. Данные дендрохронологических исследований показывают уменьшение индексов прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) на территории бассейна с 1999 г. [12]. В силу эколого-биологических особенностей вида наиболее уязвимыми оказались березовые древостои, произрастающие в пограничных условиях своего существования [8, 11].

В 2000–2013 гг. деградация березняков приобрела катастрофические масштабы. В этот период филиал ФБУ «Рослесозащита» Центр защиты леса Забайкальского края выявил в российской части бассейна Онона 18 тыс. га усохших березовых насаждений. По нашим оценкам, эти данные занижены. Усыхание затронуло не только отдельные деревья и островные березняки, но и обширные площади на склонах и в предгорьях хребтов [6, 10]. Судя по возрастному составу погибших деревьев, аналогичного массового усыхания не происходило в течение последних 50–60 лет, что подтверждается и литературными источниками [8, 13]. Для территории исследования характерна смена влажных (4–6 лет) и сухих (1–2 года) периодов [4, 9], однако катастрофическая деградация березняков является индикатором кардинальных нарушений жизненно важных для растительности ресурсов тепла и влаги, их соотношения и сезонной динамики в многолетней цикличности климата.

В отличие от среднегорных таежных территорий Забайкалья, где березняки являются, как правило, производными восстановительными сменами после пожаров и рубок леса в коренных местообитаниях лиственницы даурской (*Larix dahurica* Turcz.), в лесостепях увеличивается роль березы в составе древостоев, а в юго-восточных степных районах она — основная лесообразующая порода. В российской части бассейна Онона с лесистостью около 40 % березняки занимают более трети площади лесов, преимущественно в степных и лесостепных районах. Они распространены на землях сельскохозяйственного назначения и сельских поселений, на малолесных территориях входят в категорию ценных и защитных.

Цель работы — выявить территориальные закономерности климатогенной динамики древесной растительности степных и лесостепных экосистем.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ

Территория исследования — бассейн р. Онон (площадь всего бассейна — 94–96 тыс. км², российской части — 65–67 тыс. км²) (рис. 2). Здесь проходят границы трех крупных физико-географических областей — Южно-Сибирской горной, Байкало-Джугджурской горно-таежной и Центрально-Азиатской пустынно-степной [14]. Неоднородность орографических условий обуславливает большое разнообразие ландшафтов, от гольцовых и горно-таежных до степных и полупустынных. Расположенный в центре Азиатского континента, бассейн имеет вид амфитеатра, который открыт для влияния южных сухих и теплых воздушных масс и в то же время защищен водораздельными хребтами от влажных западных и восточных. Внутренние межгорные понижения и низкорослые равнины бассейна характеризуются меньшим количеством атмосферных осадков по сравнению с западным и восточным среднегорьем тех же широт.

Древесные сообщества степных и лесостепных экосистем, в отличие от зональной растительности, произрастают в пограничных условиях своего существования и особенно чувствительны к изменениям условий среды. Их ответная реакция хорошо выражена, поэтому указанные сообщества как компонент геосистем являются удобным модельным объектом для изучения территориальных аспектов цикличности климата, которые не прослеживаются по данным пунктов метеонаблюдений, особенно в регионах с редкой сетью таких пунктов.

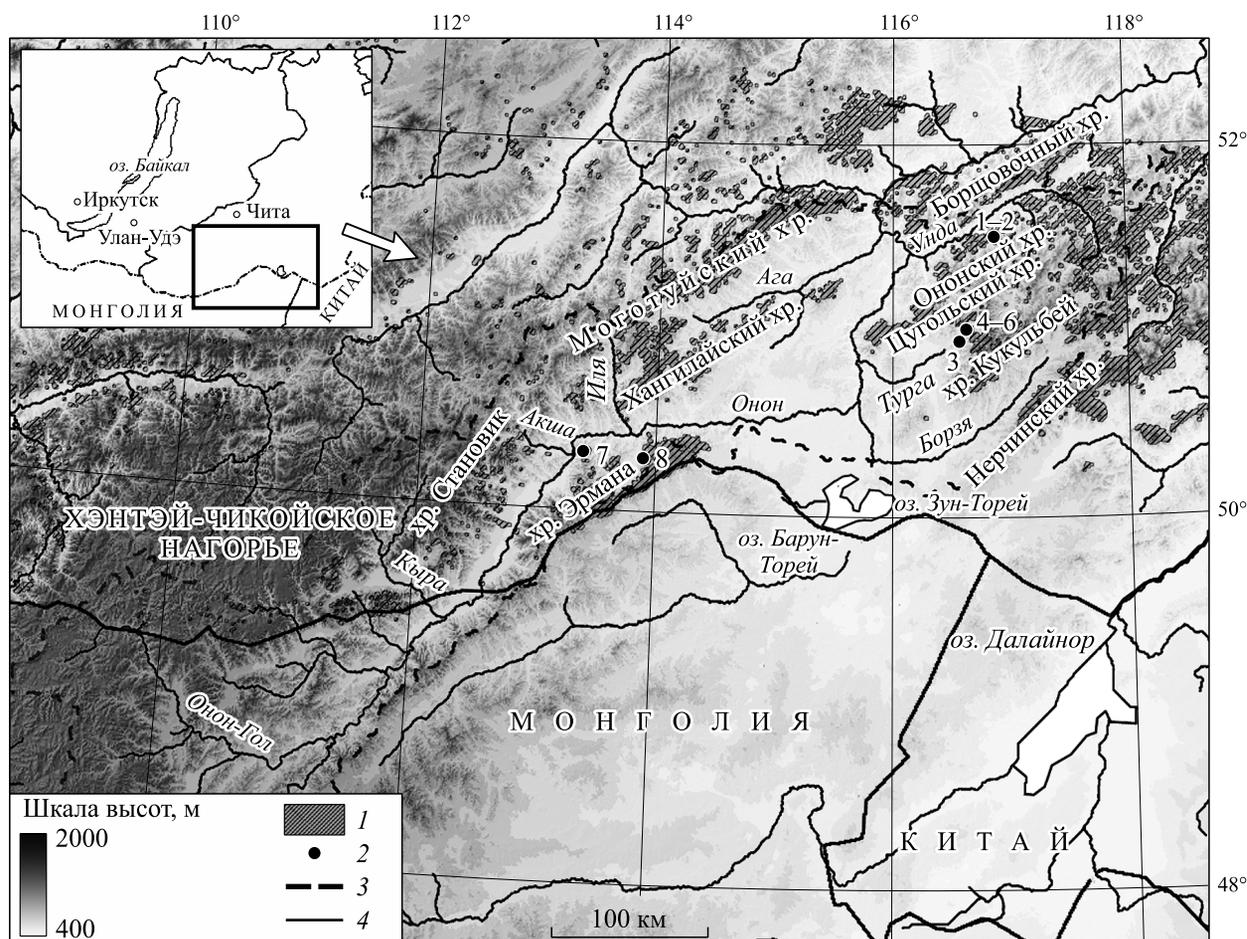


Рис. 2. Территория исследования.

1 — березняки; 2 — пробные площади. Границы: 3 — водосборного бассейна р. Онон, 4 — государственная.

Геосистемный подход к рассмотрению бассейна [15, 16] позволяет выявить локальные взаимосвязи между пространственными и временными характеристиками ландшафтной структуры и параметрами водного баланса [17], а также проанализировать формирование, трансформацию и регулирование запасов влаги в бассейне.

Ключевую роль в дифференциации природно-территориальных комплексов различного таксономического ранга играет рельеф [15]. Горно-котловинный рельеф в сочетании с многолетней мерзлотой и резко континентальным климатом обусловил мозаичность ландшафтов Забайкалья, т. е. соседство геосистем с различными микро-, мезоклиматическими и геоботаническими параметрами. Здесь широко распространены аazonальные природные системы, например, в замкнутых и полузамкнутых котловинах с особым характером трансформации воздушных масс и динамики мезоклимата.

Геоинформационные технологии упрощают применение существующих методов анализа рельефа и открывают широкие возможности для разработки новых. В работе использовалась цифровая модель рельефа на основе данных SRTM (с разрешением 3 угл. сек.), все вычисления проводились в программе White Box [18]. С помощью встроенных инструментов White Box было проведено ранжирование геоморфологических показателей, влияющих на климатогенную динамику древесной растительности. При этом учитывались абсолютная высота, расчлененность рельефа, изолированность от преобладающих влагонесущих воздушных масс. Расчлененность, способствующая формированию ландшафтов с мезо- и микроклиматом, отличающимся от зонального, оценивалась по среднеквадратическому отклонению уклона Standard Deviation: чем оно больше, тем более расчлененный рельеф. Третий параметр вычислялся с помощью инструмента Directional Relief, который определяет высоту каждой ячейки относительно средней высоты всех ячеек, лежащих в определенном направлении (в данном случае западном), и рассматривался как вероятность получения атмосферной влаги при прочих равных условиях. Диапазон каждого показателя был поделен на интервалы с учетом гистограммы распределения, после чего построена итоговая карта (рис. 3).

Для конкретизации и выявления локальных особенностей трансформации березовых древостоев на территории российской части бассейна р. Онон в 2013 г. в березняках разнотравных заложили восемь пробных площадей [19]. На них была выполнена оценка жизненного состояния отдельных деревьев и древостоя в целом [20], при этом отмечалась локализация деревьев разных категорий жизненного состояния в зависимости от особенностей микрорельефа, месторасположения в древостое и т. п.

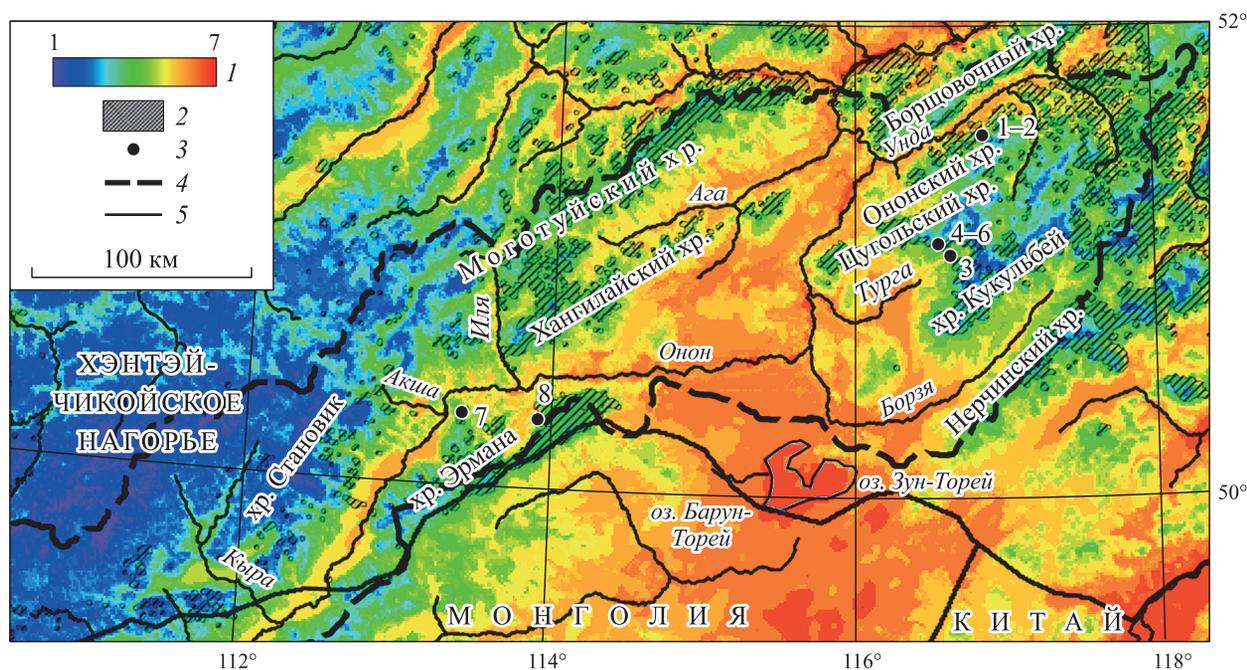


Рис. 3. Ранжирование геоморфологических предпосылок климатогенной динамики древесной растительности.

1 — шкала от наиболее до наименее благоприятных; 2 — березняки; 3 — пробные площади. Границы: 4 — водосборного бассейна р. Онон, 5 — государственная.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученная карта (см. рис. 3) отражает основные территориальные закономерности климата и ландшафтов бассейна. Хэнтэй-Чикойское нагорье (западная часть бассейна) характеризуется наилучшей увлажненностью территории и наиболее благоприятно для произрастания горной и горно-таежной древесной растительности, представленной преимущественно хвойными: лиственницей даурской (*Larix dahurica*) и сибирской (*L. sibirica* Ledeb.), сосной обыкновенной и частично сосной сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour). В менее увлажненном Газимуро-Урюмканском среднегорье (восточная часть бассейна) березовые леса более развиты, кроме самых высоких участков, занятых горными лиственничными лесами. В горных районах бассейна, играющих важную роль в питании подземных и речных вод, широко распространены каменистые россыпи, пористые рыхлые грунты на склонах и водоразделах, предгорные шлейфы и конусы выноса, аккумулирующие большое количество влаги в теплый период года.

Большинство березняков находится в предгорьях и на склонах среднегорных хребтов (Кукульбей, Боршовочного, Ононского, Нерчинского, Могойтуйского), на высоте 800–1200 м, между степями в днищах долин и горно-таежной растительностью вершин склонов и водоразделов. Расчлененность обусловила значительное разнообразие мезо- и микроклимата и ландшафтов макросклонов, а также различную реакцию на засуху. На увлажненных и защищенных от ветра и морозобойных явлениях северных склонах, на их чашеобразных участках, создаются условия для накопления и мерзлотной консервации влаги и для произрастания и возобновления древесных пород [6, 21]. Узкие днища горных балок, наиболее влажные и холодные, с максимальной мощностью многолетнемерзлых пород, обычно заняты зарослями кустарников с обильным покровом из луговых и лугово-степных трав. К самым теплым и сухим южным склонам приурочена степная растительность. Остепненные березовые леса нижних частей склонов и предгорий с увеличением высоты сменяются подтаежными березовыми и березово-лиственничными. Для произрастания березы более всего подходят участки с условиями, способствующими криогенной консервации почвенной влаги, конденсации атмосферной влаги, накоплению и подтоку грунтовых вод, но в то же время хорошо дренируемые, незасоленные и незаболоченные [22]. Это, например, влажные и холодные участки северных склонов.

Маршрутные рекогносцировочные исследования 2010–2013 гг. выявили наличие многочисленных участков с 80–100%-м усыханием березняка на северо-восточной оконечности хр. Эрмана, а также в Агинских, Цугольских, Кункурских степях, 50–70%-м — в предгорьях Ононского, Цугольского, Могойтуйского хребтов, на юго-западной оконечности хр. Кукульбей. Наблюдения, полученные при этом, подтверждаются итоговой картой (см. рис. 3).

Усыхание березняков продвигалось от границ со степной растительностью в глубь лесных массивов, различаясь в зависимости от локальных условий, но подчиняясь общему принципу уменьшения влажности почвы. Более интенсивная деградация растительности произошла на приподнятых выпуклых участках, где уровень грунтовых вод понизился в первую очередь, например на водоразделах низших порядков. Затем усыхали деревья ниже по склонам и в отрицательных формах рельефа. Наименее пострадали имеющие укороченные сроки вегетации и транспирации березняки на влажных участках северных склонов, в узких днищах падей с крутыми бортами, на подножиях теневых склонов.

В низкогорных районах бассейна (северо-восточная оконечность хребтов Эрмана, Цугольского, Хангилайского, краевые участки хребтов Могойтуйского, Кукульбей) с абсолютными высотами не более 1100–1200 м, занятых березовыми лесами от подножий склонов до вершин водоразделов, усыхание происходило так же, но интенсивнее, особенно в предгорьях хребтов, на границе с внутренними широкими межгорными понижениями.

В наименее благоприятных условиях во время продолжительной засухи оказались островные березняки центральной и юго-восточной части бассейна (небольшие вогнутые участки среди плоской Онон-Аргунской сухой степи и прилегающей лесостепи), представляющей собой слаборасчлененную денудационную равнину с мелкосопочным рельефом. Из-за высокой степени засушливости здесь преобладает степная растительность. Древесная растительность приурочена к небольшим участкам среднегорий и низкогорий (за исключением степных южных склонов), где происходит криогенная консервация почвенной влаги и разгрузка грунтовых вод [21]. При снижении поступления влаги, росте температуры воздуха и испарения, которые отмечаются несколько лет подряд, активизировалась деградация мерзлоты, уровни грунтовых вод упали. В отсутствие геоморфологических предпосылок для сохранения и конденсации почвенной влаги в течение длительного времени верхний корнеоби-таемый слой почвы оказался сильно иссушен, что привело к массовому усыханию древесной расти-

Характеристика березовых древостоев в российской части бассейна р. Онон

Номер площади	Расположение	Высота местности, м	Экспозиция склона	Уклон, град.	Состав древостоя	Средние параметры древостоя		Распределение деревьев по категориям состояния, %		
						диаметр, см	высота, м	без признаков ослабления	ослабленные и усыхающие	сухой
1	Подножье хр. Ононского	723	Западная	10–15	10Б	15,9	10,8	12	15	73
2	Предгорье хр. Цугольского	898	Северная	5–10	10Б	12,3	7,9	5	18	77
4	Подножье хр. Цугольского	864	Западная	5	10Б	13,1	8,9	21	36	43
5		870	Северная	10–15	8Б1Ос1Л	14,5	10,5	4	24	72
6		878	Северная	20–25	9Б1Л	13,8	10,1	0	21	79
7	Подножье хр. Эрмана	913	Северо-западная	5–10	10Б	14,1	10,2	2	59	39
8		880	Западная	5	10Б	10,8	8,1	0	0	100

Примечание. Б — береза, Ос — осина, Л — лиственница.

тельности. Кроме того, небольшая площадь лесных массивов снижает их способность создавать и сохранять микроклимат (уменьшать испарение, внутрисочвенный сток, температуру почвы и др.). Островные березняки межгорных впадин и котловин с широкими и плоскими днищами при сильной засухе также сильно пострадали, хотя в среднем условия здесь чуть более влажные. Например, в Среднеононской впадине годовые осадки стали меньше на 120–130 мм [4].

Полученные пространственные закономерности подтверждены натурными исследованиями, выполненными в березняках разнотравных, представленных березой повислой (*Betula pendula* Roth.) с единичными примесями осины (*Populus tremula* L.) и лиственницы даурской (*Larix dahurica*). Пробные площади заложены в западной (№ 7, 8) и восточной (№ 1–6) частях бассейна, в предгорьях хребтов (№ 3), на подошвах склонов (№ 1, 2, 4–8), площади № 1, 2 и 4–6 размещаются в пределах одного элементарного склона снизу вверх (см. таблицу).

Из-за неблагоприятных природных условий и частых лесных пожаров в Забайкалье преобладают одновозрастные березняки. Возраст большинства деревьев на пробных площадях — от 30 до 50 лет. Оценка жизненного состояния березовых древостоев показала усыхание на всех площадях, независимо от места произрастания, уклона, экспозиции, высотных отметок. Усыханию подвержены деревья всех возрастов и всех классов Крафта, возраст большинства погибших деревьев — от 10 до 50 лет. На площади № 7, которая находится на подножье крутого сильно расчлененного склона хр. Эрмана с высотами до 1200 м, примыкающего к узкому участку Среднеононской впадины, усыхание началось позже и протекало медленнее. Площадь № 3 испытывает влияние мезоклимата обширной Тургино-Харанорской впадины, открытой с юга для сухих и теплых воздушных масс. На площадях № 4–6 в узкой Тургинской впадине, более защищенной от этого влияния, жизненное состояние деревьев ухудшается вверх по склону. Пологий участок на подножье крутого склона, где лучше сохраняется почвенная влага, имеет наибольшую долю здоровых деревьев (21 %), на самой высокой площади здоровых деревьев нет. То же наблюдается на площадях № 1, 2, но здесь усыхание сильно выражено и в нижней части, вероятно потому, что склон западной экспозиции обращен к широкому участку Ундино-Даинской впадины, а также из-за воздействия локальных факторов микрорельефа. Теплый и сухой климат монгольских степей влияет на растительность площади № 8, прилегающей к низкогорной части хребта на границе с бессточной Улза-Торейской равниной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В период с 1999 по 2011 г. в бассейне Онона значительно выросла засушливость климата в летне-осенние месяцы, что вызвало существенное изменение водно-теплового режима геосистем. Рост температуры воздуха привел к увеличению испарения, удлинению теплого периода и, соответственно, периода интенсивного испарения, увеличению глубины сезонного оттаивания многолетнемерзлых пород и глубины залегания надмерзлотных грунтовых вод [21]. Нарушилась сезонная динамика мерз-

лотных процессов, связанных с аккумуляцией, замерзанием, оттаиванием, перемещением влаги сквозь толщу пород и грунтов. На протяжении нескольких лет постепенно истощались запасы влаги в почве, снижались уровни грунтовых вод [23], о чем свидетельствует уменьшение речного стока.

Недостаток почвенной влаги негативно сказался на состоянии березняков как степных и лесных сообществ, занимающих уязвимое положение в ландшафтной структуре. Климатические изменения в сочетании с локальными ландшафтными и геоморфологическими условиями определили территориальную неоднородность отклика растительных сообществ (в частности, березняков) как индикатора природных процессов, недоступных для непосредственного наблюдения и измерения. Выявлена закономерность ухудшения состояния березняков от вершин хребтов к впадинам и межгорным котловинам, а также от горного обрамления к центру бассейна.

Работа выполнена в рамках интеграционного проекта СО РАН, УрОРАН, ДВО РАН «Трансграничные речные бассейны в азиатской части России: комплексный анализ состояния природно-антропогенной среды и перспективы межрегиональных взаимодействий».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Climate Change 2014: Synthesis Report / Eds. R. K. Pachauri, L. A. Meyer.** — IPCC, Geneva [Электронный ресурс]. — http://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/resources/pdf/IPCC_SynthesisReport.pdf (дата обращения 21.08.2016).
2. **Ипполитов И. И., Логинов С. В., Харюткина Е. В., Морару Е. И.** Изменчивость климата азиатской территории России в 1975–2012 годах // География и природ. ресурсы. — 2014. — № 4. — С. 13–21.
3. **Обязов В. А.** Изменения современного климата и оценка их последствий для природных и природно-антропогенных систем Забайкалья: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. — Чита: Чит. город. типография, 2014. — 39 с.
4. **Обязов В. А.** Изменение климата и гидрологического режима рек и озер в Даурском экорегионе // Проблемы адаптации к изменению климата в бассейнах рек Даурии: экологические и водохозяйственные аспекты: Сб. науч. трудов Гос. природного биосферного заповедника «Даурский». — Чита: Экспресс-издательство, 2012. — Вып. 5. — С. 24–45.
5. **Смахтин В. К., Обязов В. А.** Влияние изменений климата на гидрологический режим рек бассейна реки Онон // Материалы науч. конф. «Эволюция биогеохимических систем (факторы, процессы, закономерности) и проблемы природопользования» и симпозиума «Геоэкологические, экономические и социальные проблемы природопользования». — Чита: Изд-во Заб. гуманитар.-пед. ун-та, 2011. — С. 195–197.
6. **Малых О. Ф.** Итоги исследований процессов усыхания березняков на территории трансграничных геосистем Забайкальского края // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия – Китай – Монголия. — Чита: Поиск, 2012. — Вып. 3, ч. 2. — С. 42–45.
7. **Assessments of climate change and anthropogenic impacts into hydrological systems of Onon, Kherlen and Khalkh river basins, Mongolia** [Электронный ресурс]. — http://issuu.com/onongol/docs/cc_report_2011__copy?e=8489437/3324317 (дата обращения 20.08.2016).
8. **Аненхонов О. А.** О состоянии лесных компонентов лесостепи Забайкалья в связи с динамикой климата // Изменение климата Центральной Азии: социально-экономические и экологические последствия: Материалы Междунар. симпозиума. — Чита: Изд-во Заб. гуманитар.-пед. ун-та, 2008. — С. 149–152.
9. **Давыдова Н. Д.** Динамика показателей степных геосистем Юго-Восточного Забайкалья в условиях глобальных изменений климата // Междунар. журн. прикладных и фундаментальных исследований. — 2014. — № 4. — С. 120–125.
10. **Kharuk V. I., Ranson K. J., Oskorbin P. A., Dvinskaya M. L.** Climate induced birch mortality in Trans-Baikal lake region, Siberia // Forest Ecology and Management. — 2013. — Vol. 289. — P. 385–392.
11. **Вахнина И. Л., Малых О. Ф.** Деградация березняков бассейна реки Аргунь как показатель климатических изменений // Вестн. Красн. аграр. ун-та. — 2013. — № 4. — С. 122–128.
12. **Zamana L. V., Vakhnina I. L.** Hydrochemistry of Salt Lakes in Southeastern Transbaikalia (Russia) in the Time of Arid Phase of Climate Change at the Beginning of the XXI Century // Acta Geologica Sinica. — 2014. — Vol. 88, Issue 1. — P. 36–38.
13. **Густокашина Н. Н., Максютова Е. В.** Атмосферные засухи в степной и лесостепной зоне Байкальской природной территории // Природные ресурсы Забайкалья и проблемы геосферных исследований: Материалы науч. конфер. — Чита: Изд-во Заб. гуманитар. пед. ун-та, 2006. — С. 52–54.
14. **Атлас Забайкалья (Бурятская АССР и Читинская область) / Под ред. В. Б. Сочава.** — М.; Иркутск: Изд-во ГУГК, 1967. — 176 с.
15. **Сочава В. Б.** Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск: Наука, 1978. — 319 с.
16. **Корытный Л. М.** Бассейновая концепция в природопользовании. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2001. — 163 с.

17. **Географические** исследования Сибири. Т. 3: Ландшафтная гидрология: теория и практика исследований / Отв. ред. А. Н. Антипов, А. В. Игнатов, В. В. Кравченко. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2007. — 262 с.
18. **Whitebox**: Geospatial Analysis Tools [Электронный ресурс]. — <http://www.uoguelph.ca/~hydrogeo/Whitebox/> (дата обращения 20.08.2016).
19. **Галанин А. В., Беликович А. В.** Постоянные геоботанические пробные площади Сохондинского биосферного заповедника. — Чита: Поиск, 2004. — 228 с.
20. **Приказ** МПР РФ от 27 декабря 2005 г. № 350 «Об утверждении Санитарных правил в лесах Российской Федерации» (с изм. от 5 апреля 2006 г.) [Электронный ресурс]. — <http://www.zakonbase.ru/content/base/91052> (дата обращения 20.08.2016).
21. **Шполянская Н. А.** Вечная мерзлота и глобальные изменения климата. — М.; Ижевск: Изд-во Ин-та компьютерных исследований; НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010. — 200 с.
22. **Панарин И. И.** Леса Читинского Забайкалья. — Новосибирск: Наука, 1977. — 232 с.
23. **Выркин В. Б., Плюсин В. М., Белозерцева И. А., Шеховцов А. И., Енущенко И. В., Захаров В. В.** Современное состояние природы и экологические проблемы Среднего Прионья // География и природ. ресурсы. — 2014. — № 1. — С. 25–35.

Поступила в редакцию 21 сентября 2016 г.