

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА СТЕПЕЙ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ КЛИМАТА

Дубынина С.С.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, РФ, e-mail: dubynina@irigs.irk.ru

В статье представлен анализ формирования растительного вещества в степных фациях полигон-трансекта Юго-Восточного Забайкалья. Степи Забайкалья вследствие глобального изменения климата, требуют пристального внимания и изучения. На основе длительного стационарного исследования учитывались пространственно-временные особенности динамики запасов растительного вещества степных геосистем, которые выявляют тенденции изменения биологической продуктивности надземной и подземной массы. Установлено, что основные запасы растительного вещества для всех фаций полигон-трансекта сосредоточены в подземной массе сообществ. Подземные органы обеспечивают высокую устойчивость к таким негативным факторам, как сухость воздуха и недостаток доступной влаги в почве. Однако выявлено, что сложившаяся в цикле засушливых лет негативная обстановка, отрицательно сказалась на запасах растительного вещества. Она обусловлена перестройкой видового состава, разреженностью проективного покрытия и запасами в надземной массе, а также запасами живой и мертвой части подземной массы.

Ключевые слова: растительное вещество, фация, геосистема, полигон-трансект, надземная и подземная масса.

BIOLOGICAL PRODUCTIVITY VEGETABLE MATTER STEPPES IN SOUTHEASTERN TRANSBAIKALIA CLIMATE IN EXTREME CONDITIONS

Dubynina S.S.

Institute of Geography, VB Sochava, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: dubynina@irigs.irk.ru

The article presents an analysis of the formation of vegetable matter in the steppe facies polygon-transect Southeast Transbaikalia. Steppe Transbaikalia due to global climate change, require close attention and study. On the basis of long-term investigations into account spatial and temporal features of the dynamics of stocks of vegetable matter steppe geosystems that reveal trends in the biological productivity of the aboveground and underground mass. It was established that the main reserves of vegetable matter for all facies polygon-transect concentrated in underground mass communities. Groundwater bodies provide high resistance to negative factors such as dry air and lack of available moisture in the soil. However, revealed that the current cycle of dry years the negative situation, a negative impact on stocks of vegetable matter. It is due to the restructuring of the species composition, and the sparseness of cover stocks in above-ground mass, as well as stocks of live and dead weight of the underground.

Keywords: vegetable substance, facies, geosystem, polygon-transects, elevated and underground mass.

Большие массивы нераспаханных степных земель (2,3 млн. км²) остались на настоящее время только в Центральной Азии [7], к ним относятся и степи Юго-Восточного Забайкалья, которые занимают обширную территорию, являясь естественным продолжением степей Монголии и Китая.

Степи Юго-Восточного Забайкалья своеобразны в природном отношении, им присущи характерные особенности: каменистость почв, физическое выветривание и распространение островной мерзлоты, резко континентальный климат и недостаточное увлажнение. Учитывая все перечисленные явления В.Б. Сочава, считал, что степи Юго-Восточного Забайкалья можно отнести к криоксерофитному центральноазиатскому варианту настоящих степей, не имеющих аналогов в пределах России, так как флористический состав степей представлен настоящими ксерофитами, ксеромезофитами и криоксерофитами [6].

Наиболее выраженными чертами криоксерофитных степей являются приземистая (розеточная или полурозеточная) форма роста, ветвление вертикальных корневищ под почвой, очень большая продолжительность жизни. Анатомическая структура листа ксероморфных и мезоморфных признаков определяет выраженную самобытность видового состава степей. Выше перечисленные структурные особенности фитоценозов могут рассматриваться как адаптация растительного покрова к менее благоприятному регулированию водного режима, таким примером служат пижмовые, ковыльные и типчаковые степи, которые хорошо адаптированы к засухе и недостатку тепла.

Материал и методы исследования

Исследования проводились в 6 км западнее железнодорожной ст. Харанор Забайкальского района в отрогах Нерчинского хребта и представляет собой полигон-трансект длиной 800 м и шириной 100 м, ориентированный с ЮЗ на СВ. с шестью фациями [8]. Фации сопряжены друг с другом, образуя ландшафтно-экологический ряд: I – элювиальная хамеродосово-типчаковая на черноземе бескарбонатном слаборазвитом на каменистой вершине сопки; II – трансэлювиальная красоднево-пижмовая на черноземе мучнистокарбонатном с пониженным вскипанием маломощном малогумусном склоне северной экспозиции; III – элювиально-аккумулятивная разнотравно-осоково-вострецовая на лугово-черноземной бескарбонатной мощной малогумусной почве днища пади; IV – трансэлювиально-аккумулятивная вострецово-ковыльная на черноземе мучнистокарбонатном легкосуглинистом нижней части южного склона; V – трансэлювиальная разнотравно-ковыльно-пижмовая на черноземе мучнистокарбонатном высоко вскипающем маломощном малогумусном средней части склона; VI – элювиальная ковыльно-пижмовая на черноземе мучнистокарбонатном глубоко вскипающем маломощном малогумусном древней поверхности выравнивания.

Климат характеризуется резкой континентальностью, сочетающейся с недостаточным увлажнением, распространением многолетней мерзлоты, обилием солнечного света и отрицательными среднегодовыми температурами почвы. Распределение осадков по сезонам года крайне неравномерно, меняясь во времени от 150 до 520 мм. Только в течение двух летних месяцев (июль, август), в отдельные годы, выпадает около 60 % от общего количества осадков. Снежный покров незначителен (10-15 см). Количество весенних и осенних осадков невелико. С мая по октябрь месяцы, температура почвы имеет ту же тенденцию низких показателей. В почве полигон-трансека на глубине 20 см был установлен измеритель-регистратор «ТЕРМОХРОН» с 19 августа 2008 г. по 19 августа 2009 г, который показал значения измеренной температуры почвы через равные заданные промежутки времени. «ТЕРМОХРОН» сохраняет полученную информацию в собственной

энергонезависимой памяти для последующей обработки информации на компьютере. На рисунке 1 (а, б) показана характеристика гидротермических условий месячными суммами температуры воздуха почвы, полученная путем считывания термохрон, а также месячными и годовыми температурами воздуха, атмосферными осадками, по данным метеостанции «Борзя».

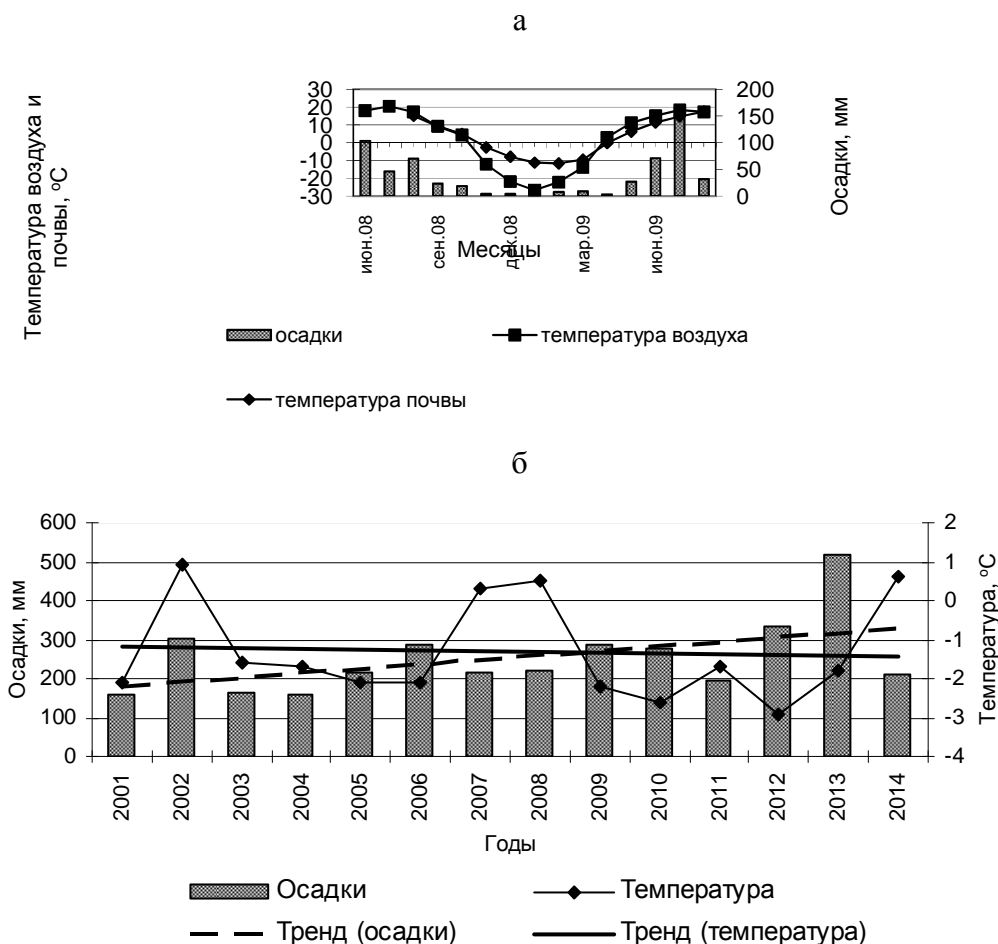


Рис. 1. Динамика показателей гидротермических условий: а - средний месячный ход температуры воздуха, осадков и температуры почвы за период с августа 2008 по август 2009 гг; б - средние годовые данные температуры °С и атмосферных осадков (мм) за период с 2001 по 2014 гг. и их тренды (по данным метеостанции «Борзя»)

Взаимосвязь между осадками и температурой очень тесная, поэтому, меняясь во времени, количественно, они создают те или иные условия для развития геосистем. С 2000 года (эпоха нового столетия) климат степей стал существенно меняться, наблюдается снижение суммы годового количества осадков и увеличение среднегодовой температуры воздуха и почвы. По соотношению осадков период исследований включал годы сухих лет (2001-2011), что проявляется в существенном уменьшении на 50-100 мм количества атмосферных осадков установившихся на уровне 150-280 мм/год. В среднем их величина уменьшилась на 64 мм, по сравнению с годами прошлого столетия, где период влажных лет с осадками (300-350, 300-400 мм) длительность, которых составляла от 4 до 6 лет, сухих (1-2

года). В 2013 году выпало большое количество осадков (520 мм/год). Однако сильное иссушение в течение 11-ти лет привело к быстрой трате полученной влаги и уже недостаточное увлажнение 2014 года вновь вернуло почву в конце летнего сезона к прежнему дефицитному по увлажнению состоянию [1].

Для оценки биологической продуктивности используются данные общего количества (запаса) растительного вещества и его составных частей - живых и мертвых органов надземной и подземной частей травостоя. Определение этих показателей геосистем проводилось общепринятыми методами [4, 5]. Надземная масса растений учитывалась на площадках размером 0,25 м² методом укосов в 3–5–кратной повторности с разбором на зеленую часть и отмершую (ветошь, подстилку), подземная масса – методом монолитов с разбором на живые и мертвые корни, с глубины почвы 0–20 см. Растения состригались по видам в поле, а также разбирались в лабораторных условиях. Образцы отдельных видов растений и общей массы, высушенные до абсолютносухого состояния, взвешивались на электрических весах (ВЛТК-500). Строго соблюдались рекомендации по репрезентативности исследований, для чего установлено необходимое количество повторностей наблюдений, а также их наиболее приемлемые сроки (период максимального развития травостоя). Проведенная статистическая обработка материала, собранного за многолетний период, показала, что для определения надземной массы достаточно 3- 5 площадок по 0,25 м², с точностью до 15 %.

Результаты исследования

За многолетний период исследований облик Забайкальских степей неоднократно менялся в соответствии с климатическими флуктуациями в регионе. Количество осадков, сильно варьирующее по годам, а также температурный режим воздуха существенно сказывается на растительном покрове и наблюдаемые подъемы и спады фитомассы существенно зависят от сложившихся условий текущего года и предшествующих лет. Количество надземной массы в многолетнем ряду колеблется от 139 до 332 г/м² (рис. 2).

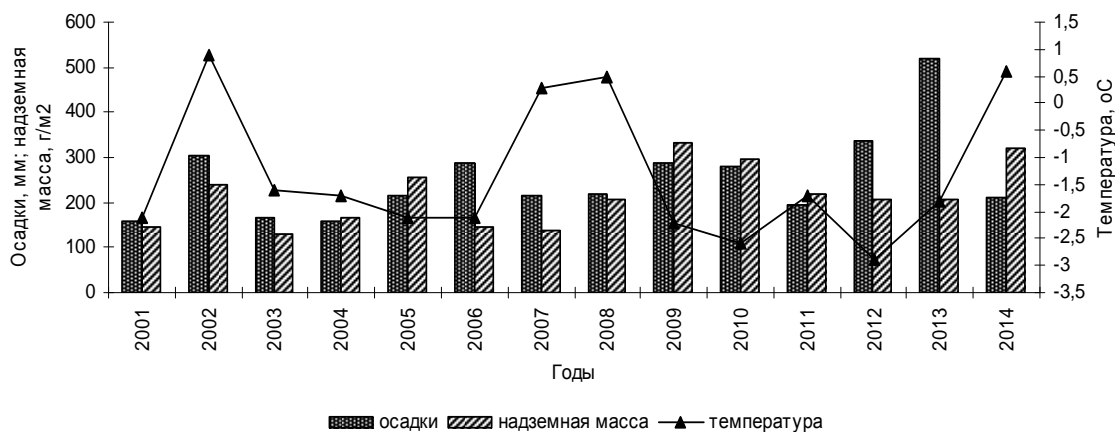


Рис. 2. Многолетняя динамика атмосферных осадков, температуры воздуха и надземной массы Харанорской степи юго-восточного Забайкалья

В 2013 г. выпало небывало большое количество осадков (520 мм в год), которые существенно не повлияло на запасы надземной массы, количество которой было 206 г/м². Зато она повысилась до 322 г/м² в следующем 2014 г., за счет влагозарядки предшествующего 2013 г. и осадков текущего 2014 г. Наблюдаемые подъемы и спады не всегда связаны с изменениями хода метеорологических факторов, они могут быть обусловлены антропогенным влиянием – весенними пожарами. Общие запасы надземной массы снижены за счет сокращения степного войлока (ветоши и подстилки), которые уничтожаются весенними палами. Самые минимальные запасы степного войлока приходились на 2003, 2007 и 2012 гг., которые снизили общие запасы надземной массы. Сокращение количества степного войлока, влечет за собой изменение ботанического состава фаций, когда одни виды могут заменяться другими. Например, дерновинные злаки замещаются видами разнотравья и видами полукустарничков, сухие листья которых разрушаются в 2 раза быстрее, чем отмершие части злаков. Смена одних видов другими меняет облик степей Забайкалья в разные годы исследований, в зависимости не только от температуры воздуха и влаги в почве, но и от местоположения [3]. Вершины сопек с каменисто-щебнистыми почвами служат местообитанием хамеродосово-типчаковых и ковыльно-пижмовых сообществ (фации I и VI). Фация I с проективным покрытием от 25 до 40 %, с высотой травостоя 7-10 см, максимум до 20 см, где площадь оснований заселяемых растений характерна для хамеродосово-типчаковой ассоциации и зависит главным образом от обилия дерновинных видов. Растения имеют розеточные и полурозеточные формы, на которые приходится более половины видов сообщества [2]. Основные виды хамеродосово-типчаковой фации: *Chamaerhodos trifida*, *Papaver rubroaurantiacum*, *Allium odorum*, *Polygonum angustifolium*, *Silene jenseensis*, *Thymus serpyllum*, *Pulsatilla turczaninowii*, *Oxytropis filiformis*. Количество видов сообщества составляет от 10 до 14 на 1 м² (рис. 3).

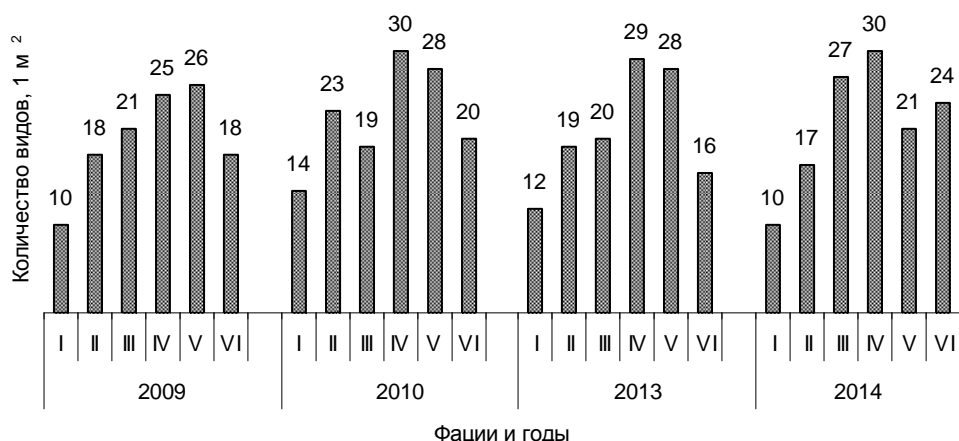


Рис. 3. Пространственно-временное изменение количественного состава видов растений полигон-трансекта Харанорской степи: I-VI - фации; 2009, 2010, 2013, 2014 - годы наблюдений

Фация VI находится на древней поверхности выравнивания с преобладанием ковыля (*Stipa baicalensis*) и пижмы (*Tanacetum sibiricum*), которые составляют ковыльно-пижмовое сообщество. В данном сообществе пижма преобладает в 2,5 раза. Помимо ковыля и пижмы, в сообществе обильны: *Festuca lenensis*, *Koeleria gracilis*, *Pulsatilla turczaninovii*, *Serratula centauroides*, *Thalictrum petaloideum*, *Caragana microphylla*, *Potentilla acaulis*. Количество видов в травяном покрове на 1 м² отмечено от 15 (2013 г.) до 25 (2014 г.). К разнотравно-вострецово-ковыльным ассоциациям относятся сообщества фации (IV, V), расположенные на верхней и нижней части нагорного педимента южной экспозиции полигон-трансекта. Разнотравно-вострецово-тырсовое сообщество отличается значительным проективным покрытием 50-70 % и видовой насыщенностью до 30 (2010, 2014 гг.). Везде повсюду выделяются бутаны сизо-зеленым покровом *Aneurolepidium pseudoagropyrum*. Травостой образован *Stipa baicalensis*, *Caragana microphylla*, *Serratula centauroides*, *Hemerocallis minor*, *Adenophora liliifolia*, *Carex pediformis*, *Koeleria gracilis*, *Artemisia frigida* и др. В верхней части поверхности профиля на фации V количество видов на 1 м² достигает до 28 (2010, 2013 гг.). Доминирующими видами являются *Stipa baicalensis*, *Artemisia frigida*, *Potentilla acaulis*, *Clistogenes squarrosa*, *Iris dicyotoma*. К характерным видам этого сообщества, кроме уже упомянутых выше растений, принадлежат довольно редко встречаемые виды для этой фации, например, *Stipa sibirica*, *Galium verum*, *Potentilla tanacetifolia*, *Schizonepeta multifida*. Травостой в днище пади (фация III) максимальная высота которого составляет 110 см, а видовой состав на 1 м² густой и насчитывает около 23-х видов. Проективное покрытие 80-90 %, самого влажного по осадкам 2013 г. (сумма осадков за июль, август 309 мм). По существу, основу травостоя образуют *Carex duriuscula*, *Aneurolepidium pseudoagropyrum*, *Sanguisorba officinalis*, *Artemisia scoparia*. Местами на фации довольно много *Artemisia*

tanacetifolia и многочисленное число *Equisetum arvense*. Из влаголюбивых видов разнотравья повсюду широко представлены *Hemerocallis minor*, *Iris dichotoma*, *Trifolium lupinaster*, *Hypericum perforatum* и др. По западинам и в промоине временного водотока встречаются кустарниковая ива (*Salix bebbiana*). В результате такая большая видовая насыщенность фации днища пади за счет специфических условий среды данного местообитания.

Изменение продуктивности растительного вещества полигон-трансекта Харанорской степи характеризуются очень высокими запасами корневой массы (Табл.). Распределение ее по почвенному профилю характеризуются тем, что в слое почвы 0-20 см сосредоточено от 63 до 78 % всего ее запаса.

Таблица 1

Запасы подземной массы в слое почвы 0-20 см в степных фациях Харанорского полигон-трансекта (годы исследования 2001-2014 гг.)

Параметры подземной массы	Фации					
	хамеродосово-типчаксовая I	красоднево-пижмовая II	злаково-разнотравная III	вострецово-ковыльная IV	разнотравно-ковыльная V	ковыльно-пижмовая VI
живые корни, г/м ²	1154 651-1835	1792 669-3328	1343 350-2017	1457 515-2495	1548 311-3298	1772 1065-2704
мертвые корни, г/м ²	641 213-914	541 186-885	723 267-1289	855 498-1316	685 295-1159	845 355-1692
общая масса корней, г/м ²	1799 1193-2584	2287 1365-3570	2066 1199-3306	2311 1074-3465	2194 1003-3910	2617 1420-3919

Примечание. В числителе – среднееголетний запас, в знаменателе – пределы межгодовых колебаний.

На каждой фации ключевого участка колебание среднееголетнего запаса подземной массы за период (2001-2014 гг.) составляет от 1799 до 2617 г/м² абсолютно-сухого вещества, а межгодовые колебания составляют от 1003 до 3919 г/м². Исследования некоторых особенностей формирования живых корней на черноземе мучнистокарбонатном, показали, что пижмовом сообществе (фации II, VI) накапливается больше корневой массы, чем в злаковых вострецово-ковыльных фациях. Запасы живых корней хамеродосово-типчаксовой фации уступают по накоплению подземной массы всем изучаемым сообществам, так как на вершине сопки прогреваемость почвы увеличивается в связи с ее каменистостью и сухостью климата. В таких условиях скорость минерализации органического вещества повышается, что приводит к резкому снижению величины мертвых корней по отношению к живой массе корней. Также следует отметить, что для всех исследуемых фаций наблюдается снижение мертвых корней по всему профилю. Значительные изменения по годам массы мертвых

корней составляет от 213 до 1692 г/м² и обусловлены они их не одинаковыми гидротермическими условиями почвенной среды.

Таким образом, на основе длительного стационарного исследования, полученные данные многолетних наблюдений показали, довольно четкие зависимости изменений надземной и подземной фитомассы, а также ее видового и количественного состава от условий тепла и влаги и местонахождений каждой фации ландшафтно-экологического профиля. Эти особенности подчиняются определенным закономерностям. Установлено, что основные запасы растительного вещества для всех фаций полигон-трансекта сосредоточены в подземной массе. Так, фации, приуроченные к наиболее высоким местоположениям, характеризуются наименьшей продуктивностью надземной массы, а сообщества в понижениях рельефа – наибольшей продуктивностью. Порядок фаций I-VI по возрастанию надземной массы имеет следующий ряд: I(99) < II(206) < VI(209) < IV(258) < V(265) < III(413) ; подземной массы: I(1799) < III(2066) < V(2194) < II(2287) < IV(2311) < VI(2617).

Список литературы

1. Давыдова Н.Д. Динамика показателей степных геосистем Юго-Восточного Забайкалья в условиях глобального изменения климата // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. - № 4. С. 120-125.
2. Дубынина С.С. Биологическая продуктивность надземной массы в степных фациях Юго-Восточного Забайкалья // Степи Северной Евразии. Материалы VII междунар. симпозиума. – Оренбург, 2015. – С. 324-327.
3. Дубынина С.С. Пространственно-временная изменчивость растительности степей Юго-Восточного Забайкалья // Мониторинг и прогнозирование вещественно-динамического состояния геосистем Сибирских регионов. Новосибирск, Наука, 2010. С. 48-64.
4. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. – М.: Мысль, 1978. – 182 с.
5. Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. – Л.: Наука, 1968. – 143 с.
6. Сочава В.Б. Онон-Аргунская степь как объект стационарных физико-географических исследований // Алкучанский Говин. – М.; Л.: Наука, 1964. – С. 3-23.
7. Степи Центральной Азии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 298 с.
8. Топологические аспекты учения о геосистемах / Под ред. В.Б. Сочавы. – Новосибирск: Наука, 1974. – 294 с.

Рецензенты:

Давыдова Н.Д., д.г.н., вед. науч. сотрудник Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,
г. Иркутск;

Напрасников А.Т. д.г.н., вед. науч. сотрудник Института географии им. В.Б. Сочавы СО
РАН, г. Иркутск.