УДК 911.2:504.7

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА МОРТМАССЫ В ФАЦИЯХ ПОЛИГОН-ТРАНСЕКТА ТЕРРИТОРИИ КОЙБАЛЬСКОЙ СТЕПИ

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

Койбальская степь Южно-Минусинской котловины находится в центре Азиатского материка между горными системами Западного и Восточного Саяна и Кузнецкого Алатау. Степи котловины обладают островным характером и в составе растительного покрова имеют большое число высокогорных, горностепных и монгольских видов растений. Почвенный покров степного ландшафта представлен обыкновенными и южными черноземами и каштановыми почвами. Климат степного участка характеризуется неравномерным выпадением осадков и неустойчивостью температурного режима в многолетнем ряду. На основе многолетних режимных наблюдений рассмотрена динамика запасов мортмассы в условиях современного климата. Установлены значительные изменения показателей мертвого вещества в течение вегетационного периода на полигон-трансекте, в сообществах вершинных и склоновых поверхностей. Созданы пространственно-временные модели, по которым можно судить об изменении мортмассы в сопряженном ряду исследуемых сообществ полигон-трансекта Койбальской степи. Выявлена погодичная динамика запасов мортмассы в фациях ключевого участка, так как образование ветоши в результате отмирания зеленой массы происходит в период с апреля по сентябрь, усиливаясь к осени. Отмечены максимальные запасы мортмассы в начале вегетационного периода, которые зависят от величины предшествующего года (с сентября по май), а также от погодных условий текущего года. Установленные аномальные по метеоусловиям засушливые годы с наложением антропогенного фактора весенних пожаров приводят к уменьшению показателей запасов мортмассы в фациях полигон-трансекта. Изучение динамики мертвого вещества имеет научное значение в познании функционирования природных фаций и может способствовать решению ряда практических задач.

Ключевые слова: степи Минусинской котловины (Койбальская степь), микроклимат, фации, полигон-трансект, растительное вещество, динамика запасов мортмассы

SPATIO-TEMPORAL DYNAMICS OF THE MORTMASS IN FACIES POLYCONDENSATE SITE KOBELSKI STEPPE

Dubynina S.S.*Institute of geography V.B. Sochava SB RAS, Irkutsk, e-mail: dubynina@irigs.irk.ru*

The Koibal steppe of the South-Minusinsk basin is located in the center of the Asian continent between the mountain systems of the Western and Eastern Sayan and Kuznetsk Alatau. The steppes of the basin have an island character and as part of the vegetation cover have a large number of Alpine, mountain and Mongolian plant species. The soil cover of the steppe landscape is represented by ordinary and southern black and chestnut soils. The climate of the steppe area is characterized by uneven precipitation and temperature instability in the long-term series. On the basis of long-term regime observations, the dynamics of mortmass reserves in the modern climate is considered. Significant changes in the parameters of dead matter during the growing season at the polygon-transect, in the communities of summit and slope surfaces were established. The space-time models are created, which can be used to judge the change of the mortmass in the conjugate series of the studied communities of the polygon-transect of the Koybal steppe. Identified annual dynamics of the resources of the mortmass in facies key area, as the formation of rags as a result of the withering away of green mass occurs in the period from April to September, increasing to autumn. The maximum reserves of mortmass at the beginning of the growing season, which depend on the value of the previous year (from September to may), as well as on the weather conditions of the current year. The established abnormal weather conditions dry years with the imposition of anthropogenic factor of spring fires, lead to a decrease in the stock of mortmass in the facies of the polygon-transect. The study of the dynamics of dead matter is of scientific importance in the knowledge of the functioning of natural facies and can contribute to the solution of a number of practical problems.

Keywords: steppes of the Minusinsk basin (Koybal steppe), microclimate, facies, polygon-transect, plant matter, dynamics of mortmass reserves

Изучение территории Койбальской степи Минусинской котловины, находящейся в условиях интенсивного хозяйственного использования, актуально, как и наблюдения за динамикой растительного вещества как многофункционального и интегрального природного компонента. Степи Минусинской котловины, расположенные по Енисейскому меридиану, наиболее теплые и обусловлены их островным характером и наличием в составе растительного покрова большого числа

высокогорных, горностепных и монгольских видов растений [1]. Ведущую роль в сложении сообществ настоящих степей играют дерновинные и рыхлокустовые злаки, корневищные и рыхлодерновинные осоки, полукустарнички и кустарники. В любом спонтанно развивающемся растительном покрове образуется определенное количество отмерших надземных органов растений, которые принято называть мортмасса. Изменения мертвой массы в фациях полигон-трансекта

та происходит в последовательной смене ее внутригодовых состояний, которые обусловлены метеорологическими условиями тепла и влаги, а также влиянием антропогенных нагрузок (пожары).

Основная цель работы: пространственно-временной принцип изучения динамики мортмассы в фациях полигон-трансекта в условиях современного климата территории Койбальской степи Минусинской котловины.

Материалы и методы исследования

Объектом детальных исследований стал полигон-трансект, который расположен в днище котловины с мелкогрядовым и плоскоравнинным обликом рельефа и абсолютными высотами 300–500 м (рис. 1) [2].

Климат котловины довольно теплый: средняя температура июля составляет 19 °С, среднегодовая положительна 0,9 °С. Вегетационный период составляет – 160 суток. В Койбальской степи выпадает 350–450 мм осадков в год. Продолжительность солнечного сияния 2000–2200 ч в год, приход суммарной радиации достигает 100 ккал/см² в год, причем примерно половина приходится на прямую солнечную радиацию. Большая часть осадков выпадает в летний период, а меньшее количество осадков отмечено зимой. По данным инструментальных измерений по метеоданным ст. «Бея» установлен хорошо выраженный температурный тренд и тренд снижения годового количества атмосферных осадков. Для развития природных систем, как показывают результаты наблюдений авторов других регионов, очень важно их совместное влияние, в то же время они указывают на то, что и антропогенный фактор исключить нельзя, и поэтому состояние компонентов природной среды должно находиться под постоянным контролем [3].

При учете запасов фитомассы использован следующий понятийный аппарат. Термин «фитомасса» – синоним массы растительного вещества (живых и мертвых частей травостоя). Запасы фитомассы характеризуются количеством вещества, создаваемого растениями на единицу площади (г/м²). Учет фитомассы проводился методом укусов. Размер площадок для укусов однородного растительного покрова со-

ставлял 0,25 м², повторность определений 3–5-кратная. Зеленую массу и ветошь срезали на уровне почвы, затем с площадки собирали подстилку. Ветошь и подстилка составляет мертвое вещество и называется мортмасса [4]. Образцы надземной массы, высушенные до абсолютно сухого состояния, взвешивались на электрических весах (ВЛТК-500). Проведенная статистическая обработка материала, собранного за многолетние исследования, показала, что для определения надземной массы достаточно 3–5-ти повторностей с площадок по 0,25 м². Достоверность учета надземной массы составляет ±15 %.

Результаты исследования и их обсуждение

Каждый исследуемый год своеобразен по метеорологическим условиям своим чередованием сухих и влажных лет на территории Койбальской степи (рис. 2, а).

В среднем для рассматриваемой территории годовая сумма атмосферных осадков за многолетний период с 2000 по 2017 г., по данным метеостанции «Бея», составляет 469 мм. Максимальное количество осадков 618 мм отмечено в 2003 г. минимальное количество осадков 313 мм в 2011 г. (рис. 2, а). Надо отметить, что из-за особенностей климатического режима четко выраженный максимум осадков в летний период отмечается в 2001–2004 гг. Осадки в эти годы превышали среднюю величину в 1,5 раза. Подъем годичного хода осадков на 90% определяется осадками теплого периода. Минимум отмечен в 2005, 2011 и 2015 гг. Для хода годовых температур характерны значительные колебания с 2000 по 2017 гг. (рис. 2, а). Самые низкие годовые температуры отмечены в 2010 и 2012 гг., а самые высокие показатели – в 2002 и 2007 гг. Величины средних годовых температур в этот период колебались в пределах нормы, отклоняясь в ту или другую сторону до 1,5 °С.

Рис. 1. Топологические подразделения полигона-трансекта Койбальской степи. Фации:

- I – мелкодерновинно-злаково-тырсовая с караганой степь на поверхности транзита склона южной экспозиции (т. 7); II – осоково-овсецово-тырсовая с караганой степь на вершинной поверхности (т. 15); III – петрофитно-разнотравно-тырсово-типчаковая степь на выровненной поверхности (т. 36); IV – разнотравно-осоково-овсецово-ковыльная степь денудационный склон северной экспозиции (т. 42)

a)

б)

Рис. 2. а) годовые колебания микроклиматического режима Койбальской степи (данные по метеоданным ст. «Бея»); б) изменение атмосферных осадков в Койбальской степи. Топохроноизоплетами показаны значения осадков за вегетационный период с 2000 по 2017 гг. (данные по метеоданным ст. «Бея»)

Климат котловины довольно теплый, вегетационный период длится с середины апреля до середины октября. При создании пространственно-временных моделей применен метод топохроноизоплет, соединяющих разнозначные величины наблюдаемых показателей, который позволяет выявить и наглядно представить закономерности флуктуаций природных режимов и тенденции их изменений. На рис. 2, б дан ход осадков за вегетационный период по данным метеостанции «Бея», наиболее близко расположенного к ключевому участку стационара, в 30 км от полигон-трансекта, за анализируемый период наблюдений наименьшее количество осадков в основном приходилось на апрель и октябрь месяцы. Можно отметить, что из-за особенностей климатического режима четко выраженный максимум осадков в летний период отмечается с июня по август месяцы.

Исследования по определению сезонной и погодной динамики мортмассы, проводились на полигон-трансекте Койбальской

степи. Изучение закономерностей и функционирования растительного вещества в фациях полигон-трансекта основываются на закономерностях сезонного развития. Фации полигон-трансекта отличаются друг от друга по степени выраженности сезонной и многолетней изменчивости. Изменение сезонного фона в разные годы в принципе однотипно. Различия отмечаются в основном только по срокам перехода с зеленого на буровато-соломенный цвет. Это зависит от травостоя предшествующего года и от погодных условий осени предыдущего и весны текущего года. Если в предыдущем году был большой урожай надземной массы, то в последующий буроватый ветошный аспект сохранится дольше. Основные изменения в процессе накопления мертвого вещества в сообществах происходят в первой половине лета. При избыточном количестве тепла и отсутствии дождей в летние месяцы (VI–VIII) снижается интенсивность процесса перехода ветоши в подстилку, происходит слабое разложение подстилки, количество

мортмассы уменьшается, особенно в засушливые годы. Например, засушливый 2005 г. сильно отразился на 2006 г. и запасы мортмассы на всех фациях были низкие, независимо от периода вегетации (таблица).

Однако независимо от экологических условий рассматриваемых фаций и общего гидротермического фона с середины июня до середины августа изучение внутригодовой динамики запасов мертвого вещества показало, что его наиболее низкие запасы отмечаются во второй половине теплого периода. С конца августа количество отмерших растительных остатков резко возрастает и в отдельные годы наибольшего значения достигает обычно осенью, что подтверждается данными других исследователей в степных экосистемах Юга Челябинской области, Хакасии, Западного Забайкалья [5–7].

Так как к началу сентября обычно заканчивается цикл развития травостоя, во всех фациях происходит интенсивное накопление новой ветоши и поэтому с сентября до середины октября происходит увеличение мертвого вещества. Анализ внутригодовой динамики запасов мортмассы позволяет в некоторой степени судить об интенсивности процессов разложения в конкретных фациях. Эти высокие показатели свидетельствуют о существенной ди-

намике запасов в течение теплого сезона, с июня по август месяц, низкие указывают на более равномерный и плавный ход изменения запасов мортмассы с сентября по октябрь месяц. Например, отношение максимальных запасов мертвого вещества с июня по август на южном склоне – ф. I в 2004 г. (200 г/м²) к минимальным 2005 г. (23 г/м²) равно 9,0 (таблица). Минимальная изменчивость запасов в многолетнем цикле за период IX–X месяц приурочена к фации IV северного склона (отношение максимальных запасов 2004 г. – 91 г/м², к минимальным 2017 г. – 37 г/м² равно 2,5). Выделяются периоды резких колебаний запасов мортмассы, которые приходится на послеполевые годы (2003, 2009, 2014 гг.). Высокие колебания запасов мертвого вещества по годам обусловлены, прежде всего, антропогенным воздействием (весенние и редкие осенние палы), в результате которых уничтожается мортмасса текущего года и предшествующего. Проявление частых весенних пожаров Койбальской степи наносит ущерб и приводит к уничтожению мортмассы фитоценозов, они, как правило, происходят при ветреной погоде и бывают кратковременными, в результате чего корневая система и почки возобновления обычно не повреждаются, более страдает мортмасса и семенной фонд.

Сезонная динамика мортмассы фаций полигон-трансекта Койбальской степи в многолетнем ряду, г/м² (абс. сух. вес)

Год	Фация I (т. 7) Сроки вегетации			Фация II (т. 15) Сроки вегетации			Фация III (т. 36) Сроки вегетации			Фация IV (т. 42) Сроки вегетации		
	IV–V	VI–VIII	IX–X	IV–V	VI–VIII	IX–X	IV–V	VI–VIII	IX–X	IV–V	VI–VIII	IX–X
2001	115	43	127	117	124	92	103	103	73	139	75	77
2002	96	71	119	129	109	161	100	28	70	134	23	74
2003	91	152	112	93	204	143	67	116	19	92	32	51
2004	136	207	175	200	46	249	132	56	79	163	66	91
2005	145	23	100	247	21	77	130	18	38	104	22	55
2006	51	44	64	62	30	97	51	35	79	81	39	45
2007	157	63	100	117	39	100	85	29	38	118	32	66
2008	121	54	118	171	41	142	133	23	12	83	41	46
2009	99	66	140	147	37	122	73	32	24	138	42	79
2010	118	76	164	166	32	181	97	41	20	142	28	81
2011	137	45	178	189	18	212	122	23	28	177	18	63
2012	149	24	193	194	5	146	144	5	3	145	7	74
2013	163	146	114	200	122	179	161	66	58	114	48	59
2014	96	98	135	163	72	156	109	81	55	133	17	74
2015	114	104	137	142	17	115	183	33	22	107	17	59
2016	115	119	101	105	101	66	83	93	65	81	49	46
2017	101	71	111	91	72	48	96	54	37	87	48	37

Рис. 3. Пространственно-временная изменчивость запасов мортмассы на полигон-трансекте Койбальской степи, в многолетнем ряду, г/м²

На построенных моделях по средним запасам мортмассы топохроноизоплеты наглядно показывают флуктуации по годам и фациям, при одинаковом поступлении тепла и влаги. Пространственно-временные изменения запасов мортмассы в сопряженном ряду фаций полигон-трансекта представляют собой стационарную модель Койбальской степи. Стационарные наблюдения в степных фациях полигон-трансекта показали значительные колебания мертвой массы в зависимости от погодной обстановки от года к году. Сравнивая три смежных года (2004, 2005 и 2006), видим, что 2005 г. характеризуется пониженной величиной запасов мортмассы до 50 г/м² в связи с засушливым летом и малым количеством осадков, что отразилось на всех фациях, но больше всего на фации выровненной поверхности фации III – петрофитно-разнотравно-тырсово-типчакковой в 2006 г. (рис. 3).

Количественно оценить зависимость запасов мортмассы от погодных условий, довольно затруднительно, ибо травостой по-разному реагирует на условия окружающей среды, т.е. имеет свои особые ритмы отмирания. Причем каждый год фации имеют свои периодичности в изменении мортмассы и свои амплитуды колебаний. Самые высокие запасы мертвого вещества наблюдаются в пространственно-временном ряду (1995, 1998, 2003 гг.) на фации I – мелкодерновинно-злаково-тырсовой с караганой растительности на поверхности транзита склона южной экспозиции и II – осоково-овсецово-тырсовой с карагановой растительностью на вершинной поверхности полигон-трансекта в 2012 г. до 200 г/м².

Выводы

1. В сообществах Койбальской степи отражены основные пространственно-временные закономерности мертвого вещества в фациях полигон-трансекта зависимости от гидротермических условий за период 2000–2017 гг.

2. За длительный период наблюдений выявлены значительные флуктуации мортмассы, на полигон-трансекте и в сезонной динамике максимум мортмассы приурочен к весеннему и осеннему периоду. Наибольшее количество мертвого вещества накапливается во влажные годы. Минимальное количество мортмассы отмечено в сухие годы в вершинных фациях. Однако эта закономерность может нарушаться и меняться, за счет весенних и осенних палов.

3. В результате многолетних наблюдений стало возможным получить картину пространственно-временной динамики мертвого вещества и выявить четкую пофациальную изменчивость мортмассы, обусловленную топологическими закономерностями и гидротермических условий сухих и влажных лет.

Список литературы

1. Природные режимы степей Минусинской котловины / Л.Б. Бальжинова, И.А. Башалханов, В.В. Буфал [и др.]; отв. ред. И.А. Хлебников, В.В. Буфал. – Новосибирск: Наука, 1976. – 236 с.
2. Дубынина С.С. Особенности формирования доминирующих видов надземной массы в фациях полигон-трансекта Койбальской степи Минусинской котловины / С.С. Дубынина // Современные проблемы науки и образования, 2016. – № 3. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24796> (дата обращения: 17.07.2018).
3. Давыдова Н.Д. Динамика показателей степных геосистем Юго-Восточного Забайкалья в условиях глобальных изменений климата / Н.Д. Давыдова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 4. – С. 120–125.
4. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах / Н.И. Базилевич, А.А. Титлянова, В.В. Смирнов [и др.]. – М.: Мысль, 1978. – 182 с.
5. Шибарева С.В. Динамика растительности и растительного вещества степных экосистем Юга Челябинской области / С.В. Шибарева, Н.П. Мироночева-Токарева // Вестник Оренбургского Государственного университета. – 2015 – № 10 (185). – С. 94–96.
6. Кандалова Г.Т. Степные пастбища Хакасии: трансформация, восстановление, перспективы использования / Г.Т. Кандалова. – Новосибирск, 2009. – 165 с.
7. Рупышев Ю.А. Внутрисезонные изменения состава продуктивности дерновиннозлаково-полукустарниковых степей Западного Забайкалья / Ю.А. Рупышев, В.И. Убугунова, А.В. Суткин, Б.Ц. Балданов // Вестник Бурятской гос. сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 1 (30). – С. 81–88.