

УДК 911. 2:504.7

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОМИНИРУЮЩИХ ВИДОВ НАДЗЕМНОЙ МАССЫ В СТЕПНЫХ ФАЦИЯХ МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Дубынина С.С.

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

В работе обобщены результаты многолетнего изучения видового состава растительных сообществ Койбальской степи. Дана характеристика объектов исследования (местоположение, почвенный покров, состав и высота травостоя, проективное покрытие). Показаны различия запасов видов растений в фациях изучаемой степи. Рассмотрены пространственно-временные особенности доминирующих видов на полигон-трансекте. Детально проанализированы и обобщены материалы по долевого участию доминирующих видов в многолетнем режиме функционирования, что позволяет выявить устойчивость и изменчивость этих видов под влиянием тепла и влаги. Показана роль злаков растительных сообществ как критерий отношения сообществ к типу настоящих степей. Значительная роль принадлежит крупнодерновинным злакам, которые занимают лидирующее положение. При смене режимных условий мелкодерновинные злаки также остаются в числе доминирующих. Прослежена четкая ритмичность доминирующих видов растений, обусловленная своеобразием гидротермических условий в пространственно-временном ряду конкретной фации.

Ключевые слова: растительный покров, виды растений, фация, полигон-трансект, многолетний режим, Койбальская степь, Минусинская котловина.

## FEATURES OF THE FORMATION OF THE DOMINANT SPECIES OF ABOVE-GROUND MASS IN THE STEPPES FACIES OF THE MINUSINSK BASIN

Dubynina S.S.

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkusk, e-mail: Dubynina@irigs.irk.ru*

The work generalizes the results of long-term study of the species composition of Kobalski steppe's plant communities. The characteristic objects of study (location, soil cover, composition of grass, grass height, projective cover). Shows the difference of the inventory of plant species in the studied facies of the steppe. Considered the spatial and temporal characteristics of the dominant species on the polygon-transect. Analyzed and summarized materials on equity of dominant species in the perennial mode of operation that allows to identify the stability and variability of these species under the influence of heat and moisture. Tracked a clear rhythmicity of the dominant plant species, due to the peculiarity of the hydrothermal conditions in the space-time a number of specific facies.

Keywords: vegetation, plant species, facies, polygon-transect, multi-mode, Kobalska steppe, Minusinsk depression.

Южно-Минусинская котловина относится к числу наиболее освоенных районов юга Красноярского края. Природные условия определяются резко континентальным климатом и расположением в центральной части Азиатского материка вдали от морских бассейнов. Настоящие ковыльные степи Минусинской котловины, по классификации Е.М. Лавренко [5], входят в состав так называемых островных степей Сибири, а флора представлена большим числом высокогорных, горностепных и монгольских элементов. Левобережная часть Енисея в пределах юга Минусинской котловины известна как Койбальская степь, она является уникальным типом степей. Растительный покров Койбальской степи составляют крупнодерновинные злаки (ковыльные и овсецовые), которые выступают в качестве коренных сообществ. Мелкодерновинные степи в данном регионе разнообразны и занимают большие площади. К ним можно отнести также холмисто-увалистые настоящие

четырёхзлаковые степи, выделенные В.В. Ревердатто [8]. Основу их составляют злаки: типчак валисский – *Festuca valesiaca*, тонконог гребенчатый – *Koeleria cristata*, мятлик кистевидный – *Poa botryoides*, и змеевка растопыренная – *Cleistogenes squarrosa*. Почвенный покров исследуемой территории представлен среднемощными малогумусными карбонатными черноземами в комплексе со степными солонцами [7].

Климат котловины довольно теплый: средняя температура июля составляет 19 °С, среднегодовая положительна 0,9 °С, выпадает 350-450 мм осадков в год, максимальное количество приходится на летние месяцы (50-60%). Наибольшее количество осадков выпадает в июле и августе (за исключением сухих лет). Весна и начало лета обычно засушливы – все это накладывает отпечаток на рост и развитие растений. Зимние осадки составляют 20-30%. Высота снежного покрова не превышает 19 см, снег часто сдувается в лога и лоцины, что ужесточает перезимовку степных растений.

### Объекты и методы исследования

Для оценки биологической продуктивности используются данные общего запаса растительного вещества и его состава отдельных видов. Основные методы определения биологической продуктивности, которых придерживаемся, изложены в работах [6; 9]. Надземная масса растений учитывалась на площадках в 0,25 м<sup>2</sup> методом укосов в 3-5-кратной повторности. Проводилось подробное описание площадок, на каждой из них определялось проективное покрытие каждого вида и сделаны зарисовки в горизонтальной проекции. Сбор образцов проводился в период максимального развития травостоя (конец июля, начало августа). Зеленую массу разбирали по видам. Все пробы растительного вещества высушивались в течение 8-12 часов при температуре 105 °С до абсолютно сухого веса, затем взвешивались. Ошибка средней для данных надземной массы составила ±10-16%.

Исследования проводились на полигон-трансекте Новониколаевского стационара, который пересекает несколько пространственно сопряженных фаций с мелкогрядовыми и плоскоравнинными формами рельефа (рис. 1).

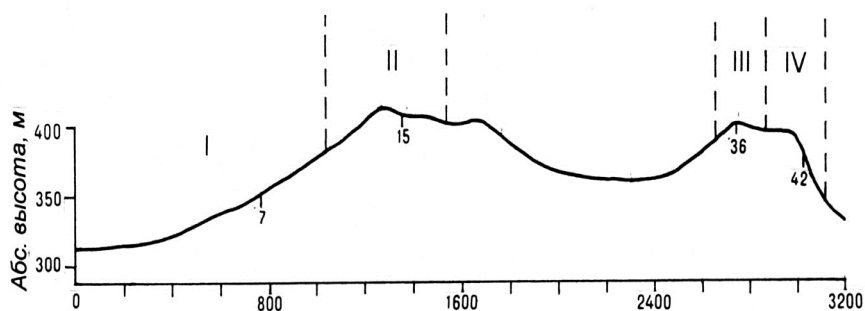
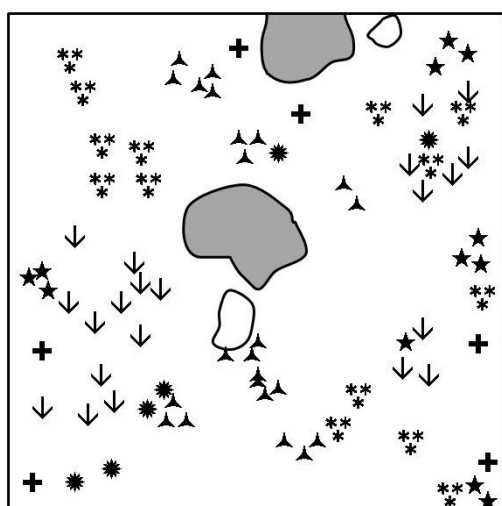


Рис. 1. Основные фации полигона-трансекта Койбальской степи

Фации: I – мелкодерновинно-злаково-ковыльная с караганой южного склона; II – петрофитно-разнотравно-ковыльно-типчачовая выровненной поверхности; III – осоково-вострещово-ковыльная с караганой вершинной поверхности; IV – разнотравно-осоково-овсецово-ковыльная денудационного склона северной экспозиции [3].

Изменение экологических условий на полигон-трансекте отражается в многообразии растительных сообществ, характеризующихся видовым составом и продуктивностью. Резкие контрасты в пространственном распределении растительного покрова создаются микрорельефом, представленным гребневидными вершинами, уступами на южных склонах и нивальными нишами на северных склонах. Расположение фаций отражает изменение структуры растительного покрова территории и зависит от характера освещения, теплообеспеченности, увлажнения, засоления, петрофитности – т.е. факторов, которые, в свою очередь, на ограниченной территории являются функцией пространственной вариации рельефа. В пределах полигон-трансекта со сменой геоморфологических поверхностей (склоновой денудации, транзита и аккумуляции) растительный покров представлен рядом последовательно сменяющихся друг друга сообществ, охватывающих несколько фаций.



- |    |   |  |
|----|---|--|
|    | 1 | Фация I – мелкодерновинно-злаково-         |
| ↓  | 2 | ковыльная с караганой южного склона        |
| ▲  | 3 | широко распространена и занимает пологие   |
| ★  | 4 | склоны. Проективное покрытие сообщества в  |
| ✱  | 5 | разные годы имеет значительные флуктуации  |
| ✱✱ | 6 | по метеоусловиям года. Для условий 2010 г. |
| +  | 7 | проективное покрытие 60-70%. Строение      |
|    | 8 | травяного полога 3-ярусное. Изучаемую      |

Рис. 2. Горизонтальная проекция мелкодерновинно-злаково-ковыльного с караганой сообщества южного склона, 2010 г. (ф. I):

- 1 - *Stipa Krylovii*, 2 - *Aneurolepidium pseudoagropyrum*,  
 3 - *Caragana pygmaea*, 4 - *Carex pediformis*,  
 5 - *Cleistogenes squarrosa*, 6 - *Artemisia frigida*,  
 7 - *Artemisia commutate*, 8 - *Helictotrihom desertorum*

достаточно заполненным видами, при этом насыщенность зависит от размера площади, на 1 м<sup>2</sup> насчитывается до 18 видов. На площади 0,25 м<sup>2</sup> в мелкодерновинно-злаково-ковыльном сообществе зафиксировано 8 видов растений (рис. 2). Господствующим видом крупнодерновинных злаков для этой фации является ковыль Крылова – *Stipa Krylovii*. Одновременно доминирующими видами из мелкодерновинных злаков являются: типчак – *Festuca valesiaca*, змеевка растопыренная – *Cleistogenes squarrosa*, тонконог гребенчатый – *Koeleria cristata*, мятлик оттянутый – *Poa botryoides*, вострец ложнопырейный – *Aneurolepidium pseudoagropyrum*, овсец пустынный –

*Helictotrihom desertorum*. Фактически на фации I численность дерновинных злаков не снижается, но проявляются периодические флуктуации в разные годы. Доминантами из разнотравья являются полынь холодная – *Artemisia frigida*, подмаренник настоящий – *Galium verum*, скабиоза Фишера – *Centaurea fisheri*, василистник малый – *Thalictrum minus*, эдельвейс эдельвейсовидный – *Leontopodium leontopodioides*, из бобовых видов – карагана карликовая – *Caragana pugnata*.

Фации II и III занимают вершинные поверхности. Следует отметить, что в этих фациях вегетация растений обычно начинается рано (середина апреля) и продолжается до самой поздней осени (середина октября), а некоторые дерновинные злаки и осоки уходят под зиму. У типчака, ковылей и осоки перезимовавшие листья после схода снега продолжают существовать и функционировать до появления новых побегов, а потом постепенно отмирают. Таким образом, к концу мая – началу июня появляются побеги новой генерации [2]. Экологические условия петрофитно-разнотравно-ковыльно-типчаковой выровненной поверхности (ф. II) на вершине полигон-трансекта наименее благоприятны для жизни растений (каменистые почвы). На гривах травостой наиболее разрежен и слагается в основном типчаком и петрофитным разнотравьем. Проективное покрытие 50-60 в отдельные годы до 80%. На 1 м<sup>2</sup> насчитывается 21 вид. На основной поверхности фации ковыль вместе с овсецом пустынным образуют фрагментарный ярус высотой от 40-50 до 65 см. На площадках 0,25 м<sup>2</sup> насчитывается до 8 видов растений.

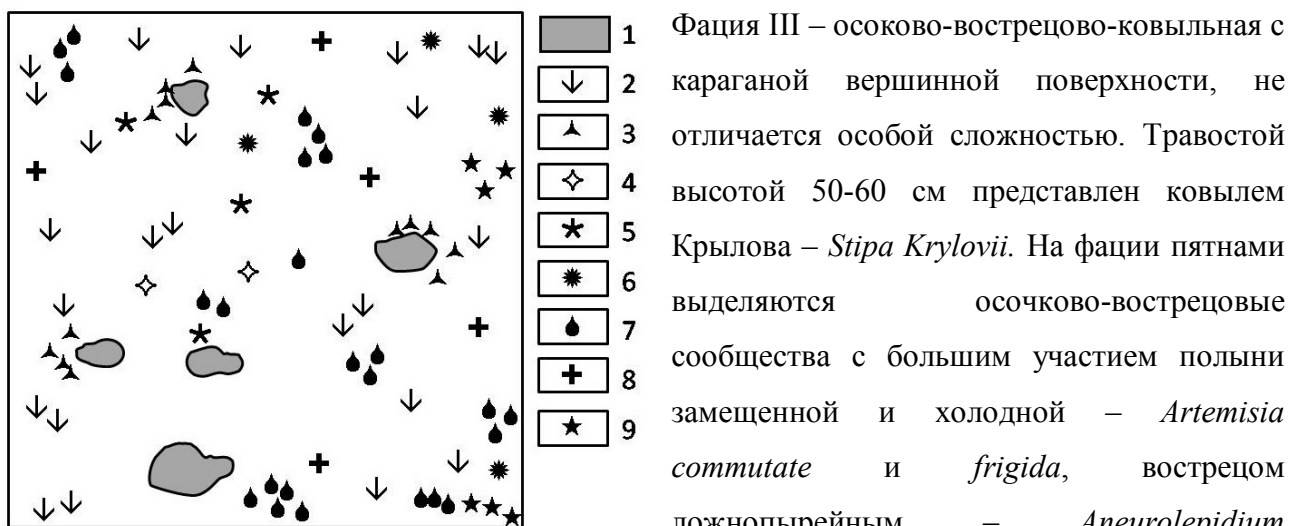


Рис. 3. Горизонтальная проекция осоково-вострещово-ковыльного с караганой сообщества вершинной поверхности, 2010 г. (ф. III):

- 1 - *Stipa Krylovii*, 2 - *Aneurolepidium pseudoagropyrum*,
- 3 - *Caragana pugnata*, 4 - *Oxytropis grandiflora*,
- 5 - *Euphorbia borealis*, 6 - *Cleistogenes squarrosa*,
- 7 - *Festuca valesiaca*, 8 - *Artemisia commutate*,
- 9 - *Carex pediformis*

которых произрастает осока твердовая – *Carex duriuscula*, из разнотравья – подмаренник настоящий – *Galium verum*, из бобовых – карагана карликовая – *Caragana pugnata*. Проективное покрытие в 2010 г., на осоково-вострещово-ковыльной фации достигает 70%. Строение травяного полога 3-ярусное. Первый ярус составляет 50-70, второй – 40-50 и третий – 10-30 см. На 1 м<sup>2</sup> насчитывается 24 вида. На горизонтальной поверхности фации III (0,25 м<sup>2</sup>) насчитывается 9 видов растений (рис. 3), количество видов может увеличиваться до 12 в зависимости от условий тепла и влаги.

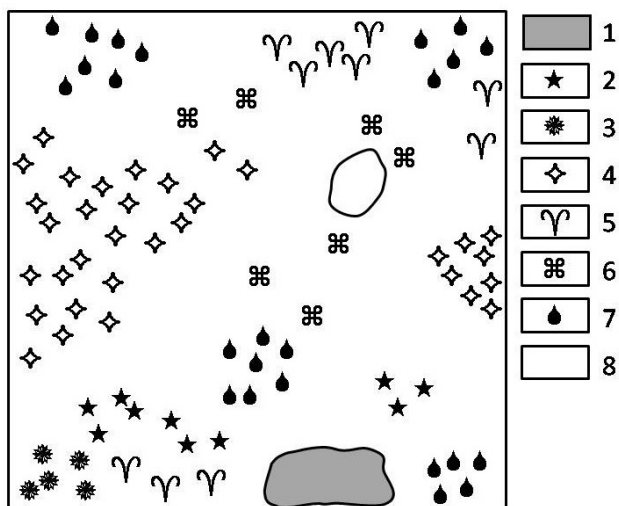


Рис. 4. Горизонтальная проекция разнотравно-осоково-овсецово-ковыльного сообщества склона северной экспозиции, 2010 г. (ф. IV).

1 - *Stipa Krylovii*, 2 - *Carex pediformis*, 3 - *Aster alpinus*, 4 - *Oxytropis grandiflora*, 5 - *Poa botryoides*, 6 - *Bupleiurum auréum*, 7 - *Festuca valesiaca*, 8 - *Helictotrihom desertorum*

Фация IV – разнотравно-осоково-овсецово-ковыльная денудационного склона северной экспозиции. Отличительными свойствами фации IV являются мезофильный характер этой фации, а также самое большое по трансекту видовое разнообразие растений. Горизонтальное сложение травостоя довольно равномерное (рис. 4). На общем фоне пятнами выделяются осоково-типчаковые сообщества с преобладающим участием типчака – *Festuca valesiaca*. В сообществах северного склона на щебнистых почвах произрастает овсец пустынный – *Helictotrihom desertorum*. В благоприятные годы высота травостоя достигает 60-80 см. Этот травяной полог состоит из целого ряда мобильных видов:

крестовник цельнолистный – *Senecio integrifolius*, колокольчик сибирский – *Campánula sibirica*, осока стоповидная – *Carex pediformis*, ирис русский – *Iris ruthenica*, астра альпийская – *Aster alpinus*, вероника седая – *Veronica incana*. Сложившийся состав травостоя разнотравно-осоково-овсецово-ковыльного сообщества продолжает долго вегетировать, т.е. зеленые вегетативные части растений можно обнаружить здесь до середины октября. Это растения, корневая система которых простирается глубже 10-15 см – *Caragana pugnata*, *Oxytropis grandiflora*, *Artemisia frigida*.

### Результаты исследования

Стационарные исследования позволяют получить материалы по распределению общих запасов зеленой массы и доминирующих видов растений в фациях полигон-трансекта, а также выявить пространственно-временные формирования видов в изучаемых сообществах.

Изменение запасов растительных сообществ на профиле в разные годы обусловлено различными проявлениями жизнедеятельности: одни растения – со стабильным доминированием, другие испытывают флуктуации, третьи уходят из фитоценоза при сильном выпасе или пожаре, а четвертые усиливают свои позиции с увеличением солонцеватости [4]. Из состава степной флоры для анализа были взяты растения, играющие наиболее выраженную роль в сложении травостоя – доминанты, содоминанты и остальные виды, входящие в состав общей зеленой массы травостоя, которые показаны в таблице.

Долевое участие, продуктивность доминирующих видов и запасы общей зеленой массы в фациях полигон-трансекта Койбальской степи

Виды растений	Фации							
	I		II		III		IV	
	%	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>
Ковыль Крылова – <i>Stipa Krylovii</i>	21	47	29	84	29	76	14	30
Овсец пустынный – <i>Helictotrihom desertorum</i>	21	48	15	41	10	27	14	30
Типчак – <i>Festuca valesiaca</i>	6	8	3	9	5	14	6	13
Тонконог гребенчатый – <i>Koeleria cristata</i>	1	3	1	4	8	21	5	10
Змеевка растопыренная - <i>Cleistogenes squarrosa</i>	1	2	3	9	12	32	2	4
Мятлик оттянутый – <i>Poa botryoides</i>	1	3	12	34	2	6	3	6
Вострец - <i>Aneurolepidium pseudoagropyrum</i>	5	11	2	7	7	9	11	25
Осока стоповидная – <i>Carex pediformis</i>	9	20	4	12	5	14	19	42
Карагана карликовая – <i>Caragana pygmaea</i>	12	26	8	23	7	18	4	8
Остальные виды	25	55	21	58	13	33	23	50
Общая зеленая масса		223		281		260		218

Существующая в пространстве неоднородность в распределении надземной массы зависит от структуры различных растительных сообществ и эколого-биологических особенностей слагающих видов. Для фаций I, II, III характерно заметное участие кустарников, составляющих 7-12% надземной массы. Общей особенностью структуры видового состава всех фаций является доминирование нескольких видов. Среди них только два вида всегда представительны в надземной массе: из крупнодерновинных злаков доминант – ковыль Крылова – *Stipa Krylovii* (14-29%) и субдоминант – овсец пустынный – *Helictotrihom desertorum* (10-21%), из мелкодерновинных злаков типчак – *Festuca valesiaca* (3-9%) и змеевка растопыренная – *Cleistogenes squarrosa* (1-12%), для других видов характерна приуроченность к определенным местообитаниям. В мезофитных условиях разнотравно-осоково-овсецово-ковыльного денудационного склона северной экспозиции в верхней части (ф. IV) происходит возрастание в надземной массе осоки стоповидной – *Carex*

*pediformis* (19%), востреца ложнопырейного – *Aneurolepidium pseudoagropyrum* (11%). Участие полыни холодной – *Artemisia frigida* играет заметную роль только в фациях, приуроченных к щебнистым местообитаниям (ф. II), и на ее долю приходится до 17% [1].

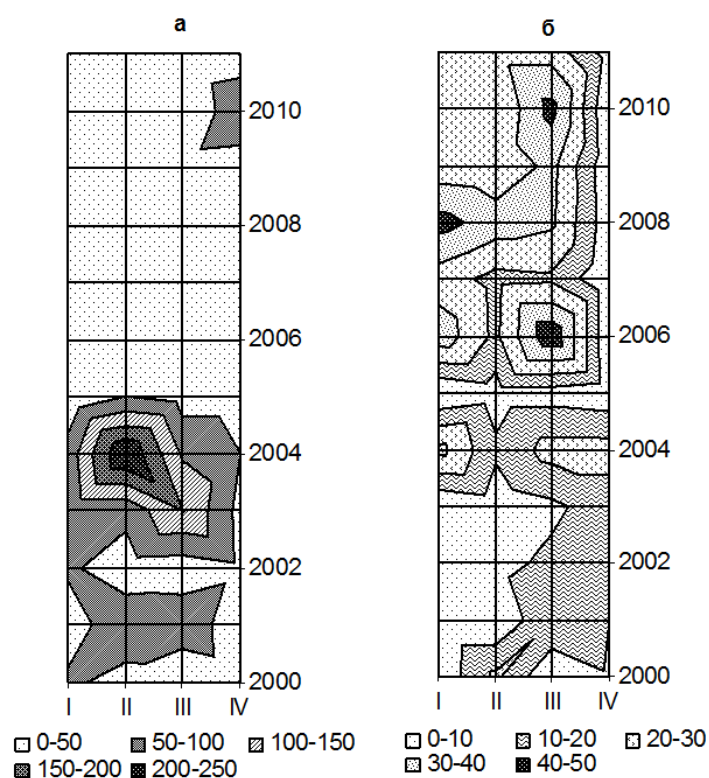


Рис. 5. Пространственно-временные модели (2000-2011 гг.) крупнодерновинных и мелкодерновинных видов ( $г/м^2$ ) на фациях полигон-трансекта: а – ковыль Крылова (*Stipa Krylovii*), б – типчак валисский (*Festuca valesiaca*)

влияния пожаров. Из изучаемых лет наиболее благоприятными для развития ковыля Крылова были 2003-2004 гг., о чем свидетельствуют максимальные величины запасов - от 200 до 250  $г/м^2$  на фациях I и II. Количество осадков за 2 месяца активной вегетации (июль, август) составило в 2004, 2005 и 2006 гг. 122,6, 87,6 и 129,5 мм соответственно. Таким образом, наиболее благоприятный температурный режим при сочетании тепла и влаги в 2003-2004 гг., по видимому, и объясняет значительное увеличение запасов ковыля. В 2005 г. наступает резкий спад запасов ковыля до 50  $г/м^2$  в связи засушливым летом и малым количеством осадков - 87,6 мм (июль и август). Несмотря на большое количество осадков в 2006 г. (129,5 мм в июле и августе), запасы ковыля Крылова достигали всего 50  $г/м^2$ , возможно, повлияли весенние пожары. Запасы ковыля в благоприятные 2003-2004 гг. на фации I и II в 5 раз выше, чем запасы типчака, это связано не только с термическими условиями, но и с физиологическими свойствами развития самих растений. Поведение запасов типчака прямо противоположное, по сравнению с видом ковыля Крылова (рис. 5б). Самое высокое по годам участие и запасы типчака до 50  $г/м^2$  наблюдаются в 2006 и 2010 гг. на фации III - осоково-вострецово-

Построенные графические модели в пространственно-временном ряду, где каждая фация имеет вполне определенную многолетнюю динамику доминирующих видов (рис. 5а). Прослеживается четкая ритмичность, в первую очередь обусловленная своеобразием гидротермических условий конкретной фации. Каждая фация достигает максимального накопления фитомассы видов в конкретный, только для них срок. Состояние травостоя полностью зависит от количества осадков, температуры и

ковыльной с караганой и в 2008 г. мелкодерновинно-злаково-ковыльной с караганой ф. I, с благоприятным сочетанием тепла и влаги. В засушливый 2005 г. запасы типчака минимальны (от 1 до 10 г/м<sup>2</sup>) на всех исследуемых фациях, и это сочетается с очень низким жизненным состоянием из-за недостатка влаги в почве и высокой температуры воздуха.

### **Заключение**

Полученные результаты по продуктивности степей Минусинской котловины позволяют выявить тенденции развития степных сообществ в многолетнем режиме функционирования. Система центральноазиатских типов степей подтверждается в основном содержанием видов растительности, по создаваемой продуктивности, численности и проективному покрытию сообществ биологической продуктивности полигон-трансекта.

Показана роль злаков растительных сообществ как критерий отношения сообществ к типу настоящих степей. Значительная роль принадлежит крупнодерновинным злакам: *Helictotrihom desertorum*, *Stipa Krylovii*, и они занимают лидирующее положение. При смене режимных условий мелкодерновинные злаки: *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata* - также остаются в числе доминирующих.

Прослеживается четкая ритмичность доминирующих видов растительности, обусловленная своеобразием гидротермических условий в пространственно-временном ряду конкретной фации.

### **Список литературы**

1. Географические исследования Сибири. Ландшафтообразующие процессы / отв. ред. В.Б. Выркин, Е.Г. Нечаева. – Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2007. – Т. 2. – 317 с.
2. Голубев В.Н. Эколого-биологические особенности травянистых растений и растительных сообществ лесостепи. - М., 1965. - 286 с.
3. Дубынина С.С. Современное состояние растительного покрова Южно-Минусинской котловины (Койбальская степь) // Почвы засушливых территорий, их рациональное использование, предотвращение деградации и опустынивания. - Абакан, 2013. - С. 211-216.
4. Дубынина С.С. Биологическая продуктивность заповедных и естественных растительных сообществ степей Хакасии в многолетнем режиме функционирования // Успехи современного естествознания. - 2016. - № 5. - Ч. 1. - С. 135-140.
5. Лавренко Е.М. Степи и сельскохозяйственные земли на месте степей // Растительный покров СССР. – М. – Л., 1956. - Т. 11. – С. 595-730.



6. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. – М. : Мысль, 1987. – 183 с.
7. Природные режимы степей Минусинской котловины. – Новосибирск : Наука, 1976. – 236 с.
8. Ревердатто В.В. Степи Хакасии // Изв. Всесоюз. геогр о-ва. – 1954. – Т. 86. – С. 228–234.
9. Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. – Л. : Наука, 1968. – 143 с.