

УДК 581.526.53+912.43

DOI: 10.25684/0513-1634-2023-149-120-127

РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА ХРЕБТА ПИСТАГ

Алексей Викторович Ларионов

Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова
655017, Россия, Республика Хакасия, г. Абакан, ул. Ленина, д. 90
E-mail: Larionovalexey000@yandex.ru

Приведены результаты изучения закономерностей формирования разнообразия растительности на границе восточных отрогов Кузнецкого Алатау и западной части Южно-Минусинской котловины на примере хребта Пистаг. В результате классификации было выделено 4 класса, 6 союзов и 11 ассоциаций растительных сообществ. С помощью ДСА-ординации определены экологические ведущие факторы, определяющие разнообразие и структуру растительного покрова: климатические (средняя температура июля и января и количество осадков) и топографические (экспозиция, абсолютная высота, крутизна склонов, залегание горных пород). Описана пространственная организация растительных сообществ, а также место, занимаемое сообществами с реликтовыми видами-криофитами, в растительном покрове.

Ключевые слова: *растительность; фиторазнообразие; горная лесостепь; Хакасия; ординация*

Введение

Растительность Хакасии отличается высоким разнообразием, вследствие сложного рельефа, сочетающего равнинные участки Минусинской котловины с горными территориями Кузнецкого Алатау и Западного Саяна. Ее основу составляют степи и гемибореальные леса. Территория Хакасии расположена на границе двух крупных геоботанических провинций, из-за чего на ней отмечаются два крупных географических зональных типа степей: евросибирский и восточносибирско-центральноазиатский [3, 9]. Из-за уникальных условий в местах контакта горных котловин с отрогами хребтов обнаруживаются редкие сочетания растительных сообществ, связанные со сложной историей формирования островных степей. Характерным элементом петрофитной растительности Хакасии выступают сообщества с участием криофитов, многие из которых являются перигляциальными и гляциальными реликтами [2, 7, 8]. Особый интерес представляют, занесенные в Зеленую книгу Сибири, тундростепи [1, 2, 9, 11]. Они крайне редки, из-за чего их экологические особенности плохо изучены.

Территории контакта Минусинской котловины и предгорий Кузнецкого Алатау являются местами сохранения в коренном и условно коренном состоянии многих сообществ, распаханых в других местах: перистоковыльных и крупнодерновинных овсецово-ковыльных степей. На территории модельного участка «хребет Пистаг», являющегося природным парком, отмечаются лишь небольшие участки сенокосов, что подчеркивает ценность изучения и сохранения этой территории как эталона естественной растительности и для выявления особенностей формирования горностепной растительности.

Цель исследования - изучение разнообразия и экологии растительных сообществ горностепного участка юго-западной части Минусинской котловины и восточных предгорий Кузнецкого Алатау на ключевом полигоне, расположенном на территории хребта Пистаг.

Географическое положение и природные условия

Хребет Пистаг (рис. 1) расположен в юго-западной части Хакасии и является частью восточных предгорий Кузнецкого Алатау. Он граничит с западной частью

Южноминусинской котловины. Рельеф среднегорный эрозионный, абсолютные высоты достигают 1062 м. Склоны хребта начинаются как пологие с небольшим уклоном (1-3°), а затем резко меняются на каменные обрывы с высокой крутизной, до 40°. На вершине расположены небольшие выровненные площадки, покрытые дресвой [4]

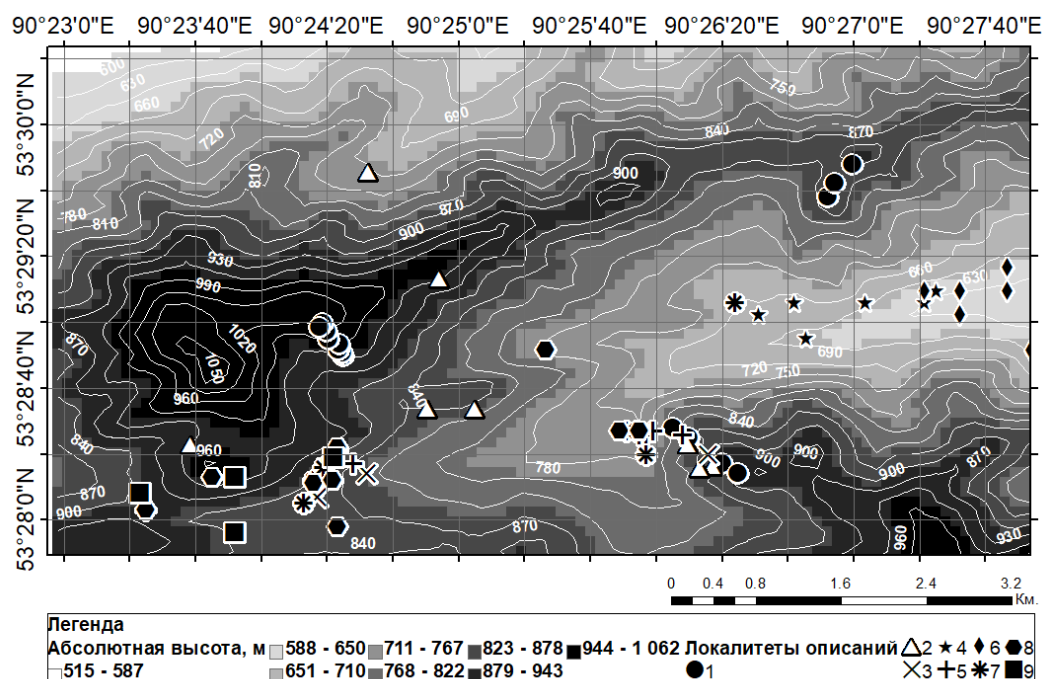


Рис. 1 Картосхема ключевого полигона исследования, построена по данным Shuttle radar topographic mission (SRTM). Изогипсы проведены через каждые 30 м

1. acc. *Dryado oxyodontae* – *Festucetum valesiacaе*; 2. Acc. *Dracocephalo ruyschianae* – *Rosetum acicularis*;
3. Acc. *Youngio tenuifoliae* – *Helictotrichetum desertori*; 4. Acc. *Thalictro foetidi* – *Festucetum valesiacaе*; 5. Acc. *Bupleuro multinervi* – *Helictotrichetum desertori*; 6. Acc. *Artemisio glaucae* – *Caricetum pediformis*;
7. Acc. *Youngio tenuifoliae* – *Agropyretum cristati*; 8. Acc. *Primulo cortusoides* – *Laricetum sibiricae*; 9. Acc. *Androsaco dasyphyllae* – *Caricetum pediformis*

Климат территории резко континентальный. Жаркое и сухое лето сменяется холодной и малоснежной зимой. Количество осадков больше (475-573 мм. в год), чем у прилегающей территории Южноминусинской котловины. Средняя температура июля колеблется от 17,6 до 15°C, января – от -18 до -19,2°C. Верхние части склонов характеризуются более холодными условиями и ветрами, что приводит к сдуванию снега в зимний период и сильному промерзанию почвы [4, 12].

Почвы развиты слабо и представлены в основном малогумусными, маломощными карбонатными разновидностями каштановых почв и южных черноземов, глубина залегания материнской породы обычно не превышает 5-15 см. на горных участках и 40 у подножий, много выходов материнской породы [6]. Рек на территории полигона нет, однако в весенний период таяние снега приводит к образованию временных водотоков.

Объекты и методы исследования

Исследование проводилось на территории республики Хакасия в Аскизском районе. Всего использовано 135 геоботанических описаний, собранных за период 2011-2022 гг. Описания выполнены по стандартной методике, на площадках 100 м² [5]. Из собранных описаний создана база данных на основе TURBOVEG [13]. Классификация проведена методом Браун-Бланке [16] с использованием JUICE 7.0 [15].

Ведущие экологические факторы, влияющие на пространственную организацию и разнообразие растительных сообществ, определены с помощью использования метода DCA-ординации (Detrended Correspondence Analysis) в пакете DECORANA [14]. Для определения ведущих факторов использовались климатические данные Worldclime [12], и особенности видового состава ценофлор с учетом спектров экологических групп растений по влажности и петрофитности субстрата. Экологическое обоснование осей ординации проведено с помощью расчета коэффициентов корреляции Пирсона в пакете Statistica 7 и пассивной их проекции на график DCA, а также на основе экологических свойств растений. Названия растений приведены в соответствии с Черепановым С.К. [10].

Результаты и обсуждение

Результаты классификации. В результате классификации сообществ ключевого полигона методом Браун-Бланке было выявлено, что растительность представлена четырьмя классами: *Rhytidio rugosi* – *Laricetea sibiricae* K. Korotkov et Ermakov (1999) (хвойные гемибореальные леса Южной, Восточной Сибири и Северной Монголии), *Cleistogenetea squarrosae* Mirkin et al. ex Korotkov (1991) (восточносибирско-центральноазиатские степи), *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soo (1947) (степи евро-сибирского типа западной палеарктики) и *Sedo* – *Scleranthenea* Dengler (2003) (сообщества суккулентов скальных выходов). Обнаруженные сообщества относятся к 6 союзам и 11 ассоциациям.

Продромус растительности:

Класс *RHYTIDIO RUGOSI* – *LARICETEA SIBIRICAE* K. Korotkov et Ermakov 1999
Порядок *CARICI PEDIFORMIS* – *LARICETALIA SIBIRICAE* Ermakov in Ermakov et al. 1991
Союз *COTONEASTERO MELANOCARPI* – *LARICION SIBIRICAE* Ermakov 2000
Ассоциация *Primulo cortusoides* – *Laricetum sibiricae* Ermakov 2000
Субассоциация *P. c.* – *L. s. filipenduletosum stepposae* Ermakov 2000
Субассоциация *P. c.* – *L. s. betuletosum pendulae* Ermakov 2000
Класс *FESTUCO* – *BROMETEA* Br. – Bl. Et Tx. Ex Soó 1947
Порядок *STIPETALIA SIBIRICAE* Arbuzova et Zhitlukhina ex Korolyuk et Makunina 2001
Союз *ACONITO BARBATI* – *POION TRANSBAICALICAE* Korolyuk et Makunina 2001
Ассоциация *Bupleuro multinervi* – *Helictotrichetum desertori* Makunina in Korolyuk et Makunina 2001
Субассоциация *B. m.* – *H. d. stipetosum capitatae* Makunina 2006
Ассоциация *Dracocephalo ruyschianae* – *Rosetum acicularis* ass. prov.
Союз *VERONICO INCANAE* – *HELICTOTRICHION DESERTORI* Korolyuk 2010
Подсоюз *Veronico incanae* – *Helictotrichenion desertori* Korolyuk et Makunina 2006
Ассоциация *Artemisio glaucae* – *Caricetum pediformis* Makunina 2006
Субассоциация *A. g.* – *C. p. typicum* Makunina 2006
Субассоциация *A. g.* – *C. p. iridetosum ruthenicae* Makunina 2006
Подсоюз *Youngio tenuifoliae* – *Helictotrichenion desertori* Korolyuk et Makunina 2006
Ассоциация *Youngio tenuifoliae* – *Helictotrichetum desertori* Makunina 2006
Класс *CLEISTOGENETEA SQUARROSAE* Mirkin et al, 1992
Порядок *FESTUCETALIA LENENSIS* Mirkin in Gogoleva et al. 1987
Подпорядок *FESTUCO VALESIIAE* – *CARICENALIA PEDIFORMIS* Ermakov, Larionov et Polyakova 2012

Союз *FESTUCO VALESIIAE* – *CARICION PEDIFORMIS* Ermakov, Larionov et Polyakova 2012

Ассоциация *Thalictro foetidi* – *Festucetum valesiacaе* Makunina 2006

Союз *ERITRICHIO PECTINATI* – *SELAGINELLION SANGUINOLENTAE* Ermakov, Chytry et Valachovič 2006

Подсоюз *Kitagawio baicalensis* – *Caricenion pediformis* Korolyuk et Makunina in Makunina 2006

Ассоциация *Pulsatillo turczaninovii* – *Caricetum pediformis* Makunina, Maltseva et Parshutina 2007

Ассоциация *Youngio tenuifoliae* – *Agropyretum cristati* Makunina 2006

Подсоюз *Kobresio filifoliae* – *Caricenion pediformis* Larionov, Ermakov et Polyakova 2015

Ассоциация *Androsaco dasyphyllae* – *Caricetum pediformis* Korolyuk et Makunina 1998

Субассоциация *A. d.* – *C. p. typicum* Korolyuk et Makunina 1998

Ассоциация *Dryado oxyodontae* – *Festucetum valesiacaе* Larionov, Ermakov et Polyakova 2015

Субассоциация *D. ox.* – *F. v. typicum* subass. prov.

Субассоциация *D. ox.* – *F. v. stipetosum krylovii* subass. prov.

Класс *SEDO* – *SCLERANTHENEAE* Dengler 2003

Союз *SEDION HYBRIDI* Ermakov, Chytry et Valachovič 2006

Ассоциация *Kitagawio baicalensis* – *Sedetum hybridi* Ermakov, Chytry et Valachovič 2006

Ординация и экологические особенности. Экологические особенности растительных сообществ были определены с помощью наблюдений в природе и ординации 135 геоботанических описаний, которая позволила определить основные экологические факторы, формирующие разнообразие растительности и ее пространственную организацию (табл. 1).

Таблица 1

Значения коэффициентов корреляции Пирсона между значениями экологических факторов и осями DCA ординации

Условия среды	Корреляции DCA-осей			
	Ось 1	Ось 2	Ось 3	Ось 4
Крутизна склона	-0,28*	0,08	0,48*	-0,03
Проективное покрытие дресвы и выходов материнской породы	-0,75*	0,15	0,19	-0,24*
Сумма осадков за май-сентябрь	0,12	-0,36*	0,26*	-0,10
Сумма осадков за октябрь-апрель	0,08	-0,28*	0,31*	-0,07
Годовая сумма осадков	0,10	-0,31*	0,30*	-0,08
Абсолютная высота	-0,40*	-0,25*	0,31*	-0,18
Средняя температура января	0,34*	-0,11	-0,21	0,17
Средняя температура июля	0,04	0,43*	-0,31*	0,01

Примечание: *-корреляция статистически значима при $\alpha = 0,05$.

На основании анализа соотношения экологических групп видов в синтаксонах и корреляций климатических факторов со значениями описаний вдоль главных осей 1 и 2, определено, что ось 1 проявляет статистически значимые корреляции с: фактором каменистости субстрата (-0,75), абсолютной высотой (-0,40), средней температурой января (0,34) и крутизной склона (-0,28) (табл. 1).

Вдоль первой оси ординации (рис. 2) наблюдается распределение сообществ, ранга ассоциаций и субассоциаций, вызванное изменением двух главных групп

экологических факторов: особенностей субстрата и климато-орографических особенностей места произрастания сообщества. Данный экологический ряд можно рассматривать как замещение крупных эколого-географических фитоценологических категорий: крайнее левое положение занимают восточносибирско-центральноазиатские степи класса *Cleistogenetea squarrosae* (значения 0,5-2,5). Левую и центральную часть (0,5-2,2) занимают сообщества союзов *Eritrichio* – *Selaginellion* и *Sedion hybridi*, объединяющие петрофитные степи и сообщества скальных выходов. При этом первыми в ряду выступают криофитные высокогорные степи, переходные к высокогорным сухим лугам класса *Carici rupestris* – *Kobresietea bellardii* Ohba 1974, произрастающие в верхней части лесостепи. Крайнее правое положение (2,2-2,5) среди центральноазиатских степей занимают непетрофитные мелкодерновинные степи *Thalictro* – *Festucetum*. В правой части оси (значения 2,5-3,8) расположены западно – палеарктические степи класса *Festuco* – *Brometea* и гемибореальные лиственничные разнотравные леса класса *Rhytidio rugosi* – *Laricetea sibiricae*.

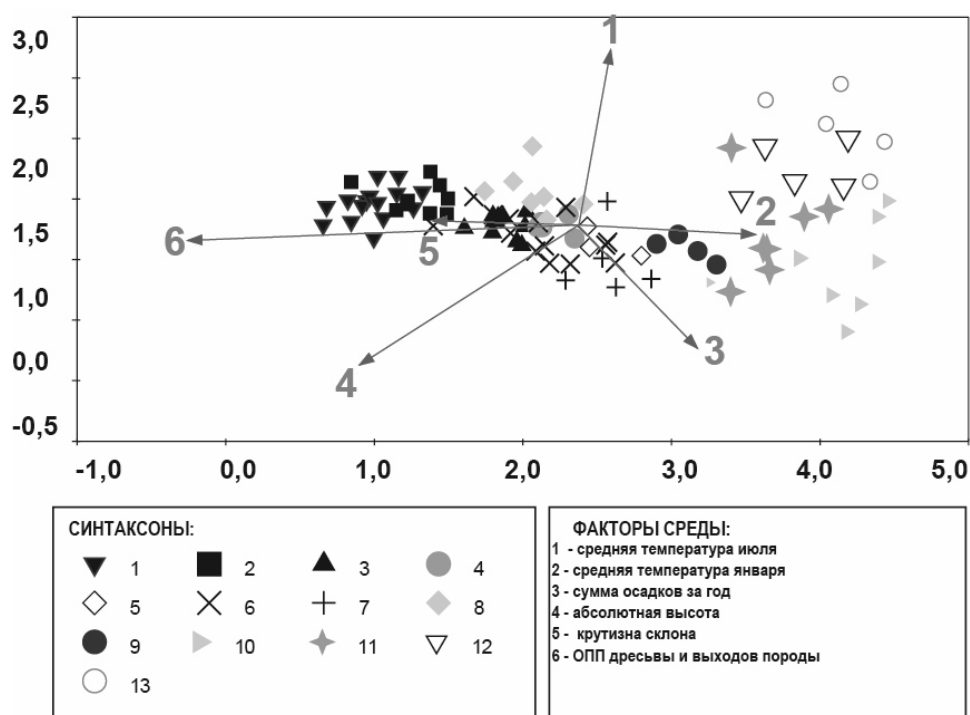


Рис. 2 Распределение растительных сообществ ключевого участка «хребет Пистаг» на осях 1, 2 DCA ординации с пассивной проекцией факторных осей
1. Субасс. *D.* – *F. typicum*; 2. Субасс. *D.* – *F. stipetosum krylovii*; 3. Асс. *Androsaco* – *Caricetum*; 4. Асс. *Kitagawio* – *Sedetum*; 5. Асс. *Thalictro* – *Festucetum*; 6. Асс. *Pulsatillo* – *Caricetum*; 7. Асс. *Youngio* – *Helictotrichetum*; 8. Асс. *Youngio* – *Agropyretum*; 9. Асс. *Artemisio* – *Caricetum*; 10. Асс. *Dracocephalo-Rosetum*; 11. Асс. *Bupleuro* – *Helictotrichetum*; 12. Субасс. *P.* – *L. filipenduletosum stepposae*; 13. Субасс. *P.* – *L. betuletosum pendulae*

Подобное распределение является характерным для островных степей Южной Сибири и отражает историю формирования центральноазиатских степей в горных районах и межгорных котловинах под действием оледенения, что привело к формированию сообществ с присутствием перигляциальных реликтов (подсоюз *Kobresio* – *Caricenion*). Причем в условиях восточных отрогов Кузнецкого Алатау Хакасии криофитно-степные сообщества верхней части лесостепного пояса полностью изолированы от высокогорных и контактируют в основном с петрофитными центральноазиатскими степями, из-за чего обогащаются их видами. Евросибирские

степи (класс *Festuco – Brometea*) занимают места с развитой почвой, которые находятся по бортам котловин, подножьям и северным склонам хребтов и тесно взаимодействуют с гемибореальными лесами, что объясняет высокое сходство их ценофлор.

По первой оси проявляется экологический ряд сообществ, начинающийся горными тундростепями верхней части лесостепного пояса: субассоциаций *D. – F. typicum* и *D. – F. stipetosum krylovii*. Они располагаются на вершине хребта, что приводит к выдуванию снежного покрова, почва практически не развита. Из-за холодных условий и сильного промерзания почвы, количество степных и луговостепных видов уменьшается (34,5-48,3%) по сравнению с другими петрофитными степями, но при этом высока роль криофитов (17,4% – *Dryas oxyodonta* и *Saussurea schanginiana* и др.). С уменьшением высоты тундростепи меняются на петрофитные мелкодерновинные степи *Androsaco – Caricetum*, в которой криофиты сохраняются (*Minuartia verna*, *Kobresia filifolia*, *Patrinia sibirica*), но их встречаемость снижается (2,7%).

В центре оси расположена группа ассоциаций: *Pulsatillo – Caricetum*, *Youngio – Agropyretum*, *Thalictro – Festucetum* и *Artemisio – Caricetum*. Они распространены в средней части склона по слабо выпуклым или ровным участкам, с более высокой температурой и с развитым снежным покровом. В видовом составе это изменение проявляется в уменьшении количества петрофитов и ксерофитов и увеличении мезоксерофитов и ксеромезофитов. Луговые разнотравно – овсецовые *Thalictro – Festucetum* и ковыльные степи *Artemisio – Caricetum* формируются на развитых почвах, из-за чего количество петрофитных видов снижается (5,4%), а из-за большего количества почвенной влаги в травостое увеличивается количество луговостепных видов (32,4% и 53,7%) при доминировании степных (54,2% и 26,4%).

В крайнем правом положении на оси-1 расположены луговые еurasийские непетрофитные перистоковыльные степи ассоциации *Bupleuro – Helictotrichetum*, ксеромезофитные кустарниковых сообщества *Dracocephalo – Rosetum* и светлохвойные гемибореальные леса *Primulo – Laricetum*. Они образуют сочетания по тенистым склонам, на вогнутых участках и у подножья хребта. Их условия произрастания наиболее влажные, вследствие чего видовой состав характеризуется преобладанием луговостепных видов: *Stipa pennata*, *Phleum phleoides*, *Lupinaster pentaphyllus*, *Galium boreale* (63,5%; 47,2% и 52,4% соответственно).

Ось 2 ординации проявляет статистически значимую корреляцию преимущественно с климатическими факторами: температурой июля (0,43) и суммой осадков за теплый период (-0,36), холодный период (-0,28), а также косвенно с особенностями мезорельефа: экспозицией и формой склона.

В правой части ординации крайнее нижнее положение занимают наиболее влаголюбивые сообщества ксеромезофитных степей *Bupleuro – Helictotrichetum*, кустарниковых сообществ *Dracocephalo – Rosetum*. Далее сгруппированы умеренно влаголюбивые луговые степи *Artemisio – Caricetum* и луговые разнотравно – овсецовые степи *Thalictro – Festucetum*. В верхней части оси расположены гемибореальные светлохвойные леса *Primulo– Laricetum filipenduletosum stepposae* и *P. – L. betuletosum pendulae*. Их расположение, коррелирующее с уменьшением суммы осадков, объясняется особенностями местообитаний: расположением в нижних частях склона, либо в слабовогнутых участках, что приводит к увеличению влажности почвы из-за поверхностного стока.

В левой части диаграммы расположен экологический ряд замещения петрофитных сообществ коррелирующий с уменьшением количества осадков и увеличением абсолютной высоты: его начинают петрофитные крупнодерновинные *Pulsatillo – Caricetum*, сменяющиеся на мелкодерновинные петрофитные степи с

криофитами *Androsaco – Caricetum* и злаково-разнотравные петрофитные степи *Youngio – Agropyretum*. В верхней части оси расположены тундростепи *Dryado – Festucetum*.

Оси 3 и 4 слабо влияют на объяснение экологических свойств растительности. ось 3 представляет градиент климатических факторов модифицированных крутизной склонов. Ось 4 показывает значимую корреляцию только с проективным покрытием дресвы.

Таким образом, наибольшее влияние на разнообразие сообществ района исследования оказывают следующие экологические факторы: количество осадков, температура, абсолютная высота и крутизна склона. Выявленные на осях 1 и 2 экологические ряды растительных сообществ отражают закономерности формирования растительного покрова. В результате влияния этих факторов происходит формирование экологического ряда сообществ. Нижние наиболее влажные части склона занимают сообщества гемибореальных (*Primulo–Laricetum*) лесов, и евросибирских кустарниковых (*Dracosephalo – Rosetum*) и луговых степей (*Bupleuro – Helictotrichetum*). По мере увеличения фактора петрофитности в средней части склона появляются луговые крупнодерновинные (*Artemisio – Caricetum*) и овсцовые степи (*Thalictro – Festucetum*) и серии петрофитных группировок (*Pulsatillo – Caricetum* и *Youngio – Agropyretum*), которые постепенно замещаются на все более сухие сообщества (*Androsaco – Caricetum*). Начиная со средней части склона появляются реликтовые виды и криофиты, доля которых постепенно растет. Данное распределение соответствует модельному распределению сообществ Хакасии [9, 11], но особенностью Пистага является появление на самых верхних частях хребта в небольшом количестве тундростепей (*Dryado– Festucetum*), которые в Минусинской котловине и восточных предгорьях Кузнецкого Алатау, описаны только из этого района.

Заключение

В результате классификации растительных сообществ полигона было выявлено 11 ассоциаций, относящихся к 4 классам растительности: *Rhytidio rugosi-Laricetea sibiricae*, *Cleistogenetea squarrosae*, *Festuco-Brometea* и *Sedo – Scleranthenea*. Проведенная ординация позволила выявить ведущие экологические градиенты: каменистость субстрата, средняя температура июля и января, и количество осадков за холодный и теплый период и связь их с особенностями рельефа. Изменение растительных сообществ коррелирует с этими факторами и приводит к формированию поясных рядов. От криофитных высокогорных тундростепей (*Dryado-Festucetum*) к петрофитным (*Androsaco-Caricetum*), и непетрофитным луговым восточносибирско-центральноазиатским степям (*Thalictro-Festucetum*) в центральных частях склона, к влажным луговым евросибирским степям (*Bupleuro-Helictotrichetum*) и гемибореальным лесам (*Primulo– Laricetum*) в нижней части склона. Полученные результаты будут использованы для составления крупномасштабных геоботанических карт, модельных участков западной части Минусинской котловины, в которой сохранились естественные сообщества с распространением реликтовых и Краснокнижных видов.

Благодарности

Исследование поддержано грантом Российского научного фонда No. 22-17-20012, <https://rscf.ru/project/22-17-20012/> с равной финансовой поддержкой правительства Республики Хакасия.

Список литературы

1. Зеленая книга Сибири (редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества) / под ред. И.Ю. Коропачинского. – Новосибирск: Наука. – 1996. – 396 с.

2. Красноборов И.М. О «тундростепях» на юге Средней Сибири // Растительный покров высокогорий. – Л.: Наука, 1986. – С. 131-136.
3. Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Л.И. Степи Евразии. – Л.: Наука, 1991. – 145 с.
4. Мистрюков А.А. Геоморфологическое районирование Назаровско-Минусинской межгорной впадины. – Новосибирск: ОИГГМ, 1991. – 130 с.
5. Полевая геоботаника. Методическое руководство / отв. ред. Е.М. Лавренко. – Новосибирск: Издательство Академии наук СССР, 1964. – Т. 3. – 530 с.
6. Растительный покров Хакасии / под ред. А.В. Куминовой. — Новосибирск: Наука, 1976. – 421 с.
7. Реввердатто В.В. Ледниковые реликты во флоре Хакасских // «Труды Томск, ун-та.» – 1934. – Т. 86. – С. 1-8.
8. Соболевская К.А. К вопросу о реликтовой флоре восточных склонов Кузнецкого Алатау и хакасских степей // Изв. Зап – Сиб. Фил. АН СССР. Сер. Биол. – 1946. – Т. 1, вып. 2. – С. 33-40.
9. Ларионов А.В., Ермаков Н.Б., Полякова М.А., Анкипович Е.С. Степная растительность Хакасии: разнообразие и экология. – Абакан: Издательство ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова», 2015. – 196 с.
10. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб., 1995. – 992 с.
11. Ermakov N., Larionov A., Polyakova M., Pestunov I., Didukh Ya. Diversity and spatial structure of cryophytic steppe of the Minusinskaya basin in Southern Siberia (Russia) // Tuexenia. – 2014. – Vol. 34. – P. 431-446.
12. Fick S.E., Hijmans R.J. Worldclim 2: New 1 – km spatial resolution climate surfaces for global land areas // International Journal of Climatology. – 2017. – Vol. 37. – P. 4302-4315.
13. Hennekens S.M. TURBO(VEG). Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. User's guide. Lancaster: IBN. University of Lancaster. – DLO. – 1996. – 59 p.
14. Hill M.O. DECORANA and TWINSpan, for Ordination and Classification of Multivariate Species Data: A New Edition, Together with Supporting Programs, in FORTRAN 77. – Huntington: Inst. Terrestr. Ecol., – 1979.
15. Tichy L. JUICE, software for vegetation classification // Journal of Vegetation Science. – 2002. – Vol. 13. – P. 453.
16. Westhoff V. & van der Maarel E. The Braun – Blanquet approach // Handb. Veg. Sci. – 1973. – Vol. 5. – P. 617-726.

Статья поступила в редакцию 06.10.2023 г.

Larionov A.V. Diversity and ecology of plant communities in the southwestern part of the Minusinsk basin on the example of the Pistag ridge polygon // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2023. – № 149. – P. 120-127

The article is devoted to the diversity of vegetation on the border of the eastern spurs of the Kuznetsk Alatau and the western part of the South-Minusinsk basin on the example of the Pistag ridge. As a result of the classification, 4 classes, 6 unions and 11 associations of plant communities were identified. Using DCA-ordination, environmental factors were determined: climatic (average temperature of July and January and precipitation) and topographic (exposure, absolute height, slope steepness, rock occurrence). Based on the analysis of factors and field data, the spatial organization of plant communities is described, as well as the place occupied by communities with cryophyte species in the vegetation cover of the area.

Key words: *vegetation of the mountain forest-steppe; Khakassia; DCA-ordination*