

## ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФЛОРЫ АЛАСНЫХ КОТЛОВИН ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

М.Ф. БЫСЫИНА

## ECOCOENOTIC ELEMENTS OF FLORA OF ALASES (CENTRAL YAKUTIA)

M.F. BYSYINA

*Томский государственный университет, 634050 Томск, пр. Ленина, 36*

*Tomsk State University, 634050 Tomsk, Lenina ave., 36*

*Fax: +7 (3822) 52–95–85; e-mail: bysyina\_marya@mail.ru*

На основании анализа межвидовых сопряженностей для флоры термокарстовых аласов Центральной Якутии выделено 6 эколого-ценотических элементов. Проведен анализ положения экоценоэлементов на градиентах увлажнения и богатства-засоленности почв.

**Ключевые слова:** растительность, аласы, Центральная Якутия.

Due to the analysis of correlation between alas species of Central Yakutia 6 ecocoenotic elements were distinguished. Ecocoenotic elements are arranged on the gradients of soil humidity and salinity.

**Key words:** vegetation, alases, Central Yakutia.

На территории Центральной Якутии криогенные процессы активно влияют на рельеф местности, растительный и почвенный покровы. Широкое распространение имеют проявления термокарста — просадки земной поверхности при протаивании льдистых мерзлых пород и подземного льда. Термокарстовый рельеф в Центральной Якутии занимает огромные пространства и приурочен к террасированным аллювиальным равнинам. Котловины, образовавшиеся при вытаивании пород «ледового комплекса» с сингенетическими повторно-жильными льдами, носят название аласов (Ершов, 2002). Развитие аласов зависит от строения толщ, которые подверглись термокарстовому расчленению: глубина котловин соответствует мощности ледового комплекса, морфология дна аласных котловин определяется стадией развития, режимом обводнения, строением ледового комплекса (Строение ..., 1979). Для термокарстового аласа характерно понижение поверхности от периферии к центру, где часто располагается остаточное озеро. Увлажнение аласов идет за счет надмерзлотного и поверхностного стока, но ре-

шающую роль в режиме увлажнения играют атмосферные осадки. Преобладают солонцеватые почвы, встречаются пятна солончаков (Еловская, 1964). В растительном покрове господствуют луга, состав которых меняется от центра к периферии котловины в следующей последовательности: прибрежно-водная растительность, луга избыточного увлажнения, луга нормального увлажнения, остепненные луга (Пермякова, 1962; Гоголева, 1982). В местах сильного засоления встречаются фрагменты солончаковых сообществ. На границе аласа и леса располагаются заросли кустарников и разнотравные луга (Караваев, Скрыбин, 1975).

Цель работы — изучение закономерностей сложения растительного покрова и выделение эколого-ценотических элементов флоры (далее экоценоэлементов или ЭЦЭФ) термокарстовых аласов. Методической основой для разработки системы экоценоэлементов было выявление групп сопряженно растущих видов с последующей оценкой их экологической приуроченности с использованием экологических шкал растений.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Все модификации термокарстового рельефа представлены в районе Лено-Амгинского междуречья, поэтому данная территория может служить эталонной при изучении аласной области Центральной Якутии (Соловьев, 1959). В геоморфологическом отношении Лено-Амгинское междуречье образует единое целое, являясь частью Центрально-Якутской низменности, представляющей собой впадину с абсолютными отметками высот 60–450 м над ур. м. Преобладающая часть междуречья сформирована аллювиальными равнинами и речными террасами, врезанными в плоскую возвышенность (Якутия, 1965).

В основу анализа легли 560 геоботанических описаний, выполненных автором и охватывающих все типы растительности аласов Лено-Амгинского междуречья. Для выделения групп сопряженно растущих видов применялся метод корреляционных плеяд (Василевич, 1969). Описания были внесены в базу данных IBIS (Зверев, 2008), с помощью которой была построена валовая таблица из 560 описаний и 345 видов. Для всех пар видов был вычислен классический коэффициент Браве, наиболее пригодный для дальнейшего анализа матриц и объективного выделения групп взаимосопряженных видов (плеяд) (Нешатаев, 1987). Для дальнейшего разделения видов на группы рекомендуется использовать виды средних классов константности (20–60 %), но полученные нами значения встречаемости видов показали, что в аласах отсутствуют высококонстантные виды (со встречаемостью более 60 %). Наибольшая встречаемость зафиксирована

у *Puccinellia tenuiflora* — 31.6 %. Данный злак встречается во многих типах растительных сообществ, по нашим оценкам он произрастает на более чем 60 % площади большинства аласов. Низкая встречаемость видов в целом определяется значительным варьированием экологических факторов. В связи с этим, при выделении групп мы учитывали растения со встречаемостью от 5 %. На основе анализа сопряженностей между видами были построены корреляционные плеяды, для каждого вида было подсчитано количество связей с видами из своей плеяды и из других плеяд. Виды, имеющие многие связи преимущественно со своей плеядой, рассматривались как ядро, а растения с единичными связями с данной плеядой рассматривались как аффиные, то есть имеющие повышенное родство к данному типу (Коротков, 1991). Виды, имеющие значительное количество связей с видами других плеяд, рассматривались как переходные внутри данной плеяды. При учете более слабых связей (пороговый уровень менее 0.3) большинство видов анализируемой флоры были отнесены к выделенным ЭЦЭФ.

Для оценки положения видов на градиентах увлажнения и богатства-засоленности почв учитывались оптимумы видов (Королюк и др., 2005; Королюк, 2006), степень толерантности по отношению к данным экологическим факторам оценивалась на основании собственных оценок с привлечением экологических шкал (Методические ..., 1974, 1978).

Названия таксонов приведены по С.К. Черепанову (1995).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Было выделено 6 экоценоэлементов флоры (ЭЦЭФ): водный, прибрежно-водный, болотный, луговой, лугово-лесной и степной. Структуру связей между ними отражает корреляционная плеяда (рис. 1).

**Водный ЭЦЭФ** характеризуется сильными связями с видами внутри своей плеяды и малым количеством внешних связей. Ядро ЭЦЭФ образуют *Potamogeton perfoliatus*, *P. compressus*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Batrachium trichophyllum*, *Ceratophyllum demersum*. Водный экоценоэлемент представлен небольшим числом видов и занимает 5 % изучаемой флоры (рис. 2).

**Прибрежно-водный ЭЦЭФ.** Ядро данного экоценоэлемента слагают 2 группы видов, связанные между собой на уровне связи 0.34. Основу пер-

вой составляют злаки: *Beckmannia syzigachne*, *Glyceria triflora* и *Scolochloa festucacea*. К этим видам на уровне связи 0.2 примыкают *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Typha latifolia* образующие заросли по берегам аласных озер. Вторая группа представлена *Persicaria amphibia*, *Eleocharis palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Sparganium emersum*, *Butomus umbellatus*, *Agrostis stolonifera*, *Hippuris vulgaris*. К данному экоценоэлементу относится 12 % флоры.

**Болотный ЭЦЭФ** является одним из наиболее богатых и охватывает 19 % флоры. По количеству связей с видами своей плеяды выделяются осоки: *Carex juncella*, *C. lithophila*, *C. acuta*, *C. atherodes*, *C. capitata*, высокую степень сопряженности с видами внутри плеяды имеют *Caltha palustris*, *Calamagrostis langsdorffii*, *C. neglecta*, *Poa palustris*, *Ptarmica cartilaginea*.

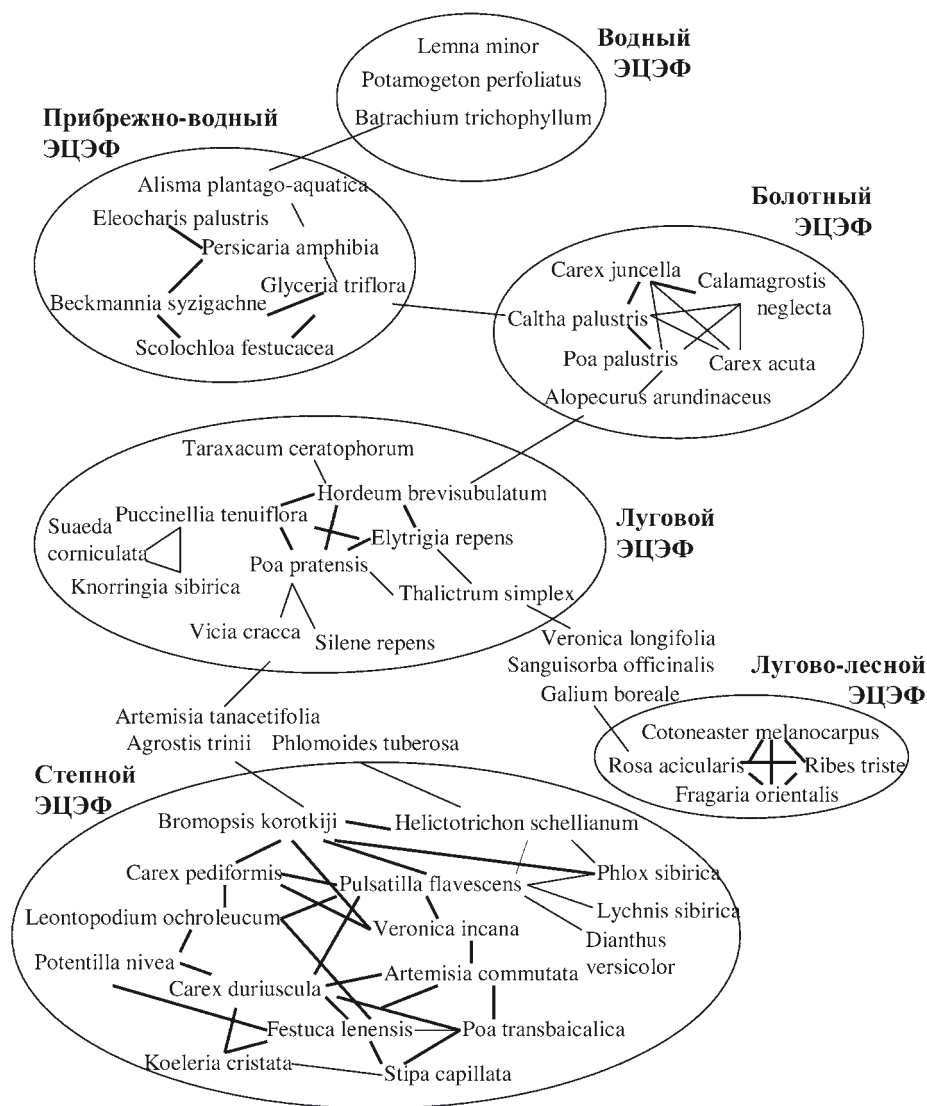


Рис. 1. Корреляционная плеяда экоценоэлементов флоры термокарстовых аласов (жирными линиями показаны связи более 0.5, тонкими — от 0.45 до 0.5)

Значительную часть болотного ЭЦЭФ составляют виды, имеющие невысокий уровень сопряженности внутри плеяды, но отличающиеся высокой активностью в аласах: *Iris setosa*, *Menyanthes trifoliata*, *Tephrosia palustris*, *Primula serrata*, представители родов *Eriophorum*, *Juncus* и др. Многие виды имеют связи с видами прибрежно-водного ЭЦЭФ: *Equisetum palustre*, *Ptarmica cartilaginea*, *Ranunculus sceleratus*, *Triglochin palustre* и др. Переходное положение к луговому ЭЦЭФ занимают *Alopecurus arundinaceus*, *Potentilla anserina*.

**Луговой ЭЦЭФ** представлен наибольшим числом видов — около трети флоры аласов (34%). Из-за значительного объема ядро экоценоэлемента выделяется нечетко, по количеству сильных связей

внутри плеяды обособливаются виды, являющиеся доминантами аласных лугов: *Poa pratensis*, *Elytrigia repens*, *Hordeum brevisubulatum*, *Puccinellia tenuiflora*. Высокую сопряженность с данными видами проявляют *Thalictum simplex*, *Vicia cracca*, *Silene repens*. К ядру лугового экоценоэлемента также относятся *Crepis tectorum*, *Geranium pratense*, *Potentilla longifolia*, *P. stipularis*, *Rumex thyrsiflorus*, у которых наблюдаются множественные связи внутри плеяды.

Луговой ЭЦЭФ довольно разнороден и объединяет виды из различных местообитаний. На уровне 0.35 через *Puccinellia tenuiflora* к нему присоединяются растения, индицирующие засоленные местообитания: *Saussurea amara*, *Suaeda corniculata*, *Salicornia perennans*, *Knorringia sibirica*, *Glaux maritima*. В ала-

сах из-за слабого развития солончаков галофитная растительность представлена небольшим количеством видов, которые смешиваются с луговыми видами в составе травяных ценозов. На уровне 0.39 отделяются виды нарушенных местообитаний: *Taraxacum ceratophorum*, *Artemisia jacutica*, *Hordeum jubatum*, *Carduus crispus*, *Chenopodium rubrum*, *C. album*, *Descurainia sophia*, *Lappula squarrosa*, *Lepidium densiflorum*, *Neoleptopyrum fumarioides*, *Polygonum arenastrum*, *Potentilla bifurca*, *Plantago media*. Их распространение в аласах связано с высокой антропогенной трансформацией аласных лугов в результате выпаса. Кроме того, они встречаются на бугристых склонах аласов (байджерахах) и на мерзлотных буграх пучения.

Виды с широкой экологической амплитудой связывают луговой ЭЦЭФ с лугово-лесным (*Galium boreale*, *Linaria acutiloba*, *Sanguisorba officinalis*, *Lupinaster pentaphyllus*, *Veronica longifolia*) и степным ЭЦЭФ (*Agrostis trinii*, *Anemone sylvestris*, *Artemisia mongolica*, *A. tanacetifolia*, *Campanula glomerata*, *Carex obtusata*, *Snidium davuricum*, *Phlomooides tuberosa*). Помимо этого, некоторые виды в аласах имеют множественные связи с видами из разных ЭЦЭФ и по существу являются эвритопными, но наиболее сильные связи у них прослеживаются с луговыми растениями: *Achillea millefolium*, *Campanula rotundifolia*, *Galium verum*, *Senecio jacobaea*, *Viola mauritii* и др.

**Лугово-лесной ЭЦЭФ.** Ядро экоценоэлемента составляют виды, произрастающие на границе с лесом, по периферии аласных котловин. Сильные сопряженности (0.6) прослеживаются между *Fragaria orientalis*, *Ribes triste*, *Rosa acicularis* и *Cotoneaster melanocarpus*, к которым присоединяются остальные виды, составляющие ядро плеяды: *Aegopodium alpestre*, *Campanula punctata*, *Cerastium maximum*, *Chamenerion angustifolium*, *Equisetum arvense*, *Inula britannica*, *Hieracium umbellatum*, *Moehringia lateriflora*, *Ranunculus borealis*, *Potentilla multifida*, *Scorzonera radiata*, *Stellaria longifolia*, *Tanacetum vulgare*, *Thalictrum minus*, *Valeriana alternifolia*, *Vicia amoena*.

**Степной ЭЦЭФ** характеризуется наиболее сильными связями внутри плеяды. При этом высокий уровень сопряженности наблюдается не только между видами, слагающими ядро, но и между всеми видами, входящими в экоценоэлемент. Сопряженность более 0.65 объединяет виды, являющимися эдификаторами степных сообществ: *Festuca lenensis*, *Poa transbaicalica*, *Carex duriuscula*, *Koeleria cristata*, *Stipa capillata*. К ним через *Artemisia commutata*, *Potentilla nivea*, *Pulsatilla flavescens*, *Veronica incana* присоединяется группа луговостепных растений: *Carex pediformis*, *Leontopodium ochroleucum*, *Lychnis sibirica*, *Dianthus versicolor*, *Phlox sibirica*, *Helictotrichon schellianum*, *Bromopsis korotkiji*. На уровне 0.35 к ядру плеяды

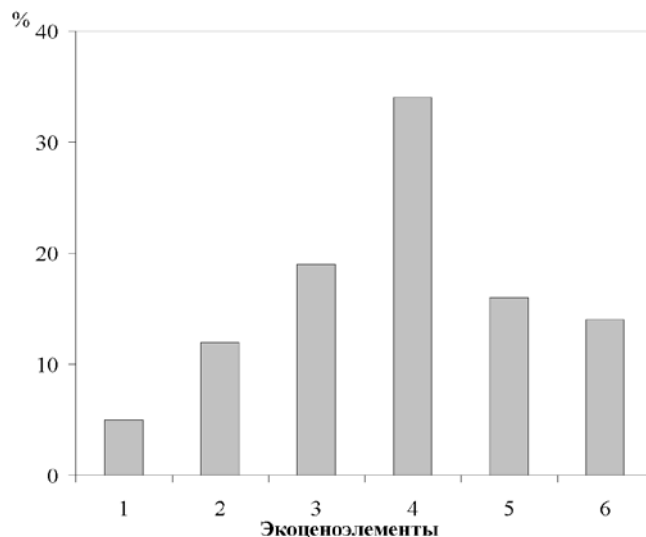


Рис. 2. Распределение видов по экоценоэлементам флоры термокарстовых аласов.

1 — водный, 2 — прибрежно-водный, 3 — болотный, 4 — луговой, 5 — лугово-лесной, 6 — степной

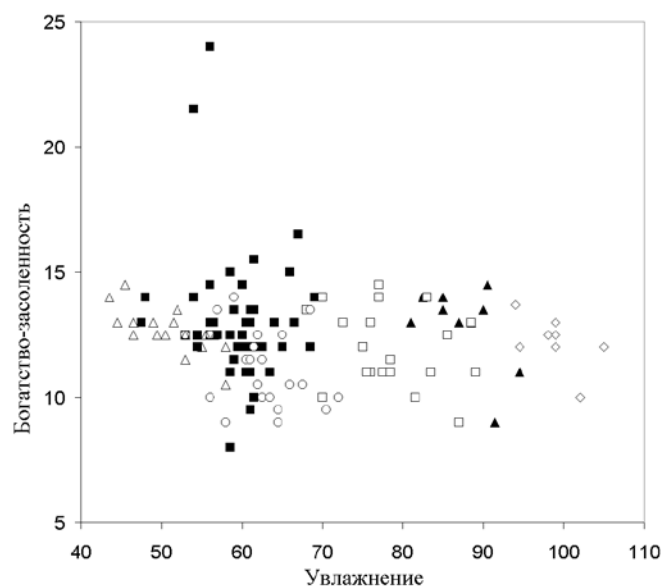


Рис. 3. Ординация видов экоценоэлементов флоры термокарстовых аласов с пороговым уровнем связи более 0.3.

◇ — водный, ▲ — прибрежно-водный, □ — болотный, ■ — луговой, ○ — лугово-лесной, △ — степной

присоединяются *Allium splendens*, *Androsace septentrionalis*, *Artemisia dracunculus*, *Potentilla conferta*.

Использование экологических шкал растений позволяет охарактеризовать положение каждого экоценоэлемента на градиентах экологических факторов. Выделенные экоценоэлементы различаются по степени увлажнения и образуют экологический ряд на оси увлажнения: водный, прибрежно-водный, болотный, луговой, лугово-лесной и степной (рис. 3).

Четкая экологическая приуроченность наблюдается у видов водного (94–105 ступеней), прибрежно-водного (81–94) и степного ЭЦЭФ (43–56). Наиболее широкая амплитуда по градиенту увлажнения у видов, относящихся к луговому (48–69) и болотно-му ЭЦЭФ (70–89). Положение лугово-лесных видов на экологических градиентах сходно с луговыми

видами, но смещено в сторону большего увлажнения (57–70). На оси богатства-засоленности почв флора аласов занимает ступени от 8 до 16, причем ЭЦЭФ по этому фактору не отделяются друг от друга. Исключение представляет лишь часть лугового экоценоэлемента, индицирующая засоленные местообитание.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение метода корреляционных плеяд позволило выделить эколого-ценотические элементы флоры термокарстовых аласов и структурировать их. Использование экологических шкал растений показало, что ЭЦЭФ занимают различное положение на градиенте увлажнения. Исключение составляет лугово-лесной ЭЦЭФ, виды которого по характеристикам увлажнения и богатства-засоленности почв не отделяются от видов лугового ЭЦЭФ. Это объясняется широкой экологической амплитудой луговых видов и разнообразностью лугового эко-

ценоэлемента. Экологические оценки, так же, как и анализ сопряженностей, позволяют относить тот или иной вид к определенному ЭЦЭФ. Результаты эколого-ценотического анализа флоры термокарстовых аласных котловин Лено-Амгинского междуречья (Центральная Якутия) показывают преобладание луговых видов, при этом довольно большую часть флоры аласов составляют болотные и лугово-лесные виды.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ 09-04-90726-моб\_ст.

## ЛИТЕРАТУРА

- Ершов Е.Д. Общая геоэкология. М., 2002. 452 с.
- Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. Л., 1969. 232 с.
- Гоголева П.А. Растительность аласов Лено-Амгинского междуречья (Центральная Якутия): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1982. 18 с.
- Еловская Л.Г. Почвы сельскохозяйственных районов Якутии и пути повышения и плодородия. Якутск, 1964. 75 с.
- Зверев А.А. Программно-информационное обеспечение исследований растительного покрова: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2007. 24 с.
- Караваев М.Н., Скрыбин С.З. Растительный мир Якутии. Якутск, 1971. 126 с.
- Королюк А.Ю., Троева Е.И., Черосов М.М., Гоголева П.А., Миронова С.И. Экологическая оценка флоры и растительности Центральной Якутии. Якутск, 2005. 108 с.
- Королюк А.Ю. Экологические оптимумы растений юга Сибири // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Барнаул-Кемерово, 2006. Вып. 12. С. 3–38.
- Коротков К.О. Леса Валдая. М., 1991. 160 с.
- Методические указания по экологической оценке кормовых угодий лесостепной и степной зон Сибири по растительному покрову. М., 1974. 246 с.
- Методические указания по экологической оценке кормовых угодий тундровой и лесной зон Сибири и Дальнего Востока по растительному покрову. М., 1978. 302 с.
- Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов. Л., 1987. 192 с.
- Пермякова А.А. Растительность аласов Якутии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1962. 16 с.
- Соловьев П.А. Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья. М., 1959. 141 с.
- Строение и абсолютная геохронология аласных отложений Центральной Якутии / Под ред. Е.М. Катасонова. Новосибирск, 1979. 94 с.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995. 992 с.
- Якутия. М., 1965. 468 с.