

На правах рукописи

Горяев

Горяев Иван Александрович

**ГАЛОФИТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ
(В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ)**

03.02.08 – «Экология (в биологии)»

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Санкт-Петербург
2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ботаническом институте им. В. Л. Комарова Российской академии наук.

Научный руководитель: **Сафронова Ирина Николаевна**
доктор биологических наук.

Официальные оппоненты: **Новикова Нина Максимовна**
доктор географических наук, профессор,
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт водных проблем
Российской академии наук, главный научный
сотрудник.

Сергиенко Людмила Александровна

доктор биологических наук, профессор,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Петрозаводский государственный университет».

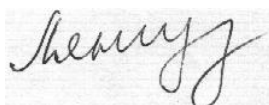
Ведущая организация: Институт степи – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Оренбургского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук.

Защита состоится «17» февраля 2021 г. в 14:00 часов на заседании диссертационного совета Д 002.211.02 при Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН по адресу: 197376, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2. Тел. (812) 342-54-42, факс (812) 372-54-43, dissovvet.d00221102@binran.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанического института им. В. Л. Комарова Российской академии наук (www.binran.ru).

Автореферат разослан « ____ » _____ 2020 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук



Лянгузова Ирина Владимировна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Галофитная растительность – растительность, связанная с засоленными почвами. Она широко распространена по всему Земному шару (7%, 950 млн. га) по берегам океанов и морей, в аридных областях (Почвенная карта мира, 1975; Лобова, Хабаров, 1983; и др.).

Характерна галофитная растительность и для юго-востока Европейской России, где на Прикаспийской низменности широко распространены засоленные почвы (49%, 2,6 млн. га) (Ковда, 1977; Бакинова и др., 1999; Ташнинова, 2000; Панкова, Новикова, 2006). О галофитной растительности Прикаспия в пределах Калмыкии имеются сведения в ряде флористических и геоботанических работ (Бакташева 1994, 2000, 2005, 2012, 2017; Бананова, Горбачев, 1997; Сагалаев, 2000; Лазарева, 2003; Сафронова, 2002, 2005, 2012, 2019; Фёдорова, 2011; Зенкина, 2012, 2015, 2016; Бананова и др., 2016; Джапова и др., 2016, 2019; и др.). Однако, несмотря на продолжительную историю изучения растительного покрова, галофитная растительность в регионе не была объектом специальных геоботанических исследований. До сих пор отсутствовали сведения о формационном разнообразии, о структуре сообществ галофитов, об их экологии, зональных особенностях, отсутствовала их классификация. Знания экологии и закономерностей распространения галофитных сообществ необходимы для выявления биоразнообразия природных комплексов Прикаспия. Они важны для прогнозирования мероприятий по улучшению состояния пастбищных земель, часть которых в настоящее время занята галофитной растительностью из-за увеличения площади засоленных почв при подъеме грунтовых вод в связи с прокладкой ирригационных каналов и газопроводов. Всем этим объясняется актуальность исследования.

Цель исследования. Изучить фитоценотическое разнообразие и закономерности распространения галофитной растительности на Прикаспийской низменности в пределах Республики Калмыкия.

Задачи исследования:

1. выявить формационное разнообразие галофитной растительности;
2. выявить фитоценотическое разнообразие каждой формации;
3. дать общую характеристику каждой формации, включающую её таксономическое разнообразие, видовой состав, экологию;
4. изучить распространение сообществ галофитов и выявить их зональную приуроченность в регионе.

Научная новизна. Впервые дана подробная экологическая характеристика галофитной растительности Прикаспийской низменности в пределах Республики Калмыкия: выявлен формационный состав и фитоценотическое разнообразие каждой формации, проведена эколого-фитоценотическая классификация, впервые выделены и охарактеризованы 15 ассоциаций, изучен видовой состав каждой формации. Впервые охарактеризованы экологические группы галофитов Прикаспия по отношению к засолению: для Калмыкии зарегистрировано 66 видов облигатных (постоянных) галофитов, относящихся к 12 семействам и 41 роду. Впервые получены данные о пространственном распределении галофитных сообществ в исследуемом регионе и их зональных экологических особенностях в пределах степной и пустынной зон.

Практическая значимость. В настоящее время растительный покров Прикаспийской низменности испытывает сильное антропогенное влияние, состоящее в распашках, сенокосах, выпасе, прокладке ирригационных каналов, газопроводов, пожарах и т. д. Местами это приводит к подтягиванию легкорастворимых солей к поверхности, что способствует увеличению площадей, занятых галофитной растительностью, тем самым сокращая пастбищные территории. Понимание закономерностей формирования галофитной растительности позволит проводить мероприятия по рациональному использованию и сохранению природных ресурсов.

Основные положения, выносимые на защиту.

1) Галофитная растительность на Прикаспийской низменности в Калмыкии играет важную роль, занимая более 30% в растительном покрове. Она представлена формациями полукустарничков, из которых широко распространены полынные формации (*Artemisieta rauciflorae*, *Artemisieta santonicae*), им уступают сообщества формаций многолетних солянок (*Camphorosmeta monspeliacae*, *Halocnemeta strobilacei*, *Salsolita dendroidis*), характерны, но встречаются реже и занимают небольшие площади сообщества формаций однолетних солянок (*Salicornieta perennantis*, *Petrosimoniaeta oppositifoliae*, *Suaedeta salsae*) и злаков (*Leymeta ramosi*).

2) Главным экологическим фактором, влияющим на фитоценотическое разнообразие галофитных сообществ, является общая сумма солей в почвах, а именно концентрация ионов Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ в корнеобитаемом слое.

3) Галофитная растительность характеризуется особенностями внутри зон. Сообщества галофитных формаций в степной и в пустынной зоне различаются по видовому составу и площади распространения.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на заседаниях Учёного совета и в лаборатории Общей геоботаники, лаборатории Экологии растительных сообществ в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН, на научно-практических конференциях и семинарах: XXIII Международной конференции студентов и молодых учёных «Ломоносов» (Москва, 2016); на научных семинарах отдела экологических исследований Института комплексных исследований аридных территорий (Элиста, 2017, 2019) и Эколога-биологического центра (Элиста, 2017, 2019); на Международной Ботанической конференции молодых учёных (Санкт-Петербург, 2018); на Всероссийской конференции «Актуальные проблемы регионального развития» (Элиста, 2019).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 17 работ, в т. ч. 6 статей в рецензируемых журналах из списка ВАК.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из общей характеристики работы, 6 глав, выводов, списка литературы (300 наименований) и 5 приложений, изложена на 216 страницах (основной текст 143 страницы, приложения 51 страница), включает 25 таблиц и 30 рисунков.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность за ценные советы и поддержку своему научному руководителю д.б.н. И. Н. Сафроновой, д.г.н. В. А. Банановой (Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова), к.б.н. В. Г. Лазаревой (Ухтинский государственный университет), к.б.н. Н. Ю. Степановой (Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН). За ценные советы при выполнении диссертационной работы благодарен коллективу лаборатории Общей геоботаники и лаборатории Экологии растительных сообществ БИН РАН, коллективу отдела экологических исследований Института комплексных исследований аридных территорий (Элиста). За помощь в организации экспедиций выражаю благодарность к.г.н. С. С. Улановой (Институт комплексных исследований аридных территорий), С. А. Полуэктову (ЦРТДЮ «Гермес»), Н. Б. Хазыковой (Заповедник «Чёрные земли»). За помощь в определении видов из рода *Suaeda* благодарю к.б.н. М. Н. Ломоносову (Центральный ботанический сад СО РАН), лишайников – д.б.н. М. П. Андреева (БИН РАН). За консультации по составлению карт очень благодарен Г. А. Тюсову (БИН РАН), за помощь при составлении ординационных схем – д.б.н. О. В. Созинову (Гродненский государственный университет им. Я. Купалы) и к.б.н. А. Н. Кораблёву (БИН РАН).

Искренно благодарю своих родных и близких за поддержку и огромную помощь в период написания работы, особенно Мукаеву Г. Б. и Горяеву Р. Б.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Район исследования и его физико-географическая характеристика

Район исследований охватывает часть Прикаспийской низменности, лежащую между возвышенностью Ергени на западе и рекой Волга на востоке. Протяженность региона с севера на юг – 460 км, с запада на восток вдвое меньше (Атлас..., 1974) (рис. 1).

Прикаспийская низменность представляет собой слабоволнистую равнину, большая часть которой лежит ниже уровня моря (от +50 м до - 29 м н. у. м.) Рельеф более выражен к югу от 46° с. ш., где распространены бугристые пески высотой 2–5 м (Николаев, 1958; Доскач, 1979; Борликов и др., 2009 и др.).

Климат резко континентальный. В северной части региона осадков выпадает 200–230 мм/год. Среднегодовая температура воздуха +7°C, максимальная температура достигает +30°C в июле, минимальная в январе опускается до -30°C. В южной части осадков меньше – 130–180 мм/год. Среднегодовая температура воздуха +8...+10°C, максимум температуры в июле +39...+40°C, в январе минимальная температура опускается до -21°C (Агроклиматические ресурсы КАССР, 1974; Агрометеорологический..., 2015).

В регионе исследования только р. Кума на самом юге является постоянным водотоком. Есть временные водотоки, которые зависят от количества весенних осадков и мощности снежного покрова. Гидрологическую сеть образуют засоленные озёра, водохранилища и соры. На крайнем юго-востоке Прикаспийская низменность омывается водами Каспийского моря (Цицарин, 1958; Федюков, 1969).

Основными типами почв на Прикаспийской низменности являются светло-каштановые степные и бурые пустынные почвы (Боровский и др., 1969; Федорович, 1969; Фаизов, 1970). Характерны засоленные почвы – солонцы и солончаки. Большие площади занимают бугристые пески (Бакинова и др., 1999; Ташнинова, 2000).

На светлокаштановых почвах формируются полукустарничково-тырсиковые степи, которые являются зональными в южной подзоне степной зоны. На бурых почвах распространены лерхополынные пустыни, на бугристых песках – песчанополынные и джугуновы пустыни (Сафронова, Юрковская, 2015).

Галофитная растительность на Прикаспийской низменности представлена разнообразными сообществами полукустарничков, однолетников и корневищных злаков, приуроченных к солонцам и солончакам.

Глава 2. История изучения галофитной растительности в регионе исследования (литературный обзор)

Историю изучения галофитной растительности на Прикаспийской низменности можно разделить на несколько периодов.

Период исследований в XVIII–XIX веках. Первые флористические сборы и представления о растительности были получены П. С. Палласом (1773), Н. П. Соколовым (1773), И. И. Лепёхиным (1773), С. Г. Гмелиным (1777), И. П. Фальком (1824), К. Клаусом (C. Claus, 1852), А. И. Красновым (1885), И. К. Пачоским (1892) и др.

Период ботанико-географических исследований в XX веке. Исследования в *первой половине XX века* сыграли ключевую роль в понимании степного и пустынного типов растительности, положив начало изучению галофитной растительности (Арцимович, 1910; Келлер, 1921, 1927, 1940; Бегучев, 1927, 1928; Новиков, 1936, 1943; и др.). *Вторая половина XX века* характеризовалась накоплением ботанических и геоботанических данных о географии и экологии аридной растительности (Беспалова, 1956, 1959, 1960, 1976; Левина, 1964; Степнин, 1968, 1983; Сафронова, 1971, 1975, 1980;

Бананова, 1977, 1990, 1992, 1997; Иванов, 1989; Лавренко, 1980; Бакташева, 1994; Голуб, 1993, 1997; и др.).

Период современных геоботанических исследований (первая четверть XXI века). XXI век характеризуется компьютеризацией и применением различных программ при обработке данных: картографических GIS технологий, программ для анализа геоботанических описаний и т. д. (Сагалаев, 2000; Бакташева, 2000, 2005, 2012, 2017; Голуб, 2001, 2002; Сафронова, 2002, 2005, 2010, 2012, 2014, 2015, 2018; Лазарева, 2003, 2018, 2019; Юрицына, 2004, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2017; Джапова и др., 2016, 2019; Лысенко, 2010, 2012, 2013, 2016; Бананова, 2011, 2014, 2014, 2016; Рухленко, 2011, 2014; Уланова, 2010, 2014, 2015, 2019; Фёдорова, 2011; Зенкина, 2012, 2013, 2015, 2016; и др.). Исследования продолжаются.

Сообщества галофитов упоминаются в работах, посвящённые экотонам, флоре, антропогенному влиянию, ценопопуляциям и т.д. Однако галофитная растительность на Прикаспийской низменности в пределах Калмыкии не являлась предметом специальных геоботанических исследований.

Глава 3. Материалы и методы исследований

Материалом для исследования послужили личные полевые наблюдения и анализ опубликованных данных. С 2015 по 2017 гг. в маршрутах протяженностью более 3000 км сделано 158 геоботанических описаний (рис. 1), собрано 500 гербарных листов галофитов.

Обработка собранного материала проводилась в несколько этапов:

- 1) анализ видового состава галофитов, который включал таксономический анализ, биоморфологический анализ, экологический анализ;
- 2) обработка полученных данных почвенных образцов;
- 3) ранжирование сообществ галофитов по факторам среды, по приуроченности к солонцам, солонцам солончаковатым, солончакам;
- 4) определение таксономического положения сообществ галофитов, составление сводного списка;
- 5) характеристика формаций, классов ассоциаций и ассоциаций;
- 6) ординационный анализ сообществ галофитов.

Использована стандартная методика проведения геоботанических описаний. Закладывались площадки размером 10x10 м² или в естественных границах сообществ. Описание включает: общую характеристику местообитания и прилегающей территории, общее проективное покрытие в сообществе в процентах, проективное покрытие в процентах и обилие по Друде для каждого вида, фенофаза и высота растения для каждого вида. Встречаемость каждого вида растения в формациях определена по шкале константности. Она выражается по пятибалльной системе: V – 81-100%, IV – 61-80%, III – 41-60%, II – 21-40%, I – 0-20% (Ярошенко, 1961; Полевая геоботаника, 1964, 1972; Быков, 1967; Александрова, 1969; Воронов, 1973; Нешатаев, 1987).

Проведена эколого-фитоценологическая классификация галофитной растительности. Нами выделена 21 формация. При выделении синтаксонов учитывались доминантные, содоминантные и индикаторные виды. Для обособления ассоциаций использовалось 10 и более описаний, для редких – менее 10.

Для определения общей суммы солей и концентрации ионов в корнеобитаемом слое (до 30 см) под сообществами взято 56 почвенных образцов. Почвенные образцы были сданы в Агрохим лабораторию в г. Элиста (Калмыцкий филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова»), в которой они были обработаны методом химического состава водной вытяжки. В результате были получены данные по общей сумме солей и концентрации (мг/экв) анионов Cl⁻, SO₄²⁻ и катиона Na⁺.

По результатам почвенных анализов, следуя классификации галофитов Н. И. Акжигитовой (1981, 1982), проведено выделение экологических групп галофитов

для региона наших исследований: гипергалофиты (общая сумма солей 2,3–3%), эугалофиты (1,8–2,3%), гемигалофиты (1,3–1,8%), галогликофиты (0,3–0,8%); изучена связь сообществ галофитов с концентрацией анионов Cl^- , SO_4^{2-} и катиона Na^+ .

Гербарные листы галофитов хранятся в коллекции Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE), дублиеты в Институте комплексных исследований аридных территорий.

Географическая привязка геоботанических описаний проводилась с помощью GPS навигатора – «Garmin eTrex 10». Для обработки картографического материала, использованы программы MapInfo Professional 15.0 и SAS Planet. Статистическая обработка геоботанических описаний проведена с помощью программ Microsoft Office Excel 2016 и R Core Team (R Core Team, 2019).

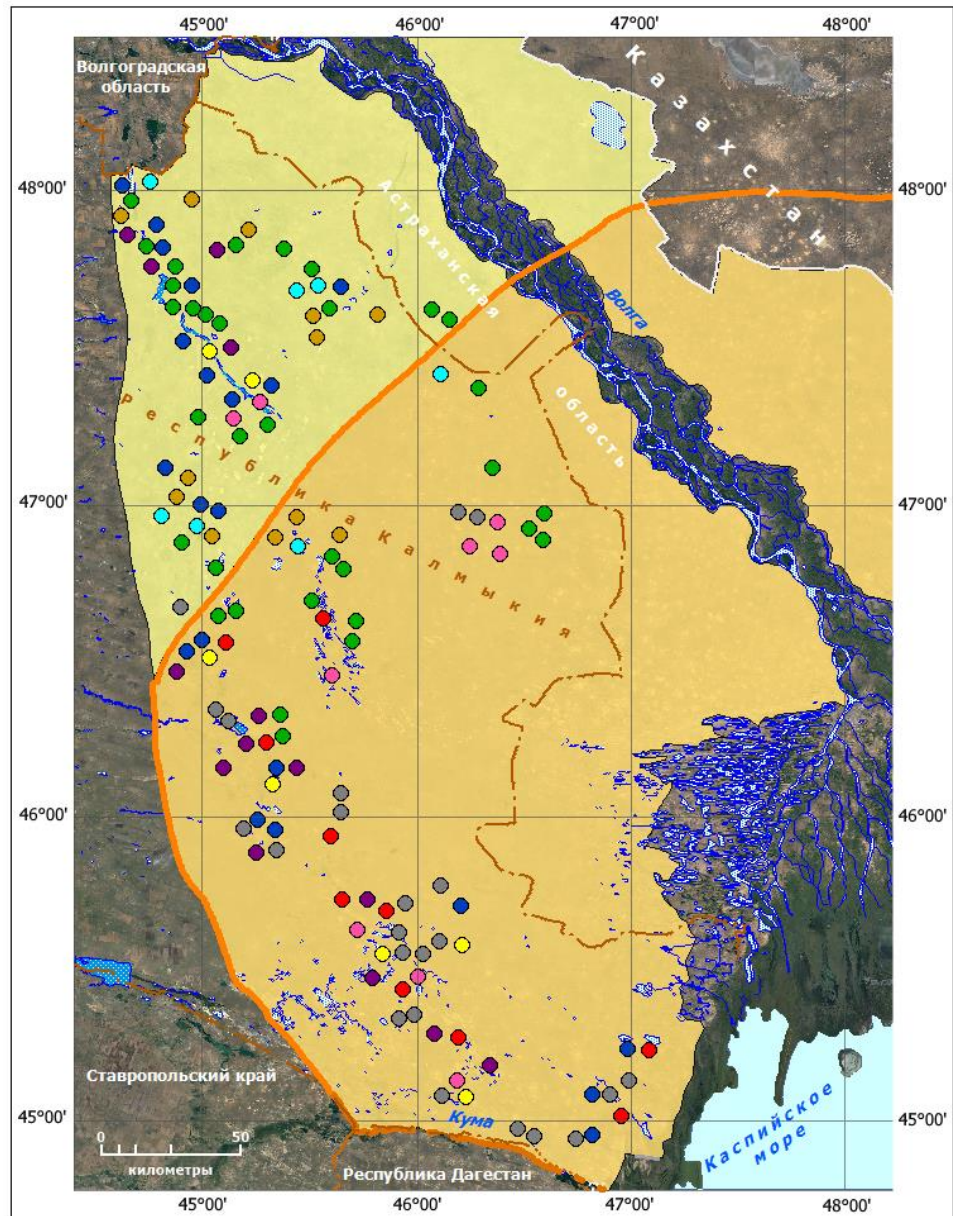


Рис. 1. Район исследования и распределение галофитных формаций в Калмыкии.

Условные обозначения:

-----	Граница Республики Калмыкия	●	<i>Artemisieta pauciflorae</i> , ●	<i>Artemisieta santonicae</i> ,
■	Степная зона	●	<i>Camphorosmeta monspeliacae</i> , ●	<i>Leymeta ramosi</i> ,
■	Пустынная зона	●	●	<i>Salsola dendroidis</i> , ●
—	Граница пустынной зоны	●	●	<i>Halocnemeta strobilacei</i> ,
		●	●	<i>Salicornieta perennantis</i> , ●
		●	●	<i>Suaedeta salsae</i> ,
		●	●	<i>Petrosimonieta oppositifoliae</i>

Ординация галофитных сообществ для региона определена с помощью неметрического многомерного шкалирования (NMS) (Goodall, 1954; Davis, 1986; Minchin, 1987; Hammer, 2017;) в среде R (R Core Team, 2019), пакет Vegan (Oksanen et al., 2019), с использованием меры расстояния Брея–Кёртиса (Bray, Curtis, 1957). Предварительно проективное покрытие видов было логарифмировано и удалены виды со встречаемостью менее 3%. Корреляции распределения сообществ в ординационном пространстве с общей суммой солей и проективными покрытиями видов полукустарничков и однолетних солянок рассчитывали с помощью функции подбора линейных векторов *envfit()* в пакете Vegan. Векторы наиболее скоррелированных характеристик помещали на ординационные диаграммы. Уровень значимости корреляций во всех случаях оценивали на основании пермутационного теста Монте-Карло (1000 пермутаций). Интерпретация экологических градиентов в ординационном пространстве была выполнена на основании данных по общей сумме солей, так и корреляции обилия видов с осями диаграммы. Были вычислены коэффициенты линейной корреляции r^2 – Пирсона и ранговой корреляции τ – Кендалла между проективным покрытием каждого вида (со встречаемостью > 8) и координатами осей. Мы выполнили ординацию для всего массива данных с целью выявления наиболее общих закономерностей. Проведена ординация отдельно для степной и пустынной зон.

При проведении эколого-морфологического анализа видового состава галофитов принята система жизненных форм И. Г. Серебрякова (1962, 1964). Рассмотрены комментарии Т. И. Серебряковой и других (2006). Названия видов растений приводятся по сводке С. К. Черепанова (1995), в отдельных случаях (*Neocaspija foliosa*, *Pyanckovia brachiata*, *Spirobassia hirsuta*) по другим источникам (Флоре Нижнего Поволжья, 2006, 2018; Сухоруков (2012). Названия видов лишайников приведены по списку лишенофлоры России (Урбанавичюс, 2010).

Глава 4. Видовой состав сообществ галофитов

4.1. Таксономический анализ

Согласно описаниям, полученным нами во время полевых исследований, видовой состав галофитной растительности Калмыкии включает 167 видов высших сосудистых растений. Из них 66 видов являются облигатными (постоянными) галофитами, относящимися к 12 семействам и 41 роду.

В регионе исследования половина облигатных галофитов принадлежит семейству *Chenopodiaceae* (34 вида). Большинство из них являются эдификаторами и доминантами сообществ (рис. 1). К ним относятся гипергалофитные и эугалофитные полукустарнички (*Halocnemum strobilaceum*, *Salsola dendroides* и др.), однолетние солянки (*Petrosimonia oppositifolia*, *Salicornia perennans*, *Suaeda salsa* и др).

Виды из семейства *Poaceae* (7 видов) выступают в сообществах в качестве содоминантов, реже доминантов. Это эугалофитные и гипергалофитные злаки – корневищный *Leymus ramosus*, рыхлодерновинный – *Puccinellia dolicholepis*, эфемер *Eremopyrum triticeum* и др.

Виды из семейства *Limoniaceae* (5 видов), для региона характерны, но обычно не обильны. Один вид относится к полукустарничкам – *Limonium suffruticosum*; 4 вида являются многолетними травянистыми растениями *L. caspium*, *L. gmelinii*, *L. sareptanum*, *L. scoparium*.

Из семейства *Asteraceae* важную роль в растительном покрове играют полукустарничковые полыни – *Artemisia pauciflora* и *A. santonica*.

4.2. Биоморфологический анализ

На Прикаспийской низменности в Калмыкии галофиты представлены разными жизненными формами, но главная форма – полукустарничек. Именно виды этой жизненной формы являются главными ценозообразователями галофитной растительности в регионе исследования. Они представлены 14 видами. Из них большинство видов являются эдификаторами галофитных сообществ: *Artemisia pauciflora*, *A. santonica*, *Camphorosma monspeliaca*, *Halocnemum strobilaceum*, *Salsola dendroides* и др.

Одно-двулетников 38 видов, в основном это гипергалофитные солянки: *Petrosimonia brachiata*, *P. oppositifolia*, *Suaeda acuminata*, *S. salsa*, *Salicornia perennans*, *Climacoptera crassa*, *Salsola soda* и др.

Многолетнее разнотравье включает 5 видов растений, которые приходятся на род *Limonium*.

Среди злаков 2 вида являются корневищными: *Aeluropus littoralis*, *Leymus ramosus*; 1 вид рыхлодерновинный – *Puccinellia dolicholepis*.

В видовом составе сообществ участвуют 4 вида кустарников (*Tamarix hohenackeri*, *T. laxa*, *T. octandra*, *T. ramosissima*) и 2 вида полукустарников (*Nitraria schoberi*, *Krascheninnikovia ceratoides*).

4.3. Экологические группы галофитов по отношению к засолению и увлажнению

По отношению к засолению галофиты делятся на 4 группы: гипергалофиты, эугалофиты, гемигалофиты, галогликофиты (Акжигитова, 1981, 1982).

На исследуемой территории к **гипергалофитам** относятся виды растений, которые выдерживают высокую концентрацию солей от 1 до 4%, реже до 9%: *Halocnemum strobilaceum*, *Kalidium foliatum*, *Limonium suffruticosum*, *Salicornia perennans*, *Suaeda acuminata*, *S. salsa*, *Spirobassia hirsuta*, *Salsola soda*, *Climacoptera crassa*, *Petrosimonia brachiata*, *P. oppositifolia*, *Aeluropus littoralis*, *Puccinellia dolicholepis*.

Эугалофиты – растения, выносящие засоление почв не выше 1% (0,2–1%): *Artemisia pauciflora*, *A. santonica*, *Salsola dendroides*, *Kochia prostrata*, *Camphorosma monspeliaca*, *Anabasis aphylla*, *Leymus ramosus*, *Neocaspia foliosa*, *Salsola tamariscina*, *Eremopyrum triticeum* и др.

Гемигалофитов немного, они встречаются на слабозасолённых почвах: *Senecio vernalis*, *Polygonum novoascanicum*, *Lepidium perfoliatum*, *Hymenolobus procumbens* и др.

К группе **галогликофитов** относятся растения, произрастающие на очень слабозасолённых почвах: *Alyssum desertorum*, *Eremopyrum orientale*, *Anisantha tectorum* и др.

По отношению к увлажнению 19 видов относится к группе **ксерофитов**. Из них 5 полукустарничков (*Artemisia pauciflora*, *Kochia prostrata*, *Camphorosma monspeliaca*, *Salsola laricina*, *Anabasis aphylla*) и 14 однолетников (*Neocaspia foliosa*, *Petrosimonia triandra*, *Puankovia brachiata*, *Salsola tamariscina*, *Sedobassia sedoides* и др.

К **мезоксерофитам** относится 17 видов растений (*Aeluropus littoralis*, *Bassia hyssopifolia*, *Frankenia hirsuta*, *Halimione verrucifera*, *Halocnemum strobilaceum*, *Limonium suffruticosum*, *Salsola soda*, *Petrosimonia brachiata*, *Puccinellia dolicholepis*, *Spirobassia hirsuta*, *Suaeda salsa* и др.).

Ксеромезофитов 28 видов (*Climacoptera crassa*, *Frankenia pulverulenta*, *Suaeda acuminata*, *Kalidium foliatum*, *Leymus ramosus* и др.).

К **мезофитам** относятся 2 вида растения *Salicornia perennans* и *Tripolium panonicum*.

4.4. Редкие виды растений засоленных почв региона исследования

В Красную книгу Республики Калмыкия (Красная..., 2014) включены 2 галофитных вида (*Limonium suffruticosum*, *Nitraria schoberi*). По материалам нашего исследования в список растений охранного статуса рекомендуем внести ещё 7 видов, распространение которых находится на границе своего ареала (*Anabasis salsa*, *Atriplex cana*, *Frankenia pulverulenta*, *Suaeda microphylla*, *Suaeda physophora*, *Ferula karelinii*, *Sedum subulatum*).

Глава 5. Характеристика галофитной растительности на Прикаспийской низменности в пределах Калмыкии

5.1. Разнообразие галофитной растительности и её классификация

На Прикаспийской низменности в Калмыкии широко распространены сообщества 9 формаций (*Artemisieta pauciflorae*, *Artemisieta santonicae*, *Camphorosmeta monspeliacae*, *Leymeta ramosi*, *Halocnemeta strobilacei*, *Salsoleta dendroidis*, *Salicornieta perennantis*, *Suaedeta salsae*, *Petrosimonieta oppositifoliae*). Редко встречаются ценозы 12 формаций (*Anabaseta salsae*, *Climacoptereta crassae*, *Frankenieta hirsutae*, *Halimioneta verruciferae*, *Kochieta prostratae*, *Limonieta suffruticosi*, *Petrosimonieta brachiatae*, *Petrosimonieta triandrae*, *Puccinellieta dolicholepis*, *Salsoleta laricinae*, *Salsoleta sodae*, *Spirobassieta hirsutae*).

Проведена эколого-фитоценотическая классификация галофитной растительности. Составлена классификационная схема, имеющая иерархическую структуру и включающая следующие таксономические единицы: формация, класс ассоциаций, ассоциация.

Галофитная растительность на Прикаспийской низменности в пределах Калмыкии состоит из 21 формаций, 30 классов ассоциаций, 65 ассоциаций (СП – сообщества классов ассоциаций, встречающиеся в степной и в пустынной зоне; С – только в степной зоне; П – только в пустынной зоне).

Классификационная схема галофитной растительности на Прикаспийской низменности в пределах Калмыкии

- Формация *Artemisieta pauciflorae*** Чернополынная
 Класс ассоциаций ***Artemisieta pauciflorae pura*** (СП)
 Чернополынный
 Класс ассоциаций ***Artemisieta pauciflorae suffruticulosa*** (СП)
 Полукустарничково-чернополынный
 Класс ассоциаций ***Artemisieta pauciflorae suffruticuloso-halograminosa*** (СП)
 Галофитнозлаково-полукустарничково-чернополынный
 Класс ассоциаций ***Artemisieta pauciflorae graminosa*** (СП)
 Злаково-чернополынный
 Класс ассоциаций ***Artemisieta pauciflorae graminoso-annua salsolosa*** (СП)
 Однолетнесолянково-злаково-чернополынный
- Формация *Artemisieta santonicae*** Сантоникополынная
 Класс ассоциаций ***Artemisieta santonicae pura*** (СП)
 Сантоникополынный
 Класс ассоциаций ***Artemisieta santonicae halosuffruticulosa*** (СП)
 Галофитнополукустарничково-сантоникополынный
 Класс ассоциаций ***Artemisieta santonicae halograminosa*** (СП)
 Галофитнозлаково-сантоникополынный
- Формация *Camphorosmeta monspeliacae*** Камфоросмовая
 Класс ассоциаций ***Camphorosmeta monspeliacae halosuffruticulosa*** (СП)
 Полукустарничково-камфоросмовый
 Класс ассоциаций ***Camphorosmeta monspeliacae halograminosa*** (С)
 Галофитнозлаково-камфоросмовый
 Класс ассоциаций ***Camphorosmeta monspeliacae xeroherbosa*** (С)
 Ксерофитноразнотравно-камфоросмовый

Формация **Leymeta ramosi** Вострецовая

Класс ассоциаций **Leymeta ramosi suffruticulosa** (СП)

Полукустарничково-вострецовый

Класс ассоциаций **Leymeta ramosi halosuffruticulosa-annua salsolosa** (СП)

Однолетнесолянково-галофитнополукустарничково-вострецовый

Класс ассоциаций **Leymeta ramosi graminoso-suffruticulosa** (СП)

Полукустарничково-злаково-вострецовый

Класс ассоциаций **Leymeta ramosi annua salsolosa** (С)

Однолетнесолянково-вострецовый

Формация **Halocnemeta strobilacei** Сарсазановая

Класс ассоциаций **Halocnemeta strobilacei pura** (СП)

Сарсазановый

Класс ассоциаций **Halocnemeta strobilacei halosuffruticulosa** (СП)

Галофитнополукустарничково-сарсазановый

Класс ассоциаций **Halocnemeta strobilacei annua salsolosa** (СП)

Однолетнесолянково-сарсазановый

Класс ассоциаций **Halocnemeta strobilacei halograminosa** (СП)

Галофитнозлаково-сарсазановый

Формация **Salsoleta dendroidis** Дервовидносолянковая

Класс ассоциаций **Salsoleta dendroidis halosuffruticulosa** (П)

Галофитнополукустарничково-древовидносолянковый

Класс ассоциаций **Salsoleta dendroidis suffruticulosa** (П)

Полукустарничково-древовидносолянковый

Формация **Salicornieta perennantis** Солеросовая

Класс ассоциаций **Salicornieta perennantis pura** (П)

Солеросовый

Класс ассоциаций **Salicornieta perennantis annua salsolosa** (СП)

Однолетнесолянково-солеросовый

Формация **Petrosimonieta oppositifoliae** Петросимониевая

Класс ассоциаций **Petrosimonieta oppositifoliae pura** (П)

Петросимониевый

Класс ассоциаций **Petrosimonieta oppositifoliae halosuffruticulosa** (П)

Галофитнополукустарничково-петросимониевый

Класс ассоциаций **Petrosimonieta oppositifoliae annua salsolosa** (П)

Однолетнесолянково-петросимониевый

Класс ассоциаций **Petrosimonieta oppositifoliae haloherbosa** (СП)

Галофитноразнотравно-петросимониевый

Класс ассоциаций **Petrosimonieta oppositifoliae graminosa** (СП)

Злаково-петросимониевый

Формация **Suaedeta salsae** Сведовая

Класс ассоциаций **Suaedeta salsae pura** (П)

Сведовый

Класс ассоциаций **Suaedeta salsae annua salsolosa** (СП)

Однолетнесолянково-сведовый

5.2. Основные галофитные формации

5.2.1. *Artemisieta pauciflorae*

На Прикаспийской низменности в Калмыкии чернополынники (*Artemisia pauciflora*) на солонцах встречаются повсеместно в степной зоне и заходят в северную часть пустынной зоны. Они создают неоднородность растительного покрова, участвуя в комплексах с дерновиннозлаковыми ценозами в степной зоне и лерхополынниками в пустынной. Структура формации довольно разнообразна (5 классов ассоциаций, 15 ассоциаций).

Наиболее распространёнными являются лерхополынно-чернополынные (*Artemisia pauciflora*+*Artemisia lerchiana*) и камфоросмово-чернополынные (*Artemisia pauciflora*+*Camphorosma monspeliaca*) сообщества. Немного реже отмечены вострецовые чернополынники (*Artemisia pauciflora*+*Leymus ramosus*). Вблизи засоленных водоёмов характерными являются сантоникополынные чернополынники (*Artemisia pauciflora*+*Artemisia santonica*). Только в северной части пустынной зоны встречаются

древовидносолянковые чернополынники (*Artemisia pauciflora*+*Salsola dendroides*) – новая ассоциация для региона. Монодоминантные чернополынники очень редки.

5.2.2. *Artemisieta santonicae*

Сантоникополынники (*Artemisia santonica*), по сравнению с чернополынниками, встречаются более равномерно на солонцах солончаковатых по всей территории в степной и пустынной зоне. Они, как и чернополынники, являются компонентами комплексов. Формация представлена 3 классами ассоциаций и 9 ассоциациями.

В степной зоне распространены чернополынно-сантоникополынные (*Artemisia santonica*+*Artemisia pauciflora*) сообщества с обилием прутняка, немного реже бескильничиевые сантоникополынники (*Artemisia santonica*+*Puccinellia dolicholepis*). Впервые для Калмыкии приводятся сарсазаново-сантоникополынные (*Artemisia santonica*+*Halocnemum strobilaceum*) и селитрянково-сантоникополынные (*Artemisia santonica*–*Nitraria schoberi*) ценозы. Они характерны только для пустынной зоны.

5.2.3. *Camphorosmeta monspeliacae*

Сообщества *Camphorosma monspeliaca* приурочены к солонцам и встречаются, как в степной зоне, так и в пустынной зоне, но в последней редко и лишь по её северной части. Разнообразие формации небольшое (3 класса ассоциаций, 6 ассоциаций).

Часто встречаются чернополынно-камфоросмовые (*Camphorosma monspeliaca*+*Artemisia pauciflora*) ценозы, чуть реже лерхополынно-камфоросмовые (*Camphorosma monspeliaca*+*Artemisia lerchiana*). Только в степной зоне встречаются вострецово-камфоросмовые (*Camphorosma monspeliaca*+*Leymus ramosus*) и мятликово-вострецовые (*Camphorosma monspeliaca*+*Poa bulbosa*) сообщества, изредка бескильничиево-камфоросмовые (*Camphorosma monspeliaca*+*Puccinellia dolicholepis*).

5.2.4. *Leymeta ramosi*

Вострецовые (*Leymus ramosus*) сообщества, также, как чернополынные и камфоросмовые приурочены к солонцам. Характерны для степной зоны и северной части пустынной. Ценозы формации представлены 4 классами ассоциаций и 9 ассоциациями.

Формация более разнообразна в степной зоне. Часто встречаются чернополынно-вострецовые (*Leymus ramosus*+*Artemisia pauciflora*), лерхополынно-вострецовые (*Leymus ramosus*+*Artemisia lerchiana*) сообщества. В пустынной зоне они редки. Только в степной зоне встречаются прутняково-вострецовые (*Leymus ramosus*+*Kochia prostrata*) и австрийскополынно-вострецовые (*Leymus ramosus*+*Artemisia austriaca*) ценозы. Изредка отмечены петросимониево-сантоникополынно-вострецовые (*Leymus ramosus*+*Artemisia santonica*+*Petrosimonia oppositifolia*) сообщества.

5.2.5. *Halocnemeta strobilacei*

Сарсазанники (*Halocnemum strobilaceum*) в регионе распространены в пустынной зоне и приурочены только к солончакам. По литературным данным они встречаются и в степной. Формация представлена 4 классами ассоциаций и 10 ассоциациями.

Монодоминантные сарсазанники являются наиболее распространенными. Бидоминантные ценозы встречаются реже. В северной части пустынной зоны отмечены обионово-сарсазановые (*Halocnemum strobilaceum*+*Halimione verrucifera*) сообщества. Чуть южнее появляются кермеково-сарсазановые (*Halocnemum strobilaceum*+*Limonium suffruticosum*), древовидносолянково-сарсазановые (*Halocnemum strobilaceum*+*Salsola dendroides*) и поташниково-сарсазановые (*Halocnemum strobilaceum*+*Kalidium foliatum*) ценозы. По берегам соров изредка преобладают солеросово-сарсазановые (*Halocnemum strobilaceum*+*Salicornia perennans*), сведово-сарсазановые (*Halocnemum strobilaceum*+*Suaeda salsa*) и петросимониево-сарсазановые (*Halocnemum*

strobilaceum+*Petrosimonia brachiata*) сообщества. В сарсазанниках могут быть обильны галофитные злаки (*Puccinellia dolicholepis*, *Aeluropus littoralis*).

5.2.6. *Salsola dendroidis*

Сообщества древовидной солянки (*Salsola dendroides*) встречаются только в пустынной зоне на солонцах солончаковатых. Структура формации мало разнообразна (2 класса ассоциаций, 2 ассоциации).

Характерны лерхопопынно-древовидносолянковые (*Salsola dendroides*+*Artemisia lerchiana*) сообщества. Только в северной части пустынной зоны встречаются чернопопынно-древовидносолянковые (*Salsola dendroides*+*Artemisia pauciflora*) ценозы – для региона приводятся впервые.

5.2.7. *Salicornieta perennantis*

Солеросовые (*Salicornia perennans*) сообщества встречаются по мокрым солончакам. Они распространены в пустынной зоне и реже в степной зоне. Формация в регионе представлена 2 классами ассоциаций и 4 ассоциациями.

Монодоминантные солеросовые ценозы встречаются часто, создавая первый пояс вокруг соров. Только в пустынной зоне отмечены сведово-солеросовые (*Salicornia perennans*+*Suaeda salsa*) и астрово-солеросовые (*Salicornia perennans*+*Tripolium pannonicum*) сообщества. Только для степной зоны характерны ценозы с участием гипергалофита *Spirobassia hirsuta* (*Salicornia perennans*+*Spirobassia hirsuta*) – единственная точка распространения по берегу озера Цаган-Нур.

5.2.8. *Petrosimonieta oppositifoliae*

Петросимониевые сообщества (*Petrosimonia oppositifolia*) распространены по всей территории региона исследования – в пустынной и степной зоне. Они представлены 5 классами ассоциаций и 6 ассоциациями.

В пустынной зоне петросимониевая формация разнообразней, чем в степной. Они встречаются по солончакам. Здесь встречаются петросимониевые, обионово-петросимониевые (*Petrosimonia oppositifolia*+*Halimione verrucifera*), сведово-петросимониевые (*Petrosimonia oppositifolia*+*Suaeda salsa*) и кермеково-петросимониевые (*Petrosimonia oppositifolia*+*Limonium caspium*) сообщества. Только в степной зоне отмечены подорожничково-петросимониевые (*Petrosimonia oppositifolia*+*Plantago tenuiflora*) ценозы на солонцах солончаковатых. На этих же почвах в двух зонах распространены мятликово-петросимониевые (*Petrosimonia oppositifolia*+*Poa bulbosa*) сообщества.

5.2.9. *Suaedeta salsae*

Сообщества сведовой (*Suaedeta salsae*) формации приурочены к солончакам и представлены 2 классами ассоциаций и 4 ассоциациями. Они встречаются в пустынной и в степной зоне.

Монодоминантные сведовые ценозы, также, как и петросимониевые, встречаются только в пустынной зоне Калмыкии. Для степной и пустынной зон характерны солеросово-сведовые (*Suaeda salsa*+*Salicornia perennans*) сообщества, только для степной зоны – спиروبассиево-сведовые (*Suaeda salsa*+*Spirobassia hirsuta*), солеросово-спиروبассиево-сведовые (*Suaeda salsa*+*Spirobassia hirsuta*+*Salicornia perennans*) и бассиево-сведовые (*Suaeda salsa*+*Bassia hyssopifolia*) ценозы.

5.3. Краткая характеристика редких формаций

Сообщества 12 формаций галофитов в Калмыкии встречаются редко. В обеих зонах встречаются обионники (*Halimione verrucifera*). По всей территории редко на солончаках

формируются петросимониевые (*Petrosimonia brachiata*) сообщества. Имеют ограниченное распространение ценозы *Puccinellia dolicholepis*. Они характерны только для берегов засоленных водоёмов.

В Калмыкии близ г. Элиста (44° в.д.) проходит западная граница ареала биюргунников (*Anabasis salsa*). Они редко встречаются как в степной, так и в пустынной зоне. Прутьяковые (*Kochia prostrata*) сообщества редки и отмечены нами только в степной зоне. На солонцах и по сусликовинам изредка в степной зоне формируются солянковые (*Salsola laricina*) сообщества. Они находятся на западной границе своего ареала и для Калмыкии приводятся впервые.

Только в степной зоне встречаются сообщества *Spirobassia hirsuta*. Ранее для региона они не отмечались. Кермековые (*Limonium suffruticosum*) ценозы очень редки и отмечены только в пустынной зоне. Климакоптеровые (*Climacoptera crassa*) ценозы характерны для засоленных песчаных депрессий пустынной зоны. На глинистых солончаках в пустынной зоне редко встречаются сообщества *Salsola soda*. По солонцам солончаковатым формируются петросимониевые (*Petrosimonia triandra*) ценозы.

Впервые для пустынной зоны запада Прикаспийской низменности нами описано монодоминантное франкениевое (*Frankenia hirsuta*) сообщество.

5.4. Экологические особенности основных галофитных формаций

Основным разграничивающим фактором в распределении сообществ галофитов является *концентрация ионов солей в почвах* (общая сумма солей) (Вальтер, Алёхин, 1936; Келлер, 1940; Алёхин, 1951; Chapman, 1960; Акжигитова, 1981, 1982; Никольская, 1984б, 1985; Лавренко, 1980, 1991 и др.; Golub, Corbadze, 1989; Голуб, Соломаха, 1993; Сафронова, 1996; Freitag и др., 2001; Матвеева, Лавриненко, 2011; Korolyuk, Cherinoga, 2011; Сергиенко, 2012; Лысенко, 2016; Мосеев, Сергиенко, 2016; Новикова и др., 2020; и мн. др.).

На западе Прикаспийской низменности на засоленных почвах господствуют галофитные полыньники (*Artemisia pauciflora*, *Artemisia santonica*) (рис. 2). Самой распространённой занимающей наибольшие площади, является чернополынная формация (*Artemisieta pauciflorae*). Её сообщества приурочены к солонцам, изредка к солонцам солончаковатым. Структура чернополыньников довольно разнообразна по сравнению с другими галофитными формациями. В её сообществах содоминируют преимущественно полукустарнички *Artemisia lerchiana*, *Camphorosma monspeliaca*, *Kochia prostrata*, *Salsola dendroides* (только в пустынной зоне). Из злаков в чернополыньниках степной зоны обилён *Leymus ramosus*.

Сообщества формации *Artemisieta santonicae* имеют довольно широкое распространение, но уступают чернополыньникам. Сантоникополыньники занимают более засоленные почвы – солонцы солончаковатые. В степной зоне они участвуют в комплексах, а в пустынной образуют полосы вокруг засоленных озёр. В их ценозах содоминируют *Puccinellia dolicholepis*, *Halimione verrucifera*, реже *Halocnemum strobilaceum*. В отличие от чернополыньников в сантоникополыньниках обильны однолетники.

На солонцах с более лёгким механическим составом галофитные полыньники (*Artemisia pauciflora*, *Artemisia santonica*) уступают место сообществам камфоросмовой формации (*Camphorosmeta monspeliacae*). Они встречаются гораздо реже.

Сообщества вострецово-формации (*Leymeta ramosi*) являются показателями некоторого увлажнения почв, которое проявляется в участии многолетнего разнотравья в видовом составе.

На солончаках с концентрацией хлорид ионов в верхних горизонтах почв господствуют ценозы формации сарсазана (*Halocnemeta strobilacei*) и сведы (*Suaedeta salsae*). Сообщества петросимониевой (*Petrosimonieta oppositifoliae*) формации

доминируют при условии практически равного соотношения ионов хлора и сульфата. В результате подтопления и выходов грунтовых вод на поверхность почвы с высокой концентрацией ионов хлора, увеличивается обилие сообществ солеросовой формации (*Salicornieta perennantis*).

Ценозы древовидносолянковой формации (*Salsoleta dendroidis*) приурочены к солонцам солончаковатым или солончаковым в непосредственной близости от засоленного водоёма или сора.

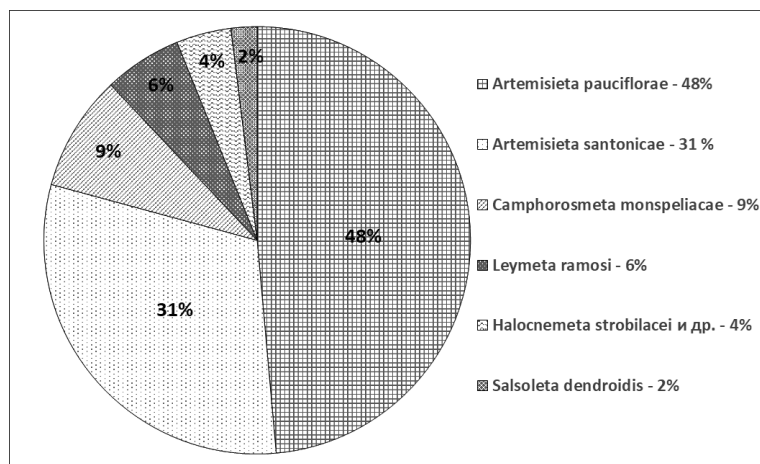


Рис. 2. Доля участия формаций в составе галофитной растительности региона исследования, по занимаемой площади (Засоленные почвы России, 2006).

5.4.1. Ординация галофитной растительности

Ординационная диаграмма иллюстрирует варьирование видового состава изученных галофитных сообществ (рис. 3, 4). Наибольшую долю объясненной дисперсии в данных (37%) отражает первая ось (Axis 1), которая связана с общей суммой солей в почвах: коэффициент детерминации (r^2) для неё равен 0,508. Довольно высокие значения коэффициента детерминации получены для полукустарничков ($r^2=0,409$) и однолетних солянок ($r^2=0,392$). Косвенным подтверждением зависимости сообществ от общей суммы солей служит корреляционная связь первой оси с видами-эдикаторами, приуроченными только к солончакам: *Salicornia perennans* ($r=0,607$, $\tau=0,493$), *Suaeda salsa* ($r=0,280$, $\tau=0,376$), *Halocnemum strobilaceum* ($r=0,277$, $\tau=0,338$), *Petrosimonia oppositifolia* ($r=0,140$, $\tau=0,229$). Виды, приуроченные к солонцам, имеют отрицательную корреляцию: *Artemisia pauciflora* ($r=-0,599$, $\tau=-0,618$), *Camphorosma monspeliaca* ($r=-0,249$, $\tau=-0,263$), *Leymus ramosus* ($r=-0,246$, $\tau=-0,322$), *Kochia prostrata* ($r=-0,225$, $\tau=-0,231$).

Вторая ординационная ось (Axis 2) показывает 15% дисперсии в данных; она отражает градиент залегания легкорастворимых солей в почвах. Отрицательная корреляция характерна для видов, произрастающих на почвах с близким залеганием легкорастворимых солей. К таким видам относится гипергалофит *Halocnemum strobilaceum* ($r=-0,538$, $\tau=-0,482$). Если они находятся на глубине ниже 30 см, доминирует другой эугаллофит – *Salsola dendroides* ($r=-0,207$, $\tau=-0,163$). Положительную корреляцию имеют виды, произрастающие в местообитаниях с глубоким залеганием легкорастворимых солей (от 30 см и ниже): *Artemisia santonica* ($r=0,385$, $\tau=0,349$), *Camphorosma monspeliaca* ($r=0,233$, $\tau=0,282$).

Многие исследователи галофитной растительности отмечали, что тип засоления не играет главной роли в распределении галофитов, важнее – общая сумма солей и концентрация их ионов в почвах (Келлер, 1940; Вышивкин, 1959; Коровин, 1961 и др.). Одними из первых, кто связал распространение и приуроченность галофитных сообществ именно с общей суммой солей, были А. М. Барсегян (1965) и Н. И. Акжигитова (1981, 1982). Наши исследования подтверждают эту точку зрения.

В результате выполненного анализа почв (рис. 5, 6) наиболее высокая общая сумма солей, как и ожидалось, выявилась под сообществами гипергалофитных формаций на солончаках: *Halocnemeta strobilacei*, *Salicornieta perennantis*, *Suaedeta salsae* и *Petrosimonieta oppositifoliae*. В их ценозах общая сумма солей варьирует в пределах от 1 до 4%. Редко засоление может достигать 9%. Высокая концентрация ионов Cl^- (усреднённые значения Cl^- 1,086–1,385%) отмечена в сообществах *Halocnemum strobilaceum* (Cl^- 0,277–4,430%; SO_4^{2-} 0,012–1,440%; Na^+ 0,138–2,446%), *Salicornia perennans* (Cl^- 0,888–1,903%; SO_4^{2-} 0,072–1,800%; Na^+ 0,749–1,121%) и *Suaeda salsa* (Cl^- 0,749–2,450%; SO_4^{2-} 0,444–0,648%; Na^+ 0,463–1,615%). В ценозах *Petrosimonia oppositifolia* обычно практически равное соотношение ионов Cl^- (0,07–0,902%) и SO_4^{2-} (0,024–0,600%). Усредненные значения Cl^- (0,389%) и SO_4^{2-} (0,326%) (рис. 6).

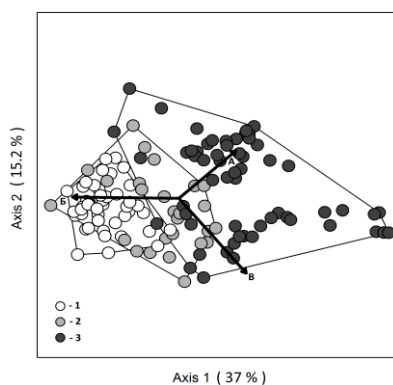


Рис. 3. Общая ординационная диаграмма галофитной растительности в регионе исследования.

Условные обозначения: А – Общая сумма солей, В – проективное покрытие полукустарничков, В – проективное покрытие однолетних солянок. Круги – сообщества на: 1 – солончах, 2 – солончах солончаковатых, 3 – солончаках.

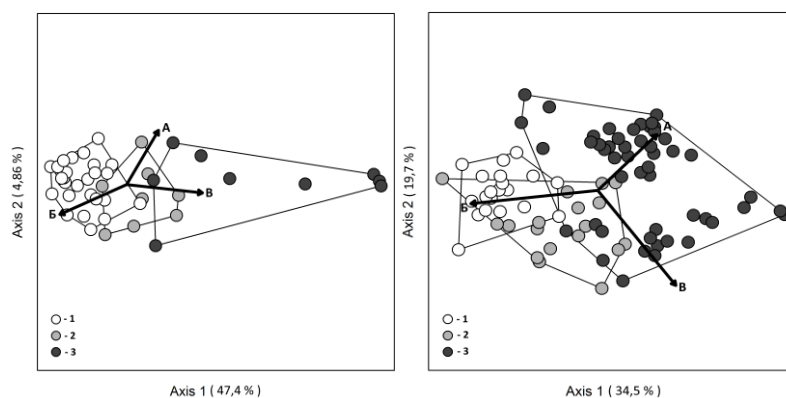


Рис. 4. Ординационная диаграмма галофитных сообществ в степной зоне (справа) и в пустынной (слева).

Условные обозначения: А – Общая сумма солей, В – проективное покрытие полукустарничков, В – проективное покрытие однолетних солянок. Круги – сообщества на: 1 – солончах, 2 – солончах солончаковатых, 3 – солончаках.

В сообществах на солончах солончаковатых общая сумма солей обычно около 1%. На таких почвах формируются ценозы формации *Artemisieta santonicae* (Cl^- 0,004–0,121%; SO_4^{2-} 0,012–0,144%; Na^+ 0,009–0,113%), *Salsola dendroidis* (Cl^- 0,007–1,001%; SO_4^{2-} 0,024–0,300%; Na^+ 0,007–0,543%).

Солонцы менее засолены, чем солонцы солончаковатые. Общая сумма солей в них не превышает 0,2–0,3%. Концентрация ионов солей в таких сообществах низкая. Общая сумма солей под ценозами *Artemisieta pauciflorae* (Cl^- 0,007–0,114%; SO_4^{2-} 0,012–0,240%; Na^+ 0,022–0,109%) составляет примерно около 0,2%. При участии в сообществах других галофитов оно увеличивается. Под ценозами формации *Leymeta ramosi* (Cl^- 0,007–0,064%;

SO_4^{2-} 0,012–0,168%; Na^+ 0,022–0,041%) общая сумма солей меньше 0,300% (рис. 5). Усредненные значения Cl^- (0,026–0,053%), SO_4^{2-} (0,054–0,102%), Na^+ (0,033–0,145%) (рис. 6).

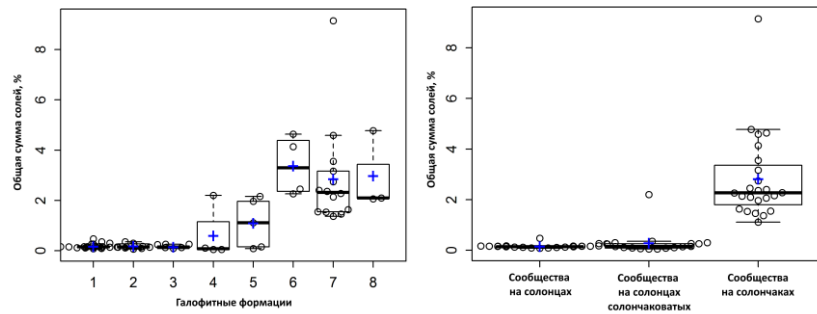


Рис. 5. Распределение сообществ галофитных формаций по общей сумме солей (мг/экв).

Условные обозначения: 1-Artemisieta pauciflorae, 2-Artemisieta santonicae, 3-Leymeta ramosi, 4-Salsoleta dendroidis, 5-Petrosimonieta oppositifoliae, 6-Salicornieta perennantis, 7-Halocnemeta strobilacei, 8-Suaedeta salsae; Кружки – сообщества. Крестики – центры выделенных групп.

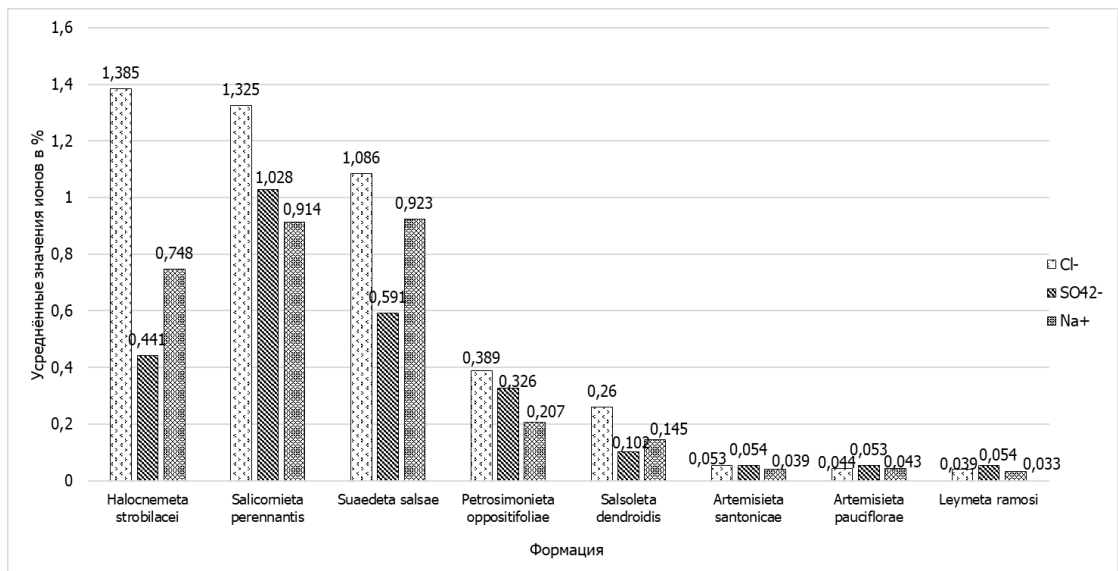


Рис. 6. Усреднённые значения анионов Cl^- , SO_4^{2-} и катиона Na^+ под сообществами галофитных формаций в регионе исследования.

5.4.2. Использование галофитной растительности в качестве кормовой базы

Галофиты не играют значимой роли в создании кормовой базы Калмыкии. Однако некоторые виды эугалофитов расцениваются весьма высоко в качестве кормов в зависимости от сезона года. Это – полукустарнички *Kochia prostrata*, *Camphorosma monspeliaca*, *Artemisia pauciflora*; корневищный злак *Leymus ramosus*. Немного хуже скармливается *Artemisia santonica*. В ранневесенний период во время вегетации хорошо поедаются однолетние галогликофитные виды *Eremopyrum triticeum*, *E. orientale*, *Bromus squarrossus*, *Lepidium perfoliatum* и др. К плохо поедаемым растениям относятся гипергалофиты (*Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia perennans*, *Petrosimonia brachiata*, *P. oppositifolia*, *Suaeda acuminata*, *S. salsa*, *Climacoptera crassa*). Только в позднеосенний период, когда соли опускаются в нижние горизонты почв, они частично могут служить кормами (Левина, 1964; Джапова, 2008).

Глава 6. Зональные особенности галофитной растительности

Прикаспийская низменность (в Калмыкии) лежит в пределах южной подзоны степной зоны и северной подзоны пустынной зоны (Зоны и типы поясности..., 1999а, б).

Несмотря на то, что галофитная растительность формируется на аazonальных почвах – солонцах и солончаках, в составе и распределении сообществ галофитов проявляются зональные черты. Наши выводы о зональных различиях подтверждаются ординационными диаграммами, построенными отдельно для степной и пустынной зон (рис. 4). Из 21 формации, сообщества 6 формаций отмечены **только в пустынной зоне** (*Climacoptereteta crassae*, *Frankenieta hirsutae*, *Limonieta suffruticosi*, *Petrosimonieta triandrae*, *Salsoleta dendroidis*, *Salsoleta sodae*), 3 – **только в степной зоне** (*Kochieta prostratae*, *Salsoleta laricinae*, *Spirobassieta hirsutae*). Остальные 12 формаций (*Anabaseta salsae*, *Artemisieta pauciflorae*, *Artemisieta santonicae*, *Camphorosmeta monspeliacae*, *Halimioneta verruciferae*, *Halocnemeta strobilacei*, *Leymeta ramosi*, *Petrosimonieta brachiatae*, *Petrosimonieta oppositifoliae*, *Puccinellieta dolicholepis*, *Salicornieta perennantis*, *Suaedeta salsae*) встречаются **и в степной и в пустынной зонах**. Они отличаются по видовому составу, проективному покрытию, ритмике развития, по площади распространения и приуроченности к разным типам и разновидностям засоленных почв.

Степная зона характеризуется обилием эугалофитов, преимущественно полукустарничковых полыней и корневищных злаков. В этой зоне проективное покрытие в сообществах выше, чем в пустынной, из-за участия в них разнотравья. Начало вегетации происходит в начале или середине апреля.

В пустынной зоне преобладают гипергалофитные полукустарничковые многолетние и однолетние солянки. Проективное покрытие в разные годы может быть довольно высоким, за счёт эфемеров и однолетников. Вегетация растений начинается раньше, чем в степной зоне, в конце марта – начале апреля.

ВЫВОДЫ

1. Галофитная растительность играет важную роль в растительном покрове на Прикаспийской низменности в пределах Республики Калмыкия, занимая около 30% ее площади. Согласно проведенной нами эколого-фитоценотической классификации она состоит из 21 формации, из которых 11 формаций полукустарничков, 8 однолетних солянок и 2 злаков. Формации состоят из 30 классов ассоциаций и 65 ассоциаций.

2. Наиболее распространёнными полукустарничковыми формациями являются 2 полынные (*Artemisieta pauciflorae*, *Artemisieta santonicae*) и 3 формации многолетних солянок (*Camphorosmeta monspeliacae*, *Halocnemeta strobilacei*, *Salsoleta dendroidis*). Характерны, но встречаются реже и имеют небольшие размеры 3 формации однолетних солянок (*Salicornieta perennantis*, *Petrosimonieta oppositifoliae*, *Suaedeta salsae*) и 1 формация корневищного злака (*Leymeta ramosi*).

3. Наибольшим фитоценотическим разнообразием характеризуется чернополынная формация (15 асс.). Разнообразны сарсазанники (10 асс.) и сантоникополынники (9 асс.). Почти вдвое уступают чернополынникам вострцовая (9 асс.), камфоросмовая (6 асс.) и петросимониевая (6 асс.) формации. По 4 ассоциации насчитываются в солеросовой и сведовой формациях, 2 – в древовидносолянковой формации.

4. Редкими являются 12 формаций. 3 из них (*Anabaseta salsae*, *Salsoleta laricinae*, *Climacoptereteta crassae*) находятся на северо-западной границе ареала; 9 формаций (*Kochieta prostratae*, *Limonieta suffruticosi*, *Halimioneta verruciferae*, *Petrosimonieta brachiatae*, *Petrosimonieta triandrae*, *Salsoleta sodae*, *Spirobassieta hirsutae*, *Puccinellieta dolicholepis*, *Frankenieta hirsutae*) встречаются редко из-за особенностей природных условий региона.

5. Видовой состав сообществ галофитов в Калмыкии представлен 167 видами высших сосудистых растений. Они принадлежат к 12 семействам и 41 роду. 66 видов являются облигатными галофитами, из них 34 вида из семейства *Chenopodiaceae*. Два вида галофитов (*Limonium suffruticosum* и *Nitraria schoberi*) включены в Красную книгу Республики Калмыкия. Мы предлагаем дополнить список растений, имеющих охраняемый

статус в Калмыкии, 7 видами (*Anabasis salsa*, *Atriplex cana*, *Frankenia pulverulenta*, *Suaeda microphylla*, *Suaeda physophora*, *Ferula karelinii*, *Sedum subulatum*).

6. Одним из основных экологических факторов, определяющих фитоценотическое разнообразие галофитной растительности на Прикаспийской низменности в Калмыкии, является общая сумма солей и концентрация ионов Cl^- , SO_4^{2-} и Na^+ в корнеобитаемом слое почв до 30 см:

- При высокой концентрации в общей сумме солей ионов Cl^- (1,086–1,385%) в верхних горизонтах почв господствуют сообщества *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia perennans* и *Suaeda salsa*.
- Ценозы *Petrosimonia oppositifolia* доминируют обычно при равном в общей сумме солей соотношении ионов Cl^- (0,389%) и SO_4^{2-} (0,326%).
- Остальные эугалофитные ценозы при низкой общей сумме солей имеют минимальную концентрацию ионов Cl^- (0,026–0,053%), SO_4^{2-} (0,054–0,102%), Na^+ (0,033–0,145%).

7. Галофитная растительность характеризуется особенностями внутри зон. Выявлено различие на уровне формаций. В пределах Калмыкии только в степной зоне встречаются сообщества 3 формаций, только в пустынной зоне – сообщества 6 формаций. Сообщества 12 формаций распространены в степной и в пустынной зоне, но различаются по видовому составу и площади распространения. Так, в степной зоне в чернополынниках содоминируют *Leymus ramosus*, *Camphorosma monspeliaca* и *Kochia prostrata*, в пустынной зоне – *Salsola dendroides*. В сантоникополынниках в степной зоне обильны *Puccinellia dolicholepis* и *Artemisia pauciflora*, в пустынной зоне в них содоминируют гипергалофиты *Halocnemum strobilaceum* и *Nitraria schoberi*. В камфоросмовых сообществах в степной зоне содоминантами являются *Artemisia pauciflora*, *Leymus ramosus*, *Puccinellia dolicholepis*, *Poa bulbosa*, в пустынной зоне – обычна *Artemisia lerchiana*. В вострещовых сообществах только в степной зоне в качестве содоминантов участвуют *Kochia prostrata* и *Artemisia austriaca*. Сообщества формаций гипергалофитных многолетних и однолетних солянок в степной и в пустынной зоне часто монодоминантные. Они отличаются ритмом развития: начало вегетации галофитов в степной зоне происходит в начале или середине апреля, в пустынной – в конце марта, начале апреля.

Список публикаций по теме диссертации

Статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК РФ

1. Горяев И. А., Кораблёв А. П. Галофитная растительность на западе Прикаспийской низменности // Сибирский экологический журнал. 2020. Т.27. №5. С. 623–631.
2. Goryaev I. A., Korablev A. P. Halophytes vegetation in the West Caspian lowland // Contemporary Problems of Ecology. 2020. Vol.13. №5. P. 514–521.
3. Горяев И. А. Галофитные полыньники на Прикаспийской низменности (в пределах Калмыкии) // Ботанический журнал. 2019. Т.104. №1. С. 93–107.
4. Горяев И. А. 2019. Закономерности распространения галофитной растительности на Прикаспийской низменности // Ботанический журнал. Т.104. №7. С. 60–77.
5. Степанова Н. Ю., Горяев И. А., Полуэктов С. А., Сафронова И. Н. Новый вид для флоры России и новые и редкие таксоны флоры Калмыкии // Ботанический журнал. 2017. Т.102. №1. С. 116–120.
6. Лазарева В. Г., Горяев И. А., Харитонов Ч. С. К вопросу о пространственно – демографической структуре и онтогенезе сарсазана шишковатого [*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Vieb.] в условиях Республики Калмыкия // Юг России: экология, развитие. Краткие сообщения. 2016. Т.11. №1. С. 193–198.

Статьи в других научных изданиях

7. **Горяев И. А.** О галофитной растительности на Прикаспийской низменности в Калмыкии // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. 2019. №1(38). С. 43–45.
8. **Горяев И. А.** О формации *Artemisieta santonicae* в степной и пустынной зонах Прикаспийской низменности в Калмыкии // Материалы IV (XII) Международной ботанической конференции молодых учёных (Санкт-Петербург, 22–28 апреля). Санкт-Петербург, 2018. С. 80.
9. **Горяев И. А.** О гипергалофитных сообществах пустынной зоны Калмыкии // Материалы международной научно-практической конференции и школы-семинара молодых ученых-степеведов «Охрана природы и региональное развитие: гармония и конфликты». Том 1. Оренбург, 2017. С. 204–205.
10. Лазарева В. Г., **Горяев И. А.**, Нгуен В. З. Ценопопуляции *Halocnemum strobilaceum* - индикатор особых экологических условий озера Баскунчак // Материалы международного форума «Каспий – море дружбы и надежд», посвященного 85-летию Дагестанского государственного университета (Махачкала, 11–15 октября). Махачкала, 2016. С. 200–205.
11. Лазарева В. Г., **Горяев И. А.** Эколого-биологические особенности *Halocnemum strobilaceum* в галофитных сообществах разнообразных депрессиях Северо-Западного Прикаспия // Материалы III региональной заочной студенческой научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал Прикаспия и сопредельных территорий: проблемы его рационального использования» (Элиста, 20–21 апреля). Элиста, 2016. С. 145–148.
12. **Горяев И. А.**, Лазарева В. Г. Анализ флоры засоленных местообитаний Лаганского района Республики Калмыкия // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. 2015. №1(30). С. 47–52.
13. Лазарева В. Г., **Горяев И. А.** Современное состояние галофитной флоры Республики Калмыкия ее хозяйственное использование // Материалы IX международной научно-практической конференции «Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия» (Новосибирск, 13–14 марта). Новосибирск, 2015. С. 154–157.
14. Лазарева В. Г., **Горяев И. А.** Парциальная флора засоленных местообитаний Республики Калмыкия // Материалы VII международного симпозиума «Степи северной Евразии». Оренбург, 2015. С. 460–463.
15. Лазарева В. Г., **Горяев И. А.**, Церенов Э. В. Пространственная и демографическая структура *Halocnemum strobilaceum* озера Баскунчак // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. 2015. №2(31). С. 37–41.
16. Лазарева В. Г., **Горяев И. А.** Формация сарсазана шишковатого [*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Vieb.], его демографическая и пространственная структура на соровых солончаках в окрестностях г. Астрахани // Материалы XII международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: инновации в современном мире» (Москва, октябрь). Москва, 2015. Т.10(41). С. 6–14.
17. Лазарева В. Г., **Горяев И. А.** Галофитная флора Прикаспийской низменности Республики Калмыкия // Материалы II региональной студенческой научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал Прикаспия и сопредельных территорий: проблемы его рационального использования» (Элиста, 24–25 апреля). Элиста, 2015. Т.1. С. 150–154.