

На правах рукописи

ЛАЗАРЕВА ВИКТОРИЯ ГЕОРГИЕВНА

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО
ПОКРОВА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ В СОВРЕМЕННЫХ
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

03.02.08 – экология (биология)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Тюмень – 2021

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»

Научный консультант: доктор биологических наук, профессор главный научный сотрудник, ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН»
Сафонова Ирина Николаевна

Официальные оппоненты: **Кулик Константин Николаевич**,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик РАН, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», главный научный сотрудник лаборатории гидрологии агролесоландшафтов

Дёмина Ольга Николаевна,
доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и химии ФГБОУ ВО «Карачаево-Черкесский государственный университет им. У.Д. Алиева»

Пилипенко Владимир Николаевич,
доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой ботаники, биологии экосистем и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»

Ведущая организация **ФГБУН «Институт степи Оренбургского федерального исследовательского центра» Уральского отделения РАН**

Защита состоится «16» июня 2021 г. в 10-00 часов на заседании объединенного диссертационного совета Д 999.114.02 в Государственном аграрном университете Северного Зауралья по адресу: 625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7, зал заседаний Ученого совета.

Телефон/факс: 8(3452) 29-01-52, e-mail: dissgausz@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Государственного аграрного университета Северного Зауралья.

Автореферат разослан «15» марта 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор сельскохозяйственных наук

Галина Шалкаровна Турсумбекова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Прикаспийская низменность – уникальный природный район, который является дном древнего Каспийского моря и находится ниже уровня Мирового океана. Это единственный на европейском континенте аридный регион, по которому проходят межконтинентальная и ботанико-географическая границы: первая – между Европой и Азией, вторая – между степной и пустынной зонами. Географическое положение, особые природные условия сформировали в регионе зону высокой внутренней опасности по отношению к процессам опустынивания (деградации), (Виноградов и др., 1987, 1996; Борликов и др., 2000).

В пределах Северо-Западного Прикаспия находится большая часть территории Республики Калмыкия. Ее экономика основывается на пастбищном животноводстве, при котором основным источником корма для скота является растительность естественных кормовых угодий: пастбищ и сенокосов. В связи с этим, растительный покров региона и Прикаспийской низменности в целом, испытывает сильнейшее антропогенное давление, проявляющееся в перевыпасе, распашке естественных кормовых угодий, прокладке и эксплуатации ирригационных систем, газопроводов, автомобильных дорог и т.п. Высокая динамичность растительного покрова Прикаспия требует периодических исследований для определения современного пространственного распределения сообществ, их устойчивости к различным видам антропогенного воздействия и мероприятий по его рациональному использованию, охране и восстановлению.

Цель исследований – выявить закономерности пространственного распределения растительного покрова на четвертичных террасах Северо-Западного Прикаспия под влиянием природных и антропогенных факторов.

Задачи исследований:

1. Изучить закономерности пространственного распределения растительного покрова Прикаспийской низменности в связи с различным возрастом четвертичных террас в пределах Республики Калмыкия.
2. Определить динамику растительного покрова на четвертичных террасах в условиях современных колебаний уровня Каспийского моря и изменчивости климатических характеристик.
3. Выявить особенности трансформации растительности на четвертичных террасах под влиянием антропогенных факторов (пасторальных и ирригационных).
4. Определить мероприятия по восстановлению, сохранению и рациональному использованию растительного покрова пастбищ на четвертичных террасах.

Научная новизна выполненных исследований для Северо-Западного Прикаспия:

1. Впервые пространственное распределение растительного покрова рассмотрено в зависимости от геологического возраста и экологических особенностей каждой из четвертичных террас. Выявлены закономерности его пространственного распределения. Эколо-динамические ряды растительных сообществ на четвертичных террасах раскрывают особенности сукцессионного процесса: на песках выявлены псаммосерии, на приморских равнинах и днищах пересыхающих солёных озёр – галосерии от гидроморфного режима через полугидроморфный к автоморфному. Снижение уровня грунтовых вод, рассоление почв, ксерофитизация растительности отражают направление голоценетических сукцессий от побережья молодой новокаспийской террасы до древней раннехвалынской, от современной пустынной зоны до степной.

2. К природным сукцессиям в Прикаспии относятся современные колебания уровня Каспийского моря. Установлено, что в растительном покрове они глобальных

изменений не произвели, наблюдается очередная экзогенная сукцессия, направленная на увеличение гигро- и галофильности почвенно-растительного покрова. Региональная специфика современных колебаний уровня моря проявляется в прибрежной зоне Каспия в развитии луговой серии на новых территориях. Впервые в растительном покрове четвертичных террас установлена связь между видовым составом сообществ каждого экологического пояса и количеством выпавших осадков. Во влажные годы в гидроморфном поясе увеличивается число и обилие гигрофильных гипергалофитов, в полугидроморфном и автоморфном – эфемеров, эфемероидов, однолетников.

3. Впервые выявлены региональные закономерности обратимости процессов деградации (опустынивания) и демутации растительности на пастбищах каждой из четвертичных террас. Ослабление аридности климата и снижение пастбищной нагрузки способствуют восстановлению растительности – «реопустыниванию» по А.Н. Золотокрылину (2007). Современное увеличение поголовья скота на пастбищах ведет к экологической нестабильности региона. Наиболее устойчива к перевыпасу растительность древней раннехвалынской и более уязвима – на молодой новокаспийской террасах.

4. Впервые для данного региона разработаны картографические модели динамики пасторальной дегрессии растительности пастбищ и методы борьбы с опустыниванием. Картографические модели отражают масштаб и стадии деградации растительного покрова пастбищ, вторые – методы его восстановления, сохранения и фитомелиорации. Впервые в современных условиях региона применен традиционный в прошлом, опыт сезонного выпаса скота, как один из методов рационального использования растительности пастбищ.

Теоретическая значимость полученных результатов заключается в том, что для одного из крупнейших экотонов планеты, представляющим собой дно древнего Каспийского моря, впервые изучен механизм вековых сукцессий, происходящий на четвертичных террасах. Определены их закономерности при формировании пространственного распределения растительного покрова под воздействием природных и антропогенных факторов.

Практическая значимость работы. Исследования автора согласуются с Федеральной целевой программой «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 гг.», принятой Правительством РФ и с Программой охраны окружающей среды в Республике Калмыкия на 2013-2020 гг. Результаты диссертационных исследований использованы в работе над Национальным докладом по биоразнообразию Каспийского региона (Москва, 2000), Национальной программой действий по борьбе с опустыниванием и деградацией почв Российской Федерации (2012); при выполнении: хоздоговорной темы с голландской компанией Шелл Девелопмент III «Влияние сейсморазведки на биоразнообразие Барун-Юстинского лицензионного участка» (КалмГУ, Х/т № 750/2, 2010–2011 гг.), гранта Правительства Республики Калмыкия «Геоботаническая карта Сарпинской низменности» (КалмГУ, тема № 960, 2016). Материалы исследований используются так же в учебном процессе Калмыцкого и Ухтинского госуниверситетов при чтении ряда лекционных курсов (Экология, Ландшафтovedение, Биоразнообразие и др.); при написании учебных пособий: «Растительный покров Калмыкии» (1997), «Атлас растений Северо-Западного Прикаспия» (2014) с грифом УМО РФ, «Динамика процессов опустынивания в аридных ландшафтах Калмыкии» (2014); при проведении экологических мероприятий

в школах Республик Калмыкия и Коми, в системе повышения квалификации учителей и работников агропромышленного комплекса. Составленные картографические материалы используются хозяйствами Республики Калмыкия (Яшкульского, Черноземельского, Сарпинского районов) при применении традиционного опыта по сезонному выпасу скота.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Закономерности пространственного распределения растительного покрова Северо-Западного Прикаспия определяются колебаниями уровня Каспийского моря в четвертичном периоде.

2. Развитие первичных сукцессий в северо-западной части Прикаспия происходит по двум основным направлениям: формированию псаммосерий на перевиваемых песках и галосерий на морских равнинах и днищах пересыхающих озёр с постепенным переходом к автоморфному водному режиму. Региональные особенности проявляются в развитии луговой серии на новых территориях побережья Каспийского моря.

3. Для вторичной (антропогенной) сукцессии растительного покрова Северо-Западного Прикаспия характерна обратимость процессов опустынивания: снижение пастбищной нагрузки и аридности климата способствуют демутации растительного покрова; перевыпас и усиление засушливости климата, создают экологическую напряжённость. Устойчивость растительности к воздействию антропогенных факторов определяется не только степенью нагрузки и климатическими флюктуациями, но и возрастом четвертичных террас. Растительность наиболее устойчива на древней раннекхвалынской террасе и более уязвима – на молодой новокаспийской.

Апробация работы. Материалы и результаты исследований обсуждались на научных и научно-практических конференциях различного уровня: на международных конгрессах «Asian ecosystem and their protection» (Ulan-Baatr, 1995, 2007), «People rangelands building the future» (Townsville, 1999), 46 Symposium of the International Association for Vegetation Science. Water Resources and Vegetation (Napoli, 2003), 10th European Dry Grassland Meetings «When theory meets practice: Conservation and restoration of grasslands» (Zamos, 2013); международных конференциях в России: «Проблемы ботаники на рубеже ХХ-XXI веков» (Санкт-Петербург, 1998), «Атласное картографирование: традиции и инновации» (Иркутск, 2015), «Степи Северной Евразии» (Оренбург, 2006, 2015; 2018); на межрегиональных научно-практических конференциях: «Вклад молодых ученых в экономическое развитие Калмыкии» (Элиста, 1989), «Аэрокосмический мониторинг Каспийского моря и прибрежных экосистем» (Махачкала, 2006, 2016), «Природно-ресурсный потенциал Прикаспия и сопредельных территорий: проблемы его рационального использования» (Астрахань, 2016), «Деградация земель и опустынивание: проблемы устойчивого природопользования и адаптации» (Москва, Институт Географии РАН, 2020); обсуждались в лабораториях «Экологии растительных сообществ» и «Общей геоботаники» Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург, 2017); на заседаниях кафедры биогеографии МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва, 1992), кафедр общей биологии, ботаники и экологии Калмыцкого государственного университета им. Б. Б. Городовикова», кафедры экологии, землеустройства и природопользования Ухтинского технического госуниверситета (Ухта, 2015-2019).

Личный вклад автора заключается в обосновании темы, цели, задач исследований, сборе полевого материала, его статистической обработке, анализе, разработке картографических моделей. Работа является обобщением 33-летних полевых

исследований (1983-2016 гг.) автора. Исследования выполнялись в рамках грантов РФФИ (1993-1994; 2003-2004; 2014-2016); федеральной целевой программы Минобразования РФ «Интеграция» (2001); международного Фонда Джона Д и Кэтрин Т. Макартуров (2002-2003); хоздоговорной темы с англо-голландской компанией «Девелопмент ПЛ. Шелл» (2010-2011); Госзаказа Правительства Республики Калмыкия «Геоботаническая карта Республики Калмыкия» (2016), в которых автор являлся основным исполнителем и соруководителем.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 85 работ, в том числе: 18 статей – в рецензируемых журналах, включенных в список ВАК РФ, 5 – в базах данных Scopus, 6 монографий.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 360 страницах, состоит из введения, семи глав, заключения, списка литературы и приложения, иллюстрирована 52 таблицами, 42 рисунками. Список литературы содержит 328 источников, из них 37 – на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность за ценные советы своему консультанту д.б.н., г.н.с Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН И.Н. Сафоновой, д.г.н, проф. Калмыцкого госуниверситета им. Б.Б. Городовикова В.А. Банановой, д.г.н. проф. ИВП РАН Н.М. Новиковой, д.г.н. проф. СПбГУ К.М. Петрову, д.г.н, проф. МГУ им. М.В. Ломоносова Е.Г. Мяло, к.б.н. И.Н. Горяиновой. Автор признателен всем коллегам кафедры экологии, землеустройства и природопользования Ухтинского государственного технического университета, коллегам-биологам Калмыцкого госуниверситета им. Б. Б. Городовикова, соавторам публикаций.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ИЗУЧЕННОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

(обзор литературы)

Растительный покров Северо-Западного Прикаспия с давних времен привлекает внимание учёных. В этом регионе работали основоположники геоботанической науки: А.Н. Краснов (1886), И.К. Пачоский (1892), Б. А. Келлер (1907), Г. Н. Высоцкий (1915), В.Д. Александрова (1954-1964), Прикаспийская экспедиция (1957, 1960), Ф.Я. Левина, (1964) и др. Современное состояние растительности и флоры отражены в работах: И.Н. Сафоновой (1975, 2002, 2020), В.А. Банановой (1977, 1985, 2018), Н.М. Бакташевой (1982, 2000), Р.Р. Джаповой (1983, 2008), С.С. Улановой (2008, 2018), Н.М. Новиковой (2012, 2020), Н.Л. Федоровой (2012, 2019), Е.Ч. Аюшевой (2014), И.А. Горяева (2020) и др. Однако, проблемы влияния геологического возраста четвертичных террас на растительный покров региона под воздействием природных и антропогенных факторов в указанных работах не рассматривались.

К современным крупным работам, посвященным проблеме опустынивания относится ряд коллективных монографий, среди зарубежных: *Rangeland Desertification* (2000), *The Future of Drylands* (2006), *Climate and Land Degradation* (2007), *Land Degradation and desertification: Assessment, Mitigation and Remediation* (2010) и др.; среди отечественных: «Оценочный доклад...» (2008), «Опустынивание засушливых...» (2009) и др., а также работы исследователей: С.В. Викторова (1955, 1974), Б.В. Виноградова (1964, 1987, 1993), Н.Г. Харина (1983, 1987), О.А. Лачко (1983, 1991, 2000), В.А. Банановой (1986, 1989, 2020), К.Н. Кулика (1987, 2016), З.Г. Залибекова (1997, 2016), Г.С. Куста (1999, 2020). Группой ученых, включая автора, подготовлен и опубликован Атлас «Природные и техногенные опасности и риски

чрезвычайных ситуаций ЮФО РФ» под общ. ред. С.К. Шойгу (2007) и др. Несмотря на огромные усилия различных отечественных и международных организаций, деградация засушливых земель продолжается.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в северо-западной части Прикаспийской низменности, расположенной между возвышенностью Ергени на западе и р. Волгой на востоке. Объект исследования – растительный покров степной и пустынной зон. Изучение закономерностей пространственного распределения растительности осуществлялось на четвертичных террасах, сформировавшихся в результате колебаний древнего Каспийского моря (рис. 1).



Рисунок 1 – Полигоны исследований на территории Северо-Западного Прикаспия

Материал и методы исследования. В основу работы положен полевой материал, собранный автором за период 1983-2016 гг. Геоботанические, флористические, картографические методы исследования основаны на классических трудах (Сукачев, 1954; Викторов, 1955, 1974; Ярошенко, 1961; Полевая геоботаника, 1964, 1972; Шенников, 1964; Быков, 1967; Александрова, 1969; Лавренко, 1970, 1980; Воронов, 1973; Сочава, 1974, 1979; Нешатаев, 1987; Рачковская, 1995; Ozanda, 1996; Charin, Tateishi, Gringof, 1998; Огуреева и др., 1999; Сафонова, 2002; Ботаническая география..., 2003) и др. Экспедиционными маршрутами была охвачена вся территория Северо-Западного Прикаспия, представляющая всё разнообразие растительных сообществ. Сделано более 1700 геоботанических описаний (Полевая геоботаника, 1972). Анализ и типизация, сообществ осуществлялись согласно современным определениям зональной степной и пустынной растительности (Быков, 1967; Рачковская, 1995; Ботаническая география...,

2003). Классификационная схема растительности региона составлена на основе геоботанических описаний с использованием эколого-фитоценотических методов (Сочава, 1974; P. Ozanda, 1996; Огуреева и др., 1999; Сафонова, 2002).

Исследования проведены на 20 полигонах (ключевых участках) площадью от 16 до 200 км², эколого-динамических профилях длиной от 3,5 до 8,5 км, расположенных на каждой из четвертичных террас Северо-Западного Прикаспия (Вышивкин и др., 1962). На полигонах определялись: флористический состав, фитоценотическое разнообразие, сукцессионный статус, процессы опустынивания. Картирование растительности полигонов производилось на основе крупно- и среднемасштабных топографических, тематических карт (Южгирозем, 1965, 1973-1990; Государственный центр «Природа», 1987; космоснимков Landsat 7) по двум направлениям: условиям пространственного распределения зональной растительности и её формирования в азональных экотипах (Викторов, 1955; Кравцова и др., 1995; Востокова, 1988). Сукцессионный статус сообществ, виды-индикаторы почвенно-грунтовых условий устанавливались методом эколого-динамического профилирования, построением экологических матриц. По их результатам выделены экологические пояса: гидроморфный, полугидроморфный, автоморфный, соответствующие экологическим уровням по Л.Г. Раменскому (1938); стадии сукцессионного процесса (Александрова, 1964; Викторов, 1974; Геннадьев и др., 1994; Мяло, Малхазов, 2000).

Изучение и определение закономерностей процессов опустынивания основано на методиках, разработанных FAO/UNEP (1982), институтом Пустынь АН Туркменистана (1983, 1987). Для оценки степени деградации экосистем использованы индикаторы и критерии растительного и почвенного покровов (Харин и др., 1983, 1992; Зонн, 1984; Бананова, 1986; Залибеков, 1993, 2018; Куст, 1999 и др.). Связь между показаниями NDVI, проективным покрытием надземной фитомассы сообществ и количеством выпавших осадков устанавливалась по Charin, Tateishi, Gringof (1998).

Анализ геоботанических описаний производился с использованием методов кластерного анализа, индекса флористического сходства по Жаккарду (Jaccard, 1901), построения дендритов по методу ближнего соседа (Уиттекер, 1960; Лебедева и др., 1999). Для обработки картографических материалов использовалась ГИС-программа MapInfo 6.0, преобразование космических снимков осуществлялось по программе ArcGIS 9.3 (Петров и др., 2014). На основе концепции жизненных стратегий Раменского-Грайма проводилась оценка потенциала самовосстановления растительных сообществ в нарушенных экосистемах (Раменский, 1935; Grime, 1979). При проведении эколого-морфологического анализа видового состава, исследуемых сообществ, использовалась система жизненных форм И.Г. Серебрякова (1962, 1964). Названия видов растений приводятся по сводке С. К. Черепанова (1995), Флоре Нижнего Поволжья (2018), Флоре Астраханской области (Лактионов, 2009), Конспекта флоры Калмыкии (Бакташева, 2012). Географическая привязка геоботанических описаний проводилась с помощью GPS навигатора «Garmin 76». Анализ почвенных образцов (236) произведен Агрохимлабораторией (Калмыцкий филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова»).

ГЛАВА 3. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

3.1. Географическое положение и рельеф. Северо-Западный Прикаспий расположен на крайнем юго-востоке европейского континента, между 44°59' – 48°24' с.ш. и 44°50' – 47°60' в.д. Геологические, геоморфологические и современные эдафические особенности региона обусловлены трансгрессиями и регрессиями древнего Каспийского моря. Они сформировали плоско равнинный рельеф, плавно понижающийся от +50 м на севере до –

27 м абс. высоты на юге, у побережья Каспия. На фоне приморской равнины довольно чётко выделяются три разновозрастные четвертичные террасы: раннехвалынская, позднехвалынская и новокаспийская (Броцкий, др., 1953; Доскач, 1979; Рычагов, 2014).

По современным природным условиям регион делят на две части: Сарпинскую низменность на севере и Черноземельскую (Чёрные земли) – на юге. Формирование рельефа Сарпинской низменности тесно связано с регressiveйной фазой раннехвалынского моря и палеорусел р. Волги. Здесь развился ложбинообразный микрорельеф, комплексный почвенно-растительный покров с преобладанием суглинистых отложений. Развитие Черноземельской низменности (Черных земель) связано с регессией позднехвалынского и новокаспийского морей, формированием пологоволнистой песчаной равнины, в основном, ниже уровня мирового океана (Николаев, 1958; Свиточ и др., 1994; Николаев, Копыл, 1997).

3.2. Климат. Развитие современных природных ландшафтов региона шло в условиях аридного резко континентального климата. Чередование засушливых и влажных периодов соответствуют колебаниям Каспия и характеру солнечной активности (Эйгенсон, 1953). Разница между испаряемостью и количеством выпадающих осадков достигает 800–1000 мм (Агроклиматические ресурсы КАССР, 1974).

3.3. Почвы. Зональными почвами Сарпинской низменности являются светлокаштановые, Черноземельской – бурые супесчаные и песчаные, характерны солонцы и солончаки. На юге также широко распространены не закрепленные растительностью подвижные пески (Ковда, 1950; Большев, 1978; Геннадиев, Пузанова, 1994; Бакинова, Зеленская, 2009; Касимов, Геннадиев и др., 2012).

3.4. Гидрографическая сеть региона развита очень слабо, представлена: мелкими солёными Состинскими озёрами, более крупными Сарпинскими; из рек, на границе с Республикой Дагестан проходит средняя и нижняя часть долины р. Кума, у п. Цаган-Аман заходит небольшой отрезок р. Волга (12 км). Юго-восток Северо-Западного Прикаспия омывается водами Каспийского моря (Цыщарин, 1958; Федюков, 1968).

ГЛАВА 4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

4.1. Общие закономерности распределения зональной растительности. Территория Северо-Западного Прикаспия находится на стыке двух широтных зон растительности: степной и пустынной. Н.А. Димо и Б. А. Келлер в 1907 году, опираясь на комплексность, как характерную особенность растительного и почвенного покровов северную часть Прикаспия, выделили как зону «полупустынь». Ее границу провели между 50° и 48° с.ш. Выделение новой зоны растительности, до сих пор, вызывает дискуссию (Лавренко, 1940; Прозоровский, 1940; Быков, 1954; Ларин, 1956; Левина, 1964; Сафонова, 2008 и др.). Вслед за Е.М. Лавренко (1947, 1980) и др. исследователями считаем, что растительность северной части Прикаспия соответствует степной зоне, а южная – пустынной (Прозоровский, 1940; Карамышева, Рачковская, 1973; Сафонова, 2002, 2020; Лазарева, 2003; и др.).

Под степью, как типом растительности, понимаются растительные сообщества с господством многолетних микротермных ксерофильных дерновинных злаков, в основном, плотнодерновинных (*Stipa spp.*) (Лавренко, 1956). В пределах Северо-Западного Прикаспия степная зона находится в южной подзоне и относится к Сарпинской низменности. Ее зональная граница простирается: с северо-востока на юго-запад от 47°30' с.ш. до 46°35' в.д. (Карта..., 1979; Карта..., 1996; и др.). Пустынный тип растительности образуют сообщества ксерофильных и

гиперксерофильных, микро- и мезотермных одревесневающих растений различных жизненных форм: полукустарничков, полукустарников и кустарников (Рачковская и др., 1990). Среди них большую часть составляют эфемеры, эфемероиды, однолетники. Прикаспийские пустыни входят в северную подзону пустынной зоны и начинаются на южной окраине Сарпинской низменности, простираясь на юг до р. Кума (Сафонова, 2002; Бананова и др., 2016).

Пространственное распределение растительного покрова, его закономерности отражают картографические материалы. Растительность Северо-Западного Прикаспия представлена на мелкомасштабных картах страны, составленных Ботаническим институтом АН СССР (1954; 1979) и др., трудами Прикаспийской экспедиции под руководством И.А Цаценкина (1957). Во второй половине XX века проведено крупномасштабное порайонное картирование сенокосов и пастбищ Калмыкии различными отделениями «ЮжНИИгипрозем». В 1985 г. совместными усилиями группы учёных КалмГУ, ВИСХАГИ (Ленинград), ГИЗР (Москва) была издана серия среднемасштабных геоботанических карт. К сожалению, из-за малого тиража названные картографические материалы в Республике отсутствуют.

На основе проведенных многолетних исследований автором составлена карта-схема растительного покрова Северо-Западного Прикаспия в масштабе 1:1500000, отражающая общие закономерности пространственного распределения растительного покрова региона в современных геоэкологических условиях (рис. 2), (Лазарева, 2003, 2018).

Легенда к карта-схеме построена по зонально-типологическому принципу (Сафонова, 2002а; Сафонова, Юрковская, 2015) с использованием составленной эколого-фитоценотической классификационной схемы (Лазарева, 2020). Её структура иерархическая. Высшие подразделения соответствуют зональным типам растительности: степной и пустынной; на этом же уровне выделяется азональная растительность. Подзональные категории отражают формационное разнообразие по господству определённой экобиоморфы, формации – эдафические варианты: пелитофитный, галофитно-пелитофитный, гемипсаммофитный и псаммофитный.

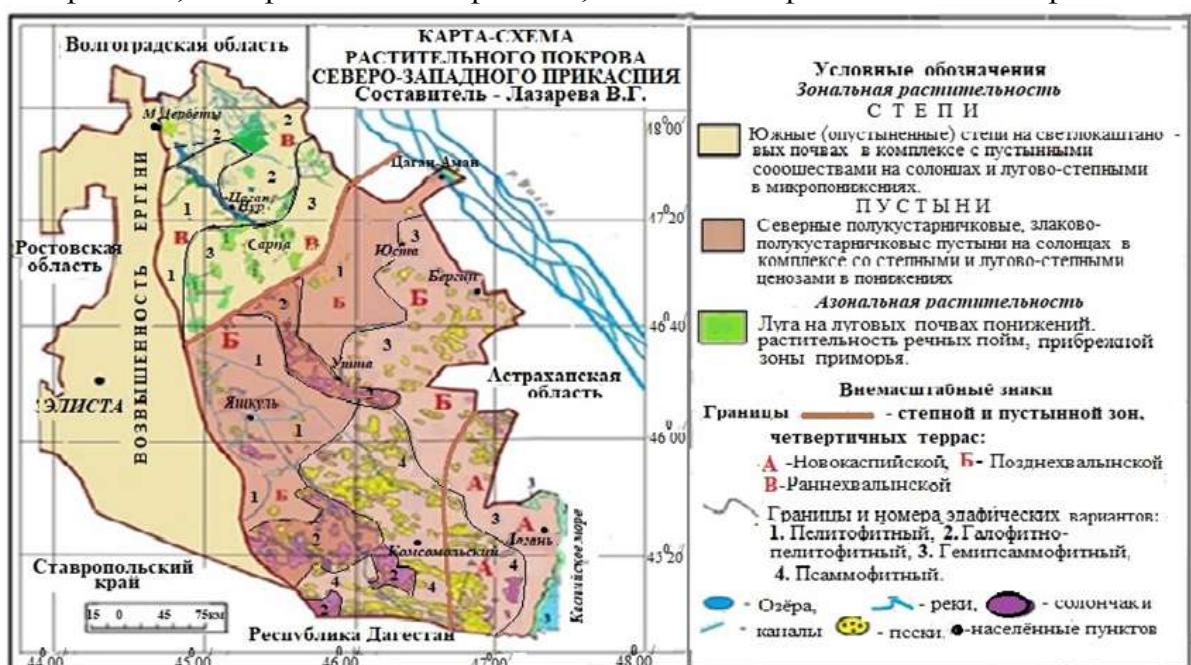


Рисунок 2 – Карта-схема растительного покрова Северо-Западного Прикаспия

Легенда к карта-схеме «Растительный покров Северо-Западного Прикаспия»

СТЕПНАЯ ЗОНА

Прикаспийские южные (пустыненные) степи

Полынно-дерновиннозлаковые на светло-каштановых почвах.

Варианты:

1. Пелиофитные на легкосуглинистых почвах Лерхополынно-типчаково-пустынножитняково-тырсыковые (*Stipa sareptana*, *Agropyron desertorum*), *Festuca valesiaca*, *Artemisia lerchiana*) и др. в комплексе с мятликово-лерхополынными (*A. lerchiana*, *Poa bulbosa*) и мятликово-чернополынными (*A. pauciflora*, *P. bulbosa*) на солонцах в сочетании с вострецово-бескильницево-сантоникополынными (*A. santonica*, *Puccinellia distans*), *Leymus ramosus*).

2. Галофитно-пелиофитные на солонцах и солонцеватых легкосуглинистых светло-каштановых почвах. Пустынножитняково-типчаково-вострецово-лерхополынные (*A. lerchiana*, *L. ramosus*, *F. valesiaca*, *A. desertorum*), др. в комплексе с полынно-тырсыково-типчаковыми (*F. valesiaca*, *S. sareptana*, *A. lerchiana*, *A. austriaca*) и др. в сочетании с вострецово-бескильницево-сантоникополынными (*A. santonica*, *P. distans*, *L. ramosus*), пырейными (*Elytrigia repens*) лиманами и многолетнесолянковыми комплексами по берегам соленых озер.

3. Гемисаммофитные на супесчаных и песчаных почвах. Полынно-пустынножитняково-ковылково-тырсыковые (*S. sareptana*, *S. lessingiana*, *A. desertorum*, *A. lerchiana*, *A. taurica*), австрийскополынно-типчаковые (*F. valesiaca*, *A. austriaca*) в комплексе с мятликово-лерхополынными (*A. lerchiana*, *P. bulbosa*), мятликово-чернополынными (*A. pauciflora*, *P. bulbosa*) и чернополынно-камфоросмовыми (*Camphorosma monspeliacum*, *A. pauciflora*) на солонцах в сочетании с бескильницево-сантоникополынными (*A. santonica*, *P. distans*), пырейно-сантоникополынными (*A. santonica*, *E. repens*) и пырейными (*E. repens*) лиманами.

ПУСТЫННАЯ ЗОНА

Прикаспийские северные пустыни на бурых почвах.

Полукустарничковые, злаково-полукустарничковые

Варианты:

1. Пелиофитные на легкосуглинистых почвах Лерхополынные (*A. lerchiana*), ромашниково-прутняково-лерхополынныне (*A. lerchiana*, *Kochia prostrata*), *Tanacetum achilleifolium*) на средних солонцах комплексе с: а) чернополынными, (*A. pauciflora*), др. на корковых солонцах; б) дерновиннозлаково-лерхополынными (*A. lerchiana*, *S. sareptana*, *Agropyron fragile*) на светло-каштановых почвах; в) пырейно-типчаковыми (*Elytrigia repens*, *Festuca valesiaca*) на лугово-бурых солонцеватых почвах микропонижений.

2. Галофитно-пелиофитные на суглинистых сильнозасоленных почвах. Чернополынные (*A. pauciflora*) в комплексе с лерхополынно-чернополынными, солянково-чернополынными (*A. pauciflora*, *Climacocera brachiata*) на солонцах мелких в сочетании с др. с кермеково-бескильницевыми (*Puccinellia* spp., *Limonium* spp.), др. на солончаках.

3. Гемисаммофитные на супесчаных и песчаных почвах Злаково-лерхополынные (*A. lerchiana*, *P. bulbosa*) на бурых супесчаных почвах в комплексе с лерхополынными на средних, др. чернополынными на корковых солонцах, злаково-полынными (*A. austriaca*, *E. repens*, *F. valesiaca*) на лугово-бурых почвах.

4. Псаммофитные на закрепленных песках. Мятликово-лерхополынные (*A. lerchiana*, *P. bulbosa*). Кияково-лерхополынные (*A. lerchiana*, *L. racemosus*) на грядово-бугрристых песках.

Б. Азональная растительность. Луга и растительность речных пойм

1. Пырейные (*E. repens*), разнотравно-болотницево-пырейные (*E. repens*, *Eleocharis palustris*, *Lythrum salicaria*), луга по лиманам и вдоль каналов.

2. Эколого-динамический ряд в пойме р. Волга у п. Цаган-Аман:

1) Тополово-ивовые (*Populus alba*, *Salix* spp.) сообщества в прибрежной зоне; 2) Осоково-костровые (*Bromopsis inermis*), *Carex* spp.) в гравистой части поймы; 3) Солодково-пырейные (*E. repens*, *Glycyrrhiza* spp.) в центральной пойме.

Внemасштабная растительность

Плавни тростниковые (*Phragmites australis*), рогозовые (*Typha angustifolia*), озёрнокамышовые (*Scirpus lacustris*), клубнекамышовые (*Scirpus maritimus*).

Низшая картографическая единица сложная и соответствует фитоценозохорам: комплексам и сочетаниям.

4.2. Пространственное распределение растительного покрова на четвертичных террасах. Как указывалось, ранее, в результате колебаний уровня Каспийского моря, в Прикаспии, сформировались три четвертичные террасы, имеющие разный геологический возраст и экологические условия. Их индикатором являются растительность и её видовой состав.

4.2.1. Растительный покров новокаспийской террасы. Она прослеживается вдоль побережья Каспийского моря на отметках (-21) – (-28) м abs. высоты, возраст около 6-8 тыс. лет (Рычагов, 1993), 1900 и менее (Свиточ, Янина, 2006 и др.). Для нее характерны слабоволнистые песчаные равнины с бугристыми песками, котловинами выдувания, бэровскими буграми, лиманами, солончаковыми депрессиями (Николаев, 1958; Варущенко и др., 1987). На террасе заложено 5 полигонов: в центральной части на песчаной равнине и побережье Каспия (рис. 1).

Зональный растительный покров террасы пустынный, мятыково-лерхополынный (*Artemisia lerchiana* Web. ex Stechm, *Poa bulbosa* L.). В настоящее время на закрепленных низкобугристых песках выделены: ковыльно-лерхополынные (*A. lerchiana*, *Stipa sareptana* A. Beck., *S. lessingiana* Trin. & Rupr.), житняково-лерхополынные (*A. lerchiana*, *Agropyron fragile* (Roth) P. Candargy), эфедрово-лерхополынные (*A. lerchiana*, *Ephedra distachya* L.) фитоценозы. Для бугристо-грядовых полузакрепленных песков характерны песчанополынники (*A. arenaria* DC.), для слабо закреплённых бугристых – кустарниковые *Calligonum aphyllum* (Pall.) Guerke) пустыни. На солончаках формируются сообщества из гипергалофильных и галофильных видов: сарсазановые (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb.), обионовые (*Halimione verrucifera* (Bieb.) Aell.) и др. Особенностью пространственной структуры зональной песчаной пустыни террасы является отсутствие комплексности, сочетание песков и солончаков.

В прибрежной зоне прослеживается поясное распределение сообществ, отражающее изменение эдафических условий от моря к сухе. Современный подъем уровня моря изменил режим увлажнения. Выделено два пояса: гидроморфный образуют старые, залитые водой тростниковые плавни и рогово-тростниковые (*Phragmites australis* ((Cav.) Trin. ex Steud.), *Typha angustifolia* L.) сообщества, произрастающие на новых мелководьях. Полугидроморфный пояс отличается по степени влажности и засоленности почв. В условиях избыточного увлажнения формируются лисохвостовые (*Alopecurus pratensis* L.), канареечниковые (*Phalaroides arundinacea* L., Rauschert), гликофитные луга с участием *P. australis*. Их сменяют луга среднего увлажнения – галофитные кермеково-пырейные, бескильницевые, ажрековые. Данный экологический ряд завершают тамариксово-эфемерово-пырейные (*E. repens*, *Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski, *Chorispora tenella* (Pall.) DC., *Tamarix ramosissima* Ledeb.) с солянкой древовидной (*Salsola dendroides* Pall.) и другие пустынно-луговые ценозы. Изменение водно-солевого режима почвогрунтов по поясам отражено в экологической матрице, соответствующей экологическому классификатору земель по Л.Г. Раменскому (1938), (табл. 1). В эколого-динамических рядах нестабильность гидрологического режима в прибрежной зоне новокаспийской террасы выражается в удаленности сообществ от моря, понижении уровня грунтовых вод и засоленности почвогрунтов.

4.2.2. Растительный покров позднехвальнской террасы. Это самая обширная из террас Северо-Западного Прикаспия. Она занимает его центральную и южную части (47°20'с.ш. и 46°40'в.д.), (рис. 1). Возраст континентального становления террасы примерно 9–11 тыс. лет (Геннадиев, Пузанова, 1990). Абс. отметки варьируют от -5 до +20 м над уровнем моря (Варущенко и др., 1987). Рельеф равнинный с бэровскими буграми, бугристыми песками, депрессиями, лиманами. На равнинах развиты автоморфные бурьи почвы, местами в комплексе с солонцами, по лиманам лугово-бурые, в депрессиях – солончаки (Доскач, 1979). На этой террасе заложено 12 полигонов в различных местообитаниях (рис. 1).

Таблица 1 – Экологическая матрица к профилю полигона «Приморский»

Экологические пояса	УГВ (м)	Степень засоления почв в слое 0–30 см (в %)	
		Средняя 0,50–1,0	Слабая 0,25–0,49
Гидроморфный	0	1. Тростниково-рогозовые сообщества на песчаных отложениях, видовая насыщенность пояса 7–15 видов.	
Полугидроморфный	0–0,5		2. Тростниково-кермеково-лисохвостово-пырейные с тамариксом сообщества на песчаных отложениях, видовая насыщенность пояса 25–35 видов.
	0,5–0,8	4. Ажреково-тамариксовые сообщества на супесчаных отложениях, видовая насыщенность пояса 16–26 видов.	3. Кермеково-пырейные сообщества на песчаных отложениях, видовая насыщенность пояса 20–27 видов.
	0,8–1,5	5. Лохово-полынно-ажрековые сообщества на супесчаных отложениях, видовая насыщенность 18–23 вида. 6. Тамариксово-полынно-ажрековые сообщества на супесчаных отложениях, видовая насыщенность пояса 10–15 видов.	

Растительный покров неоднородный, выделено четыре эдафических варианта: пелитофитный, галофитно-пелитофитный, гемипсаммофитный и псаммофитный (рис. 2). Пелитофитный мятликово-лерхополынный, прутняково-лерхополынный (*A. lerchiana*, *K. prostrata*) пустынный вариант расположен в западной и северной частях террасы на легкосуглинистых почвах. На их фоне распространены чернополынные комплексы с участием лерхополынно-типчаково-тырсыковых (*A. lerchiana*, *F. valesiaca*, *S. sareptana*) сообществ на светло-каштановых почвах в сочетании с житняково-полынковыми (*A. austriaca*, *Agropyron pectinatum* L., Schrad.), пырейными (*E. repens*) и др. луговыми ценозами в микропонижениях (рис. 2, **Б₁**).

В восточной части преобладают гемипсаммофитные ковыльные лерхополыники (*A. lerchiana*, *S. sareptana*), образующие комплексы с камфоросмово-лерхополынными (*A. lerchiana*, *C. monspeliacia*) сообществами на солонцах мелких (рис. 2, **Б₃**). В южной и юго-восточной частях террасы широко распространены бугристые пески, где прослеживаются псаммосерии. Вершины бугров заняты кияковыми (*L. racemosus* (Lam.) Tzvel.), кияково-джузгуновыми (*Calligonum aphyllum* Pall., Guerke., *Leymus racemosus*) группировками; на склонах – песчанополыники (*Artemisia arenaria*) с участием псаммофитов (*Corispermum aralo-caspicum*, *Syrenia siliculosa* M. Bieb. и др.); у подножья – житняково-лерхополынные, тырсыково-житняково-лерхополынные ценозы. Псаммосерия направлена на формирование гемипсаммофитных и псаммофитных лерхополынных, мятликово-лерхополынных пустынь (рис. 2, **Б₄**). Галофитные и гипергалофитные варианты пустынь приурочены, в основном, к озёрам, где на засоленных глинистых отложениях развиты галосерии, направленные на формирование зональной полукустарничковой пустыни (рис. 2; **Б₂**).

Следовательно, стадии сукцессионного процесса соответствуют поясному распределению сообществ. Их современные особенности прослежены на полигонах, эколого-динамических профилях (рис. 3).

Гидроморфный пояс у озер сарсазановый (*Halocnemum strobilaceum* Pall., M. Bieb.), солеросовый (*Salicornia perennans* Willd.), реже солеросово-тростниковый (*S. perennans*, *P. australis*). Он произрастает в условиях очень сильного засоления почв (сухой остаток <2,0 %) и близкого залегания солёных грунтовых вод (от 0 до 0,5 м).

Полугидроморфный пояс включает комплексы галофитных лугов: ажреково-полынных, бескильницео-полынно-древовидносолянковых с сарсазаном (*Salsola dendroides* Pall., *A. santonica*, *Ruccinellia dolicholepis* V.I. Krecz., *Halocnemum strobilaceum*), реже франкениево-ажреково-бескильницео-полынных с тамариксовыми (*Tamarix* spp.) зарослями, приуроченных к почвам разной степени солончаковатости, свидетельствуя о снижении влажности и засоленности почв (сухой остаток от 1,412–0,718%) и понижении грунтовых вод до 3,0 м (рис. 3).

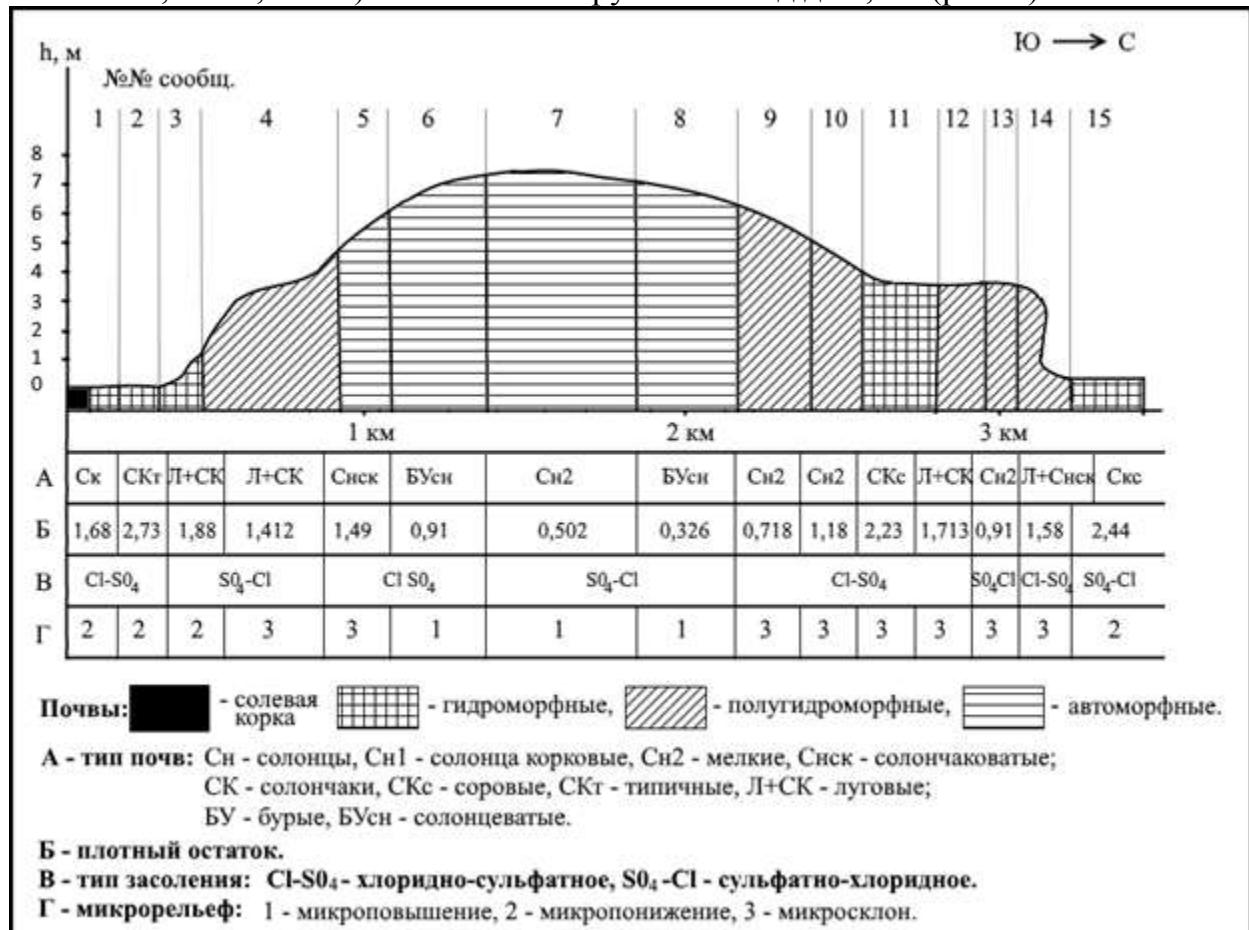


Рисунок 3 – Эколо-динамический профиль полигона «Меклетинский»

Условные обозначения:

Сообщества: 1. Солеросовые; 2. Солеросово-сарсазановые; 3. Сведово-нитронносолянковые; 4. Ажреково-полынно-тамариксовые; 5. Солянково-лерхополынно-мятликовые; 6. Однолетниково-лерхополынные; 7. Чернополынно-лерхополынные; 8. Житняково-лерхополынно-ковыльные; 9. Чернополынно-солянковые; 10. Сарсазаново-полынны; 11. Галимокнемово-сарсазановые; 12. Ажреково-полынно-тамариксовые с сарсазаном; 13. Чернополынно-ажреково-полынны; 14. Бескильницео-полынно-древовидносолянковые; 15. Сарсазановые.

На автоморфных слабо- и среднезасоленных почвах (сухой остаток варьирует от 0,910–0,326%) произрастают зональные полукустарничковые лерхополынные пустыни с *Kochia prostrata*, *A. pauciflora* и др. Появление дерновинных злаков индицирует начало процесса рассоления почв (табл. 2).

Обобщенные матрицы – экологическая и индексов флористической общности сообществ каждого пояса свидетельствуют о стабилизации экологических условий (коэффициент видового сходства внутри поясов достигает 41,2%); вторая – о более чёткой дифференциации поясов (табл. 2). Коэффициент флористического сходства равный «0» имеют 33 сообщества. Однако, у сообществ близких местообитаний он достигает до 38,5% и более. Следовательно, на позднехвалынской террасе

растительный покров более дифференцирован по сравнению с новокаспийской (табл. 2, рис.4), (Лазарева, 2003).

Таблица 2 – Матрица индексов флористического сходства растительных сообществ позднехвальинской террасы (полигон «Меклетинский»)

№ сообщ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	100	25,0	0	0	0	0	0	0	6,6	10,0	0	0	5,3	0	
2		100	14,3	6,7	0	0	0	0	5,9	12,5	18,2	7,7	0	22,2	17,0
3			100	0	6,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4				100	31,6	16,7	6,7	9,5	15,8	22,2	13,3	38,5	18,8	23,8	0
5					100	36,8	31,3	21,7	35,0	17,4	4,8	9,5	14,3	24,0	0
6						100	13,3	26,3	35,3	27,8	0	11,8	25,0	22,7	0
7							100	18,8	38,5	20,0	8,3	7,7	25,0	0	0
8								100	38,9	25,0	5,3	10,5	37,5	16,0	0
9									100	41,2	18,8	25,0	31,3	27,3	8,3
10										100	37,5	33,3	40,0	27,3	8,3
11											100	25,0	14,3	21,1	14,0
12												100	30,8	20,0	13,0
13													100	13,6	0
14														100	6,3
15															100

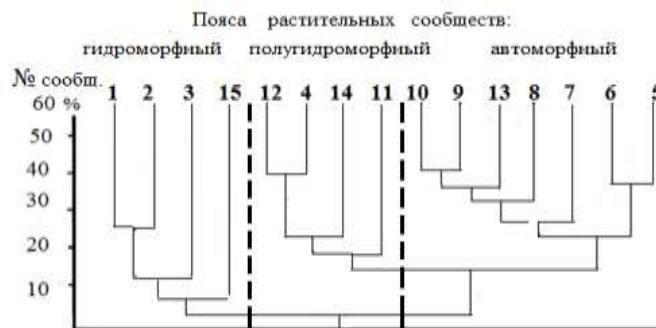


Рисунок 4 – Дендрограмма сходства флористического состава растительных сообществ на позднехвальинской террасе (полигон «Меклетинский»), названия сообществ на рис. 3.

4.2.3. Растительный покров раннехвальинской террасы. Это самая древняя из четвертичных террас, ее возраст около 11-18 тыс. лет, абрс. отметки варьируют от (+48) до (+50) м. Терраса занимает северную часть Прикаспия – Сарпинскую низменность ($46^{\circ}55'00''$ с. ш., $45^{\circ}32'00''$ в. д.), (Леонтьев, 1961; Варущенко и др., 1987). Рельеф равнинный, с ложбинами, лиманами, западинами суффозионного происхождения. Почвообразующие породы представлены отложениями шоколадных глин и суглинков, местами перекрытыми дельтовыми наносами одного из рукавов древней р. Волга. Доминируют светло-каштановые почвы, солончаки встречаются вокруг соленых озер (Николаев, 1958, 2006; Доскач, 1979).

Зональную растительность террасы образуют опустыненные лерхополынно-типчаково-тырсыковые степи (*Stipa sareptana*, *Festuca valesiaca*, *Artemisia lerchiana*). Растительный покров террасы неоднороден и в зависимости от гранулометрического состава почв и степени их засоления выделены эдафические варианты: пелитофитный, галофитно-пелитофитный, гемипсаммофитный. Пелитофитные тырсыковые степи развиты на легкосуглинистых почвах, приуроченных, в основном, к ее западной части (рис. 2, В₁). Галофитно-пелитофитные типчаковые комплексы формируются на легкосуглинистых засолённых почвах северной части террасы и на восточном

побережье озера Цаган-Нур (рис.2, **B₂**). Гемипсаммофитные тырсыковые и ковылковые сообщества приурочены к ее восточной и юго-восточной окраине (рис. 2, **B₃**), (Бананова и др., 2016).

Вокруг озера растительность распределется поясами (рис. 5). Гидроморфный пояс представлен галофитными солеросово-тростниково-ми, солянково-тростниково-тамариксовыми (*Tamarix* spp., *Climacoptera brachyata*, *Salsola foliosa*, *S. laricina*) ценозами. Коэффициент флористического сходства между сообществами достаточно высок 51,2–57,1%. Пояс хорошо обособлен, коэффициент его флористического сходства с полугидроморфным – 15,4%. Общими видами являются *Climacoptera lanata*, *Petrosimonia oppositifolia*, доминируют галоксерофильные полукустарнички: полынь черная, камфоросма, кермек полукустарничковый. Автоморфный пояс характеризуется максимальным видовым разнообразием (15-26 видов), господством дерновинных злаков: *Stipa sareptana*, *Festuca valesiaca*, *Agropyron desertorum* и др., согласованием полыней (*A. lerchiana*, *A. pauciflora*, *A. austriaca*), (рис. 5).

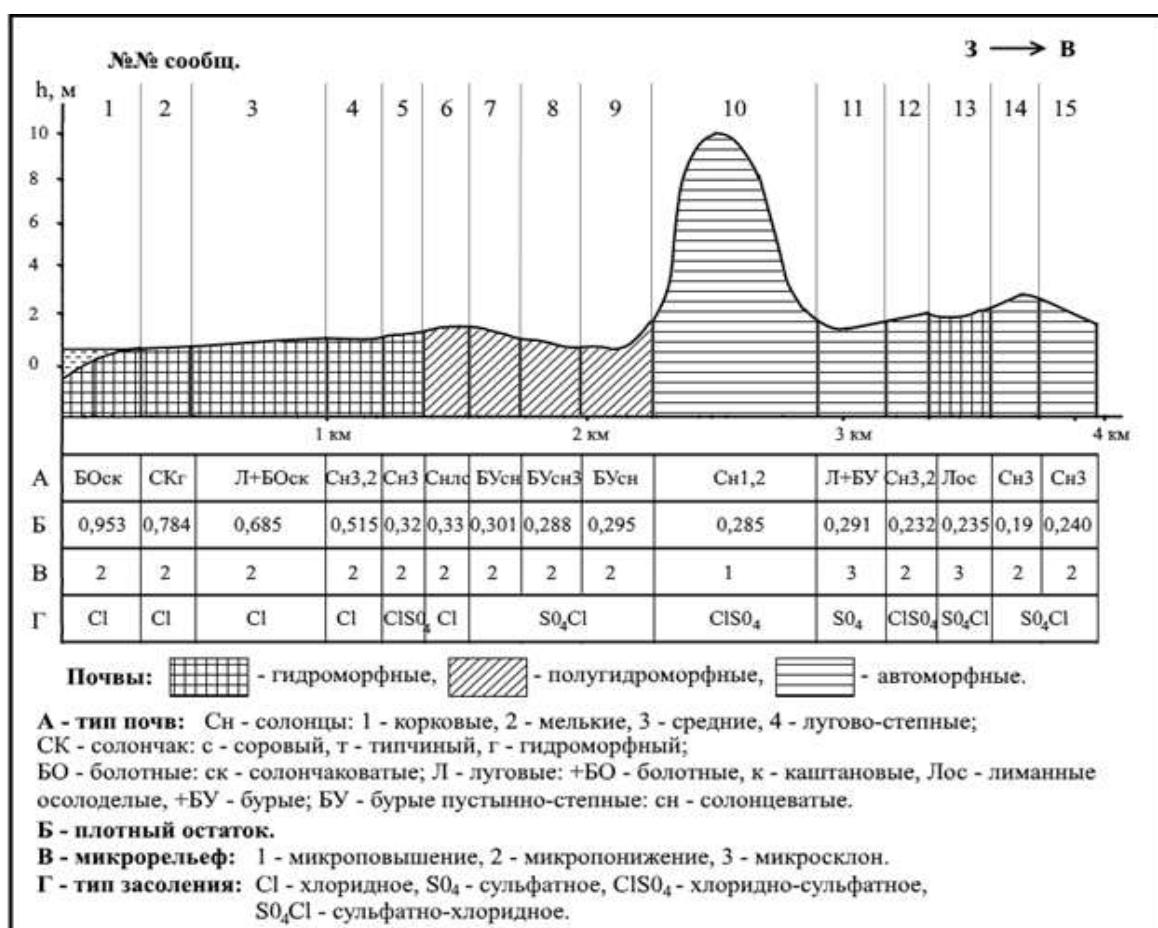


Рисунок 5 – Эколого-динамический профиль полигона «Сарпинский»

Условные обозначения:

Сообщества: 1. Тростниково-солянковые; 2 – Солеросово-тамариксовые; 3 – Петросимониевые; 4 – Чернополынно-лерхополынно-камфоросмовые; 5 – Лерхополынные, 6 – Чернополынно-кермековые, 7 – ковылково-лерхополынны, 8 – Житняково-лерхополынно-ковылковые, 9 – Житняково-осочково-полынковые, 10 – Камфоросмово-чернополынны, 11 – Разнотравно-злаковые, 12 – Лерхополынно-кермеково-чернополынны, 13 – Разнотравно-полынковые, 14 – Анабазисно-лерхополынны, 15 – Житняково-полынково-тырсыковые.

На почвах среднего засоления присутствуют ромашник, камфоросма, анабазис, на слабозасолённых появляется гликофитное степное разнотравье (*Achillea nobilis*,

Potentilla bifurca) и др. Степень сходства видового состава между сообществами пояса достигает до 60,0% (рис. 6). С полугидроморфным поясом их связывают восемь общих видов: полукустарнички (*A. lerchiana*, *A. pauciflora*, *Anabasis aphylla*) и эфемероиды. Эти пояса постепенно переходят друг в друга. Вместе с тем, их флористическое сходство варьирует от 3,6 до 33,3% (рис. 6), (Лазарева, 2003).

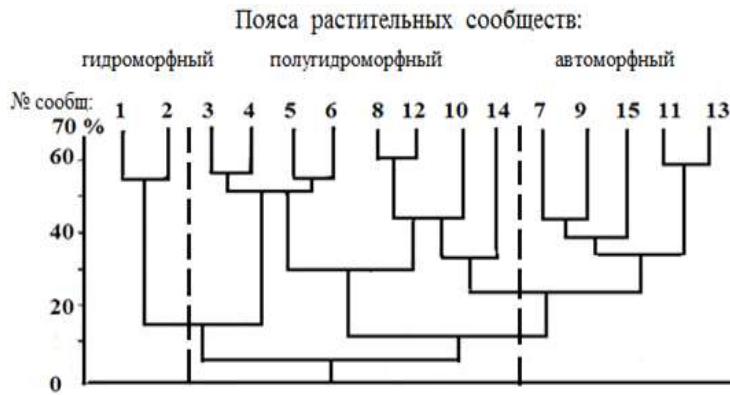


Рисунок 6 – Дендрограмма сходства флористического состава растительных сообществ на раннехвальинской террасе (полигон «Сарпинский»), названия сообществ на рис. 5.

Следовательно, на террасах вокруг озер и депрессий прослеживается ход первичных сукцессий, направленных на формирование климаксовой растительности.

4.3. Сравнительный анализ пространственного распределения растительности на четвертичных террасах. Исследования показали, что экологические условия на четвертичных террасах неоднородные и определяются периодом их континентального развития (возрастом). Их индикатором является растительность (табл. 3). Так, на молодой новокаспийской террасе в автоморфном режиме господствуют сантоникополынные (*A. santonica*), на позднехвальинской – лерхополынные (*A. lerchiana*) пустыни; на самой древней раннехвальинской – лерхополынно-тырсыковые (*S. sareptana*, *A. lerchiana*) опустыненные степи (табл. 3) (Лазарева, Молчанова, 2009, 2011).

На каждой из террас пространственная структура растительного покрова имеет свои специфические особенности: *на новокаспийской* – очень неоднородная с галосериями вокруг солончаков, псаммосериями на песках и лугово-болотными в приморье; *на позднехвальинской* в северо-западной части на суглинистых почвах растительность комплексная, в южной и юго-восточной – доминируют песчаные равнины с однородным растительным покровом (табл. 3).

На песчаных массивах формируются псаммосерии, обычны также сочетания песчаных массивов на засоленных равнинах с солончаками или бэровскими буграми и лиманами между ними. Для раннехвальинской террасы характерна комплексность почвенного и растительного покровов.

Таким образом, закономерности пространственного распределения растительности на четвертичных террасах и Прикаспия в целом, обусловлены природными факторами, которые отражают стадии вековых сукцессий от азональных сообществ на молодой новокаспийской террасе до зональной степной на древней раннехвальинской. Особенности этого процесса раскрывают эколого-динамические ряды. По мере увеличения возраста террас и изменения климатических показателей, наблюдается трансформация растительности во всех экологических поясах: в гидроморфном – снижение роли галофитов, в полугидроморфном и автоморфном происходит процесс

ксерофитизации сообществ из-за постепенного снижения уровня грунтовых вод и уменьшения степени засоленности почв (табл. 3).

Таблица 3 – Сравнительная характеристика экосистем на четвертичных террасах Северо-Западного Прикаспия

Природные факторы	Четвертичные террасы		
	Новокаспийская	Позднехвалынская	Раннехвалынская
Возраст, тыс. лет	8	11-9	18-11
Максимальный уровень моря, м. абс.г	-20 – -25	0	+48 – +50
Среднее многолетнее годов. кол-во осадков, мм	209–217	209–243	209–278
Почвообразующие породы	песчаные морские отложения	супесчаные и песчаные морские отложения	поздне- и раннехвалынские морские суглинки, глины
Тип почв	бурые супесчаные и песчаные	бурые в комплексе с солонцами, в сочетании с солончаками и песками	светлокаштановые комплексные в сочетании с лугово-каштановыми и солончаками
Уровень грунтовых вод (м)	0,0–8,0 м	1,5–15 м	4,0–20,0 м
Минерализация (г/л)	от 0–3 до 15–30 г/л	5,0–10 г/л	3–10 г/л
Зональный тип растительности	Пустынный	Пустынный	Степной
Эдафические варианты зональной растительности	гемипсаммофитный, псаммофитный, галофитный,	пелитофитный, галофитный, гемипсаммофитный, псаммофитный	пелитофитный, галофитно-пелитофитный, гемипсаммофитный
Пояса растительности	тростниковый, рогозово-тростниковый	солеросово-сарсазановый, солеросовый	солеросово-тростниковый с <i>Limonium suffruticosum</i>
1. Гидроморфный (болотный, плавни)			
2. Полугидроморфный (луговой)	кермеково-пырейный	ажреково-сантониково-полынно-тамариксовый	чернополынно-полукустарничково-кермековый
3. Автоморфный (зональный)	эфемерово-сантонико полынная пустыня	мятликово-лерхополынная пустыня	лерхополынно-типчаково-тырсыковая степь

5. ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В СВЯЗИ С ПРИРОДНЫМИ ФАКТОРАМИ

Ландшафты Северо-Западного Прикаспия крайне динамичные образования. В связи с этим, фитоценотическое разнообразие четвертичных террас нестабильно и в каждый отрезок времени определяется теми условиями среды, которые создаются в результате саморазвития приморского ландшафта, отражая его потенциал (Лазарева и др., 2011).

5.1 Колебания уровня Каспийского моря как экологический фактор динамики растительности. Современная история Каспийского моря связана с новокаспийским этапом, совпавшим с голоценом (10 тыс. лет). В ходе последней регрессии (1929–1977 гг.) сформировалась «Новая суша», на которой ряд исследователей: Ф.Я. Левина, 1964; Ю.М. Мирошниченко, 1966; Б.Н. Горбачев, др., 1977; Г.И. Степнин, 1983 и др. отмечали несформированность пояса прибрежно-водных лугов, господство мезофильных и значительное участие ксеромезофильных видов. С 1978 г. в истории моря начался новый трансгрессивный этап, пик которого зафиксирован в 1995 г. на отметке (-26,78) м. В прибрежной зоне он изменил режим увлажнения, площадь и территориальное размещение ранее выделенных поясов растительных сообществ, их видовой состав и соотношение между экологическими группами в сторону более гигрофильных (Алахвердиев, 1988; Мяло и др., 1994; Мяло и др. 2000; Сулейманова, 2002; Лазарева, 2003, 2016).

Изучение сукцессионной направленности растительности прибрежных экосистем Каспия, осуществлялось на полигонах и эколого-динамических профилях. Сравнивались

космические снимки за разные годы: 1978, 1995 и 2010 гг. Их анализ показал, что общая площадь тростниковых плавней в 1978 г., в период наибольшей регрессии моря ($-29,0$ м, составляла 14,6% от площади приморья. В максимальную, трансгрессивную фазу ($-26,78$ м, зарегистрированную в 1995 г. тростниковые плавни занимали уже 65,4% (рис. 7). Выделено два уровня их проективного покрытия (ПП): максимальное (80–100 %) и минимальное (30–40 %). В период низкого стояния уровня моря (1941–1977 гг.) плавни с высоким ПП занимали 53,3% от площади побережья. К 2010 г. они продвинулись в сторону суши, в результате, площади с максимальным покрытием уменьшились до 42,6%, а с минимальным – увеличились до 57,4%. Следовательно, при колебаниях уровня моря изменяются расположение, ширина плавней, их проективное покрытие (Петров, Лазарева и др. 2015, 2016а) (рис. 7).

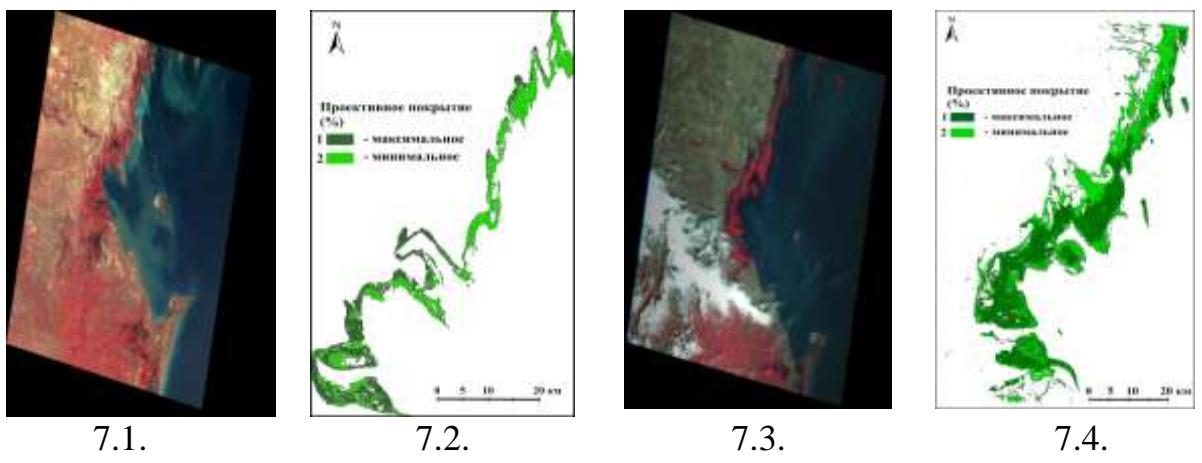


Рисунок 7 – Плавни в прибрежной зоне Каспийского моря (Республика Калмыкия
КС: А – 1978; Б – 2010 гг.).

Рисунок 7.1 и 7.3 – КС Landsat MSS. Ярко-красная полоса вдоль берега – заросли тростниковых плавней. Преобразование снимка выполнено по программе ArcGIS 9.3. Рисунок 7.2 – Площадь минимального и 7.4 – площадь максимального проективного покрытия тростника, выполненная методом разделения изображения плавней по интенсивности цвета, программе ArcGIS 9.3. Условные обозначения: 7.2 и 7.4 – проективное покрытие в %: – максимальное, – минимальное.

Сравнение геоботанических описаний на эколого-динамических профилях за эти годы (1983-2016 гг.) показало, что выделенные ранее пояса растительных сообществ сохраняются, но их границы существенно меняются из-за возникновения пояса гликофитных прибрежно-водных лугов (рис. 8). Первый пояс во все годы наблюдений образован тростниками и рогозовыми плавнями, меняется только набор сопутствующих видов. В первые годы (1983 г.) – это галогигрофит *Bolboschoenus maritimus*, в последующие годы (2002-2010 гг.) плавни и кермеково-лисохвостовые луга с тамариксом были затоплены. К 2016 г. на новых мелководьях вновь появились рогозовые, тростниково-рогозовые группировки, в их травостое уже присутствовали гликофильные виды: *Mentha aquatica*, *Polygonum amphibium*, и др. В качестве ушедшего вида из ранее существовавших здесь сообществ были засохшие кусты *Tamarix* spp. В 1983 г. плотный остаток луговых солончаковых почв составлял 0,525%, к 2016 г. он снизился до 0,080%, вызвав этим, смену доминантов и всего видового состава. Индекс сходства флористического состава между плавнями за разные годы (1983-2016 гг.) составил всего 20,0%. В настоящее время, на месте галофитных пырейно-кермековых, ажрековых и др. лугов, отступивших вглубь суши, возникли болотистые луга. В 1983 г. пояс болотистых лугов был узким, прерывистым, нечетко выраженным,

галомезогиграфитным,
тамариксом.

тростниково-кермеково-лисохвостово-пырейным

с

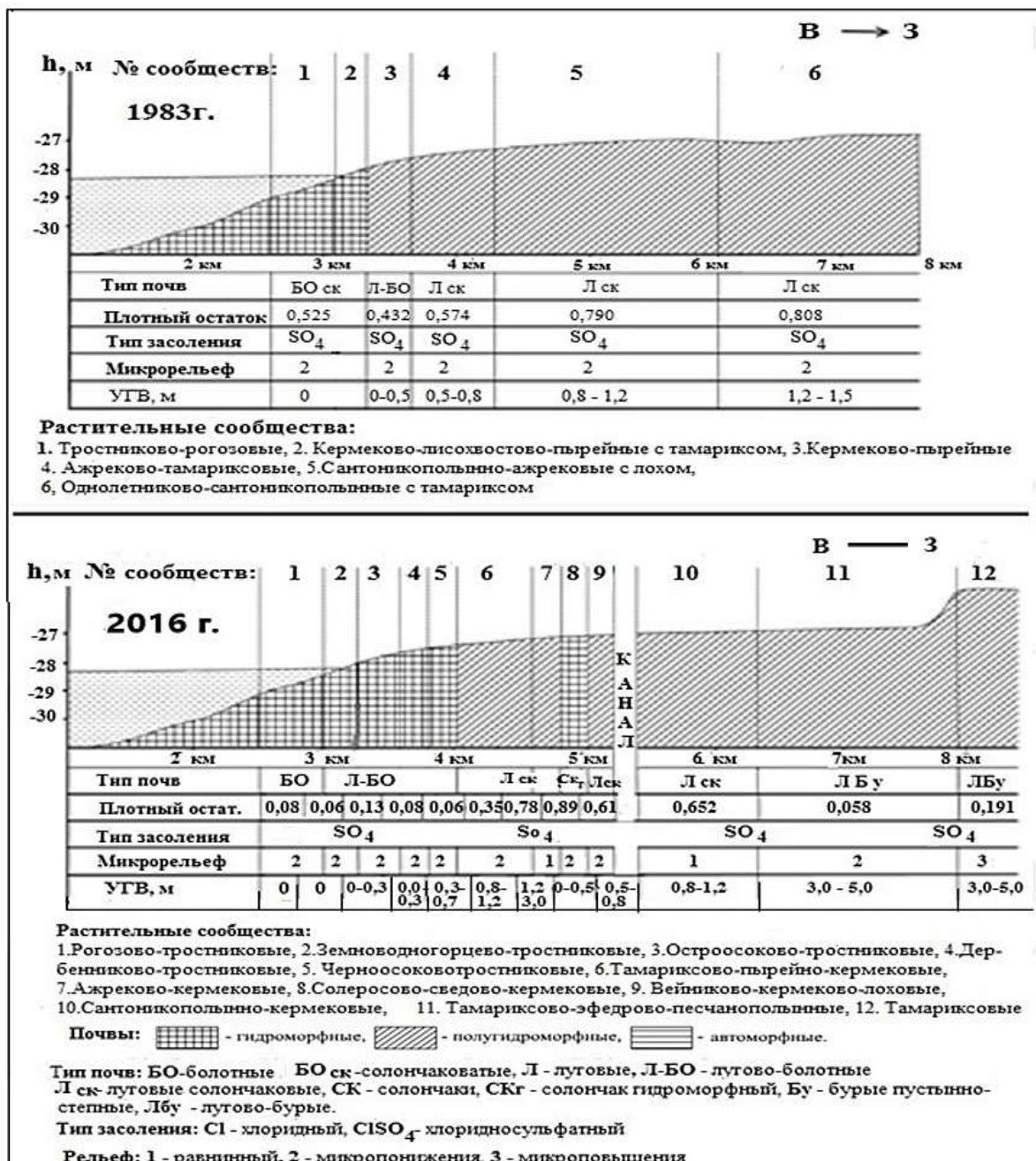


Рисунок 8 – Эколого-динамические профили полигона «Приморский»

Условные обозначения:

Сообщества 1983 г.: 1. Тростниково-рогозовые; 2. Тростниково-кермеково-лисохвостово-пырейные с тамариксом; 3. Кермеково-пырейные; 4. Ажреково-тамариксовые; 5. Лохово-полынно-ажрековые; 6. Тамариково-полынно-ажрековые. **Сообщества 2015–16 г.:** 1. Рогоzово-тростниковые; 2. Земноводногорцево-тростниковые; 3. Остроосоково-тростниковые; 4. Иволистнодербенниково-тростниковые; 5. Тростниково-черноосоковая; 6. Тамариково-пырейно-кермековые; 7. Ажреково-кермековые; 8. Бескильницево-солеросово-сведовые; 9. Вейниково-кермеково-лоховые; 10. Кермеково-полынные; 11. Эфедрово-тамариксово-песчанопольинные.

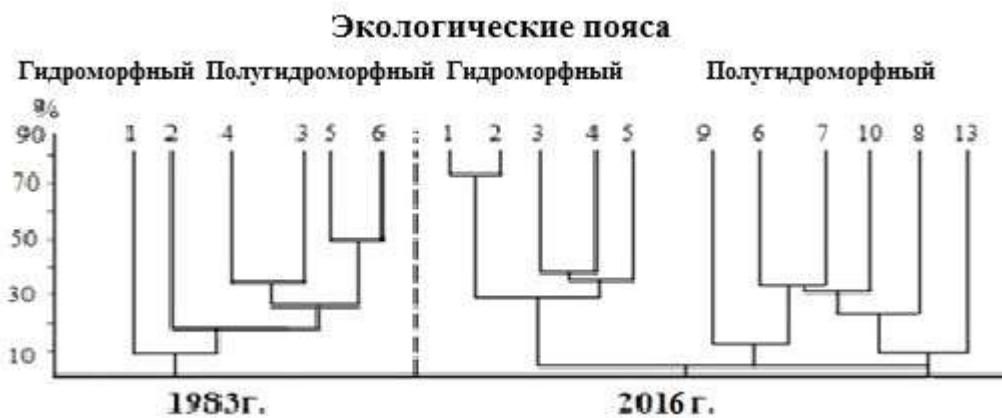


Рисунок 9 – Дендрограмма сходства флористического состава растительных сообществ полигона «Приморский»

Условные обозначения:

Названия и №№ сообществ 1983 г.: 1. Тростниково-рогозовы; 2. Тростниково-кермеково-лисохвостово-пырейные с тамариксом; 3. Кермеково пырейные; 4. Ажреково-тамариксовые; 5. Лохово-полынно-ажрековые; 6. Тамариксово-полынно-ажрековые. **Сообщества 2015–16 г.:** 1. Рогозово-тростниковые; 2. Земноводногорцево-тростниковые; 3. Остроосоково-тростниковые; 4. Иволистнодербенниково-тростниковые; 5. Тростниково-черноосоковая; 6. Тамариксово-пырейно-кермековые; 7. Ажреково-кермековые; 8. Бескильницево-солеросово-сведовые; 9. Вейниково-кермеково-лоховые; 10. Кермеково-полынны; 11. Эфедрово-тамариково-песчанополынны.

В данное время он хорошо прослеживается и представлен гликофитными разнотравно-тростниками лугами с *Lythrum salicaria*, *Carex acuta*. Динамика индекса флористического сходства между болотистыми лугами в сравниваемые годы составляет 8,1%. Галофитные пырейно-кермековые, ажрековые, ситниковые луга среднего увлажнения к 2016 г. отступили вглубь суши (рис. 9). На современном этапе это тростниково-пырейно-кермековые, тростниково-ажрековые луга, на которых прослеживается та же закономерность, что и на болотистых, коэффициент их видового сходства внутри сообществ варьирует от 15,3% (1983 г.) до 29,4% (2016). При этом, в луговых ценозах увеличилась рольruderalov с присутствием видов-свидетелей предыдущей стадии динамического ряда (*Tamarix* spp., *Limonium gmelinii*, др.). Индикатором дальнейшей эволюции растительности в сторону гигрофитизации является *Phragmites australis* во всех луговых ценозах с обилием «*sol-in*». На фоне галофитных лугов среднего увлажнения встречаются фрагменты бескильницево-солеросово-сведовых и бородавчатолебедовых гипергалофитных сообществ, возникших в 2002 году из-за строительства ветки канала «Каспийский». В это время их почвы были сильно засолены (сухой остаток 1,750%), в настоящее время – 0,892% (рис. 8). Наиболее постоянными по видовому составу были зональные пустынно-луговые (*Artemisia santonica*, *Elytrigia repens*, *Tamarix ramosissima*, *Syrenia siliculosa*, *Poa bulbosa*, *Climacoptera foliosa*) сообщества.

На современном этапе в прибрежной зоне Каспийского побережья выявлено пять стадий сукцессионного процесса, ведущие к формированию зональных северных полукустарничковых пустынь (рис. 10).

Таким образом, прослеживается очередная экзогенная сукцессия, направленная на увеличение его гигро- и галофильности. Полагаем, что смещение экологических поясов в северо-западной части Приморья, связано с опреснением плавней и прибрежно-водных лугов под влиянием дельты р. Волга (Лазарева, 2016).

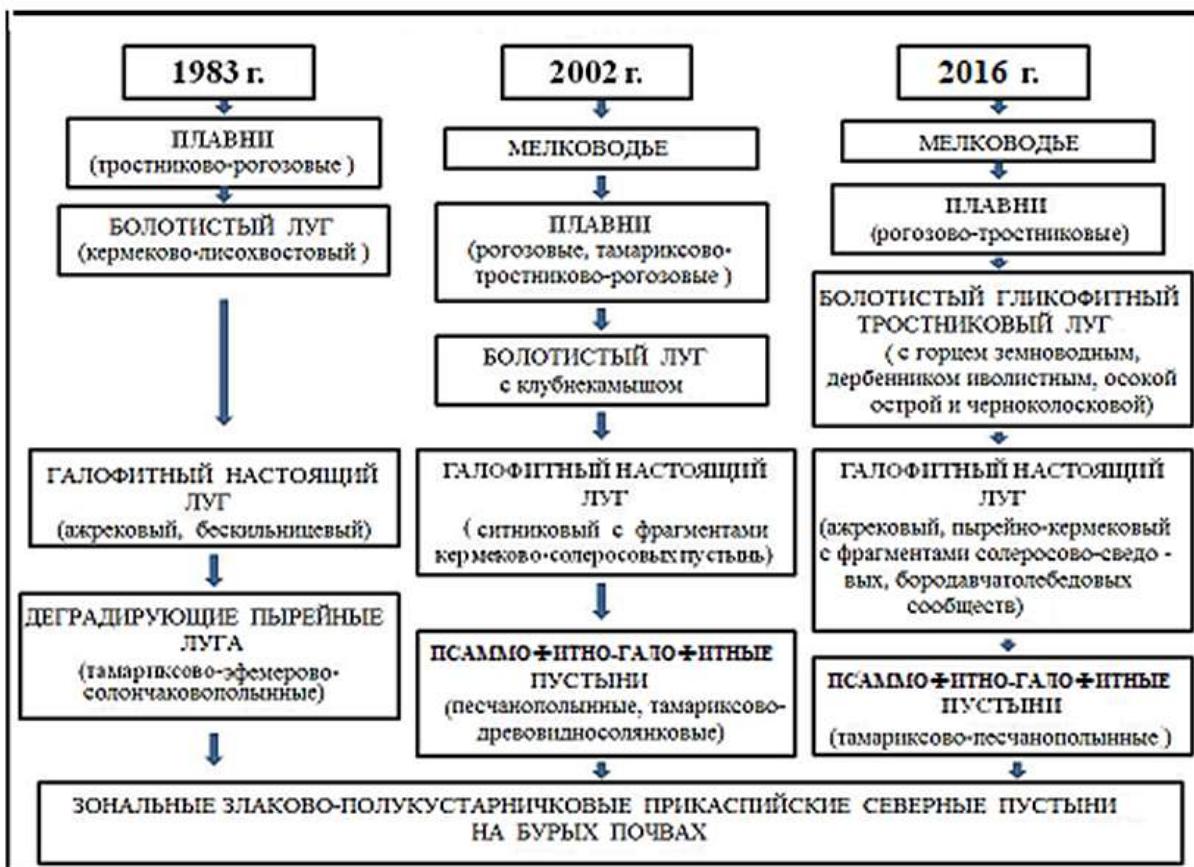


Рисунок 10 – Схема динамики растительности приморских территорий северо-западной части побережья в связи с повышением уровня Каспийского моря.

5.2. Флуктуации климата как экологический фактор динамики растительности. Региональной особенностью климата Прикаспия является его высокая флуктуационность (Золотокрылин, 2007; Золотокрылин и др., 2013) и др. Индикатором этих изменений является растительность и её видовой состав. Установлено, что в условиях пустыни наибольшие сезонные различия по значению NDVI регистрируются в мае, в период наибольшего развития эфемеров и эфемероидов и проективного покрытия в сообществах, в остальные же периоды данные NDVI не информативны из-за изреженности травостоя (Борликов и др., 2000).

Исследования проводились на поздне- и раннехвальинской террасах, расположенных в степной и пустынной зонах. На позднехвальинской террасе по данным (м/с «Комсомольская») во влажные: 1995, 2005, 2016 годы выпало 294:366:379 мм осадков при среднемноголетнем – 259 мм. В видовом составе сообществ гидроморфного пояса отмечено присутствие таких гипергалофитов, как: сарсазан (*Halocnemum strobilaceum*), обиона (*Halimione verrucifera*), франкения (*Frankenia hirsuta*), кермек (*Limonium suffruticosum*); на полугидроморфном – сохраняют позиции доминанты сообществ: галомезофиты (*Aelorropus littoralis*, *Ruppia distans*), эвгалофиты (*Artemisia santonica*). В сообществах автоморфного пояса, приуроченного к коренному берегу озера Меклете, фоновыми являются чернополынно-солянковые ценозы, на вершинах песчаных бугров формируются лерхополынно-мятликовые пустынные фитоценозы в комплексе со степными. Независимо от климатических условий года господство *Artemisia lerchiana* остается постоянным. Вместе с тем, увеличение обилия гигрофильных гипергалофитов в

гидроморфном поясе связано не только с изменением влажности климата, но и повышением уровня Каспийского моря и соленых подземных вод (Лазарева, 2003).

В степной зоне исследования производились на раннехвальинской террасе у периодически пересыхающего озера «Цаган-Нур». Его обводненность зависит от сброса воды из р. Волга и климатических показателей. В годы исследований (1994-1995-1996 гг.) количество выпавших осадков составило 346:281:217 мм при среднем многолетнем – 278 мм (м/с Малые Дербеты). В 1994 г. в связи с отсутствием сброса воды из р. Волга у берегов озера произрастили петросимониевые (*Petrosimonia oppositifolia*) сообщества. В 1995 г. озеро было обводнено и в 1996 г. здесь появились тростниково-солянковые группировки, к 2007 г. – тростниковые, тамариково-тростниково-солеросовые ценозы. На эколого-динамическом профиле общими видами для гидроморфного и полугидроморфного поясов были *P. oppositifolia*, *Climacoptera lanata*; для полугидроморфного и автоморфного – 15 видов, среди них ксерофильные полукустарнички: полыни (*A. lerchiana*, *A. pauciflora*) и др., из злаков – острец (*Leymus ramosus*). Автоморфный пояс характеризуется господством дерновинных злаков, чётко выраженной дифференциацией растительного покрова. Его слагают два экологических подуровня: в сообществах первого присутствуют виды, общие с полугидроморфным поясом (*Salsola dendroides*, *Camphorosma monspelliaca*, *Anabasis aphylla*); во втором отмечено значительное участие ксеромезофильного разнотравья (*Achillea nobilis*, *Potentilla bifurca* L., *P. argentea* L., *Phlomoides tuberosa* L., Moench), эвмезофита *Elytrigia repens*. Общее флористическое разнообразие полигона во влажные годы возросло от 37 до 51 вида, фитоценотическое же снизилось с 17 ассоциаций в 1994 г. до 12 в 2007 г., что связано, вероятно, с рассолением почв при обводнении и с изменениями климатических показателей. Та же связь наблюдается между количеством осадков и видовым составом степных и пустынных ценозов. Таким образом, на четвертичных террасах Прикаспия прослеживается зависимость между видовым составом сообществ каждого экологического пояса и количеством выпавших осадков (Лазарева, 2003, 2018).

Результаты исследований согласуются с выводами И.А. Володиной (1992, 1996), которой установлено, что экосистемы Северо-Западного Прикаспия хорошо сбалансированы за счет почвенного банка семян реактивного типа (многолетников). При колебаниях внешней среды реакция происходит за счет семян аккумулирующего типа (однолетников), что является отражением эволюционной «слаженности» сообществ, формирующей замкнутый цикл самовозобновления.

ГЛАВА 6. АНТРОПОГЕННАЯ ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПАСТБИЩ НА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ТЕРРАСАХ

Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием определяет этот процесс, как «деградацию земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека» (United Nations Convention to Combat Desertification, CCD, 1994). В пределах Северо-Западного Прикаспия главными антропогенными факторами опустынивания являются перевыпас и гидромелиорация. Анализ многолетних данных показывает, что при пастбищной деградации наблюдается экзогенная сукцессия регressiveного типа, где коренные сообщества сменяются группой кратковременных, производных: в степных – через полукустарничковые сообщества формируются однолетниково-эфемероидные (*Poa bulbosa*), в пустынных на солонцах – солянковые, на супесчаных и песчаных – развеянные пески (Лазарева, 2003, 2020).

6.1. Динамика хозяйственного состояния растительного покрова пастбищ.

Наиболее чётко деградация экосистем прослеживается по картографическим материалам, где классы опустынивания (стадии сбоя), их территориальное размещение отражают состояние природной среды (Виноградов, Кулик, 1987; Куст, 1999; Борликов, др., 2000, Залибеков и др., 2001; Кулик и др., 2004; Петров и др., 20016; Лазарева и др., 2018а).

За годы исследований в пределах Северо-Западного Прикаспия выделено три периода хозяйственного состояния пастбищ: I – (1980-1990) гг., II – (1991-2007), III – (с 2008 – по настоящее время). Первый период характеризуется наибольшей антропогенной нагрузкой на пастбища в условиях усиления аридности климата. В эти годы, на пастбищах сильная и очень сильная стадии опустынивания занимали 52,9% площади от территории региона, из них более 18% (600 тыс. га) – развеянные пески (Бананова, 1990), (рис. 11). Во втором периоде (1991-2007) наблюдался активный процесс демутации растительного покрова пастбищ. Площади со слабым классом деградации увеличились до 66,3%, сократились площади открытых песков до 4,1% (126 тыс. га), с сильной и очень сильной стадиями опустынивания до 13,2%, (Борликов и др. 2000; Лазарева и др., 2018), (рис. 11, 12). Этот период А.Н. Золотокрылин (2007) назвал «реопустыниванием». Главными однонаправленными факторами этих изменений в регионе стали увеличение среднегодового количества осадков (со 119 в 1985 до 387 мм в 2004 гг.) и резкое снижение поголовья, выпасаемого скота (с 2,4 до 0,6 млн. условных овцеголов), (рис. 11).

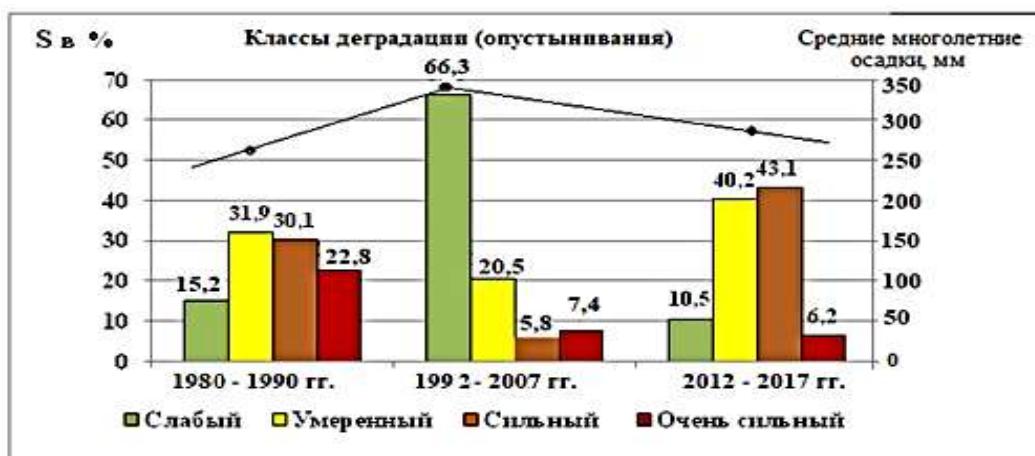


Рисунок 11 – Динамика взаимосвязи климата и пастбищной деградации Северо-Западного Прикаспия

Республика Калмыкия входит в состав мясного пояса России, занимая второе место по количеству выпасаемого скота. Поданным статистического сборника РК в 2018 году на пастбищах региона выпасалось свыше 3,1 млн. условных овцеголов (рис. 11). При современной средней урожайности пастбищ Северо-Западного Прикаспия 2,0-3,0 ц/га нагрузка на пастбищах превышает норму в 2-3 раза. В этих условиях площадь сильного и очень сильного сбоя увеличилась до 350 тыс. га, открытых песков – около 120 тыс. га (рис. 12). Новые очаги деградации (опустынивания) приобретают масштабный характер, формируя зону высокой экологической напряжённости (Борликов и др. 2000; Лазарева и др., 2006, 2020).



Рисунок 12 – Динамика деградации (опустынивания) экосистем Северо-Западного Прикаспия

Таким образом, анализ карт показал, что в пределах Северо-Западного Прикаспия процесс деградации охватил практически всю его территорию. Доминирующим типом опустынивания является деградация растительности, особенности которой зависят от типа почв, их гранулометрического состава и возраста четвертичных террас.

6.2. Динамика пасторальной деградации растительного покрова.

6.2.1. Динамика растительности пастбищ на суглинистых почвах позднехвалынской террасы. Исследования растительного покрова пастбищ производились в пустынной зоне на суглинистых солонцеватых почвах позднехвалынской террасы. Коренной растительностью полигона «Меклетинский» являются комплексные чернополынные, лерхополынно-чернополынные пастбища. В середине 80-х годов прошлого века под влиянием высокой нагрузки на пастбища скотом из растительного покрова практически исчезли сообщества с участием *Kochia prostrata* и *Artemisia lerchiana* и др. Хозяйственное состояние пастбищ соответствовало стадиям сильного и очень сильного сбоя. Повсеместно господствовали однолетние солянки *Climacoptera foliosa*, *C. lanata* и др., нивелируя почвенные разности. Как указывалось, ранее, с 1991-2007 гг. в регионе отмечено резкое сокращение поголовья скота (с 2.54 до 0.6 млн. усл. овцеголов), что отразилось на растительном покрове. К 1997 г. из травостоя выпали эфемеры: *Eremopyrum triticeum*, *Anisanta tectorum*, снизилось обилие однолетников, ядовитых для скота видов, как, *Climacoptera brachiata*, *Lepidium perfoliatum*. Травостой пастбищ соответствовал умеренной стадии опустынивания. В лерхополынных (*A. lerchiana*), прутняково-лерхополынных (*A. lerchiana*, *K. prostrata*) сообществах к 2005 г. появились единичные экземпляры плотнодерновинного злака *F. valesiaca* и галоскереофитов: *P. triandra*, *Artemisia pauciflora* и др. Вместе с тем, в чернополынных ценозах были зарегистрированы эвгалофит – *Halocnemum strobilaceum*, галомезофиты – *Aeluropus littoralis*, *A. santonica*. В почвах этих сообществ плотный остаток увеличился с

0,718% в 1995 г. до 1,180% в 2015 г., что на наш взгляд, является результатом не только пастбищной дигрессии, но и влиянием подъёма уровня Каспийского моря.

Следовательно, антропогенная сукцессия на суглинистых солонцеватых почвах позднехвалынской террасы в период трансгрессии моря способствует подъёму грунтовых вод и засоленности почв.

6.2.2. Динамика растительности пастбищ на песчаных почвах позднехвалынской террасы. Изучение закономерностей антропогенной сукцессии на песчаных почвах производилось на правом берегу р. Волга, полигоне «Сунграб» ($47^{\circ}33.834' \text{с.ш.}:46^{\circ}43.308' \text{в.д.}$). К 1987 г. перевыпас скота на этой территории вызвал трансформацию бурых песчаных почв в бугристые пески с редкими дернинами *Leymus racemosus*, соответствующая стадии очень сильной деградации (опустынивания) (Бананова, Горбачев, 1974; Лазарева (Бананова), 1988). Здесь, отсутствие выпаса скота более 30 лет, способствовало восстановлению коренной растительности: кияковые сообщества трансформировались в кияково-тырсыково-лерхополынные, увеличилось общее проективное покрытие, видовой состав и урожайность (45%:17 видов:16,5 ц/га). Единичные экземпляры кияка рассматривались здесь уже как реликты деградации прошлого века. Вместе с тем, процесс восстановления растительного покрова на песчаном массиве на разных элементах рельефа имеет свои особенности: на вершине он направлен на формирование гемипсаммофитных *Agropyron fragile*–*A. lerchiana*–*L. racemosus* сообществ, на склонах – на оstepнение фитоценозов с участием *Stipa pennata*, *S. sareptana*, *Agropyron fragile*. В микропонижениях на суглинистых почвах сукцессионный процесс способствует олуговению сообществ, который индицируют *Glycyrrhiza glabra*, *Galium verum*, *Thalictrum minus*.

В Северо-Западном Прикаспии при пастбищной дигрессии развивается экзогенная сукцессия регressiveного типа, ведущая на песчаных почвах к ветровой эрозии, на суглинистых – к засолению почв, формированию гипергалофильных сообществ. На песчаных почвах при отсутствии выпаса скота наблюдается эндогенная сукцессия, направленная на формирование коренной растительности, подтверждая этим в зависимости от степени нагрузки на пастбища скотом, обратимость демутационных и деградационных процессов.

6.3. Изменение растительности пастбищ при эксплуатации ирригационных систем.

6.3.1. Динамика растительности в приканальной зоне на суглинистых почвах позднехвалынской террасы. Исследования производились на полигоне «Цаган-Усн» ($46^{\circ}10.26' \text{с.ш.}:45^{\circ}20.61' \text{в.д.}$), расположенным у подножья возвышенности Ергени (абс. h «0» м), в зоне контакта ранне- и позднехвалынской береговой суши древнего Каспия и мелких солёных озёр. Зональными почвами полигона являются бурые солонцеватые легкосуглинистые со злаково-лерхополынной полукустарничковой пустыней. По Приергенинской ложбине проходит русло главной в Республике Черноземельской обводнительно-оросительной системы (ЧООС). В 1977 г. до строительства каналов, здесь, учеными Калмыцкого госуниверситета проведены первые исследования растительного покрова (Горбачев и др. 1977). Изучение влияния каналов на растительность полигона было продолжено нами в: 1987, 1995, 2015 гг. Были заложены эколого-динамические профили от озерной депрессии «Цаган-Усн», каналов, до зональной растительности. Исследования показали, что в прибрежной зоне озера в 1995 г. наибольшие изменения произошли в гидроморфном поясе: сведово-карсазановые сообщества 1977 г. трансформировались в сарсазановые, к 2015 г. – в

солеросово-тростниковые. В эти годы, постоянными видами в сообществах были *Halocnemum strobilaceum*, *Phragmites australis*, *Salicornia perennans*. В полугидроморфном поясе на месте пырейно-ажреково-сантоникополынных сообществ 1977 г. сформировались к 1995 г. солянково-сантоникополынные (*A. santonica*, *Climacoptera lanata*) и др. ценозы. Вместе с тем, в травостое было отмечено появление *Frankenia hirsuta* и *Halimione verrucifera*, свидетельствующих о периодическом стоянии воды на поверхности почвы и повышении степени засоленности почв с 0,922% в 1977 г. до 2,517% в 1995 г. Тип засоления стал хлоридным и сульфатно-хлоридным. В 2015 г. на повышенных элементах рельефа индикаторами снижения уровня грунтовых вод (УГВ), засоления почв (0,372%) стали *Artemisia pauciflora*, *Stipa sareptana*. Считаем, что эти сообщества являются переходной ступенью к автоморфному поясу, который более устойчив к воздействию мелиорации.

На полигоне автоморфный пояс представлен фоновыми злаково-лерхополынными (*A. lerchiana*, *L. ramosus*, *P. bulbosa*, *S. sareptana*) сообществами на слабо засоленных почвах. Следует отметить, что во все годы наблюдений, несмотря на широкий диапазон колебаний засоленности почв от 0,856% в 1977 г. до 1,377% в 1995 г. до 0,310% в 2015 г., коэффициент флористического сходства внутри автоморфного пояса варьировал от 29 до 40%. Менялись обилие и видовой состав дерновинных злаков, повысилось разнообразие эфемеров и эфемероидов, что могло быть связано с колебанием количества выпадаемых осадков и степенью пастбищной нагрузки (Лазарева, 2003; Лазарева и др., 2016а, б).

Особенности влияния мелиорации на пустынные экосистемы на суглинистых почвах исследовались также и у других каналов. В результате проведенных исследований, установлено, что в приканальной полосе 0–20 м от уреза воды сумма токсичных солей в почве составляла 60% от общего количества. Индикатором хлоридно-натриевого засоления при слишком залегании к поверхности грунтовых вод является участие солероса в тростниковых зарослях. На расстоянии 20–25 м от канала на внешней стороне насыпи засоленность почв достигала максимума, травостой стал монодоминантным солеросовым. Хлориды натрия распространяются на 40–50 м от источника выноса, ближе концентрируются менее подвижные сульфаты. Такие виды, как *Salicornia perennans*, *Halimione verrucifera* развиваются в области аккумуляции хлоридов, а *Frankenia hirsuta*, *Petrosimonia oppositifolia* тяготеют к почвам, богатым сульфатными солями. В полосе 50–130 м от канала произрастают галофитные обионово-бескильницевые луга. В фоновых анабазисно-чернополынных сообществах засоление корнеобитаемого слоя слабое (0,3–0,5%), (Лазарева, Сангаджиева и др., 1988; Лазарева, 2014), (табл. 4).

6.3.2. Изменение растительности пастбищ на супесчаных и песчаных почвах в приканальной зоне новокаспийской террасы. В Прикаспии самой уязвимой из четвертичных террас является новокаспийская. На ее супесчаных и песчаных равнинах у каналов возникает не только боковая фильтрация, но и ветровая эрозия (Лазарева, 2003, 2016).

Исследования проводились у каналов Каспийской обводнительной оросительной системы (КООС) на супесчаной равнине с житняково-лерхополынным (*A. lerchiana*, *A. fragile*) травостоем на полигонах: Джалыково, Ракуша, Приморский. Индикаторами боковой фильтрации являются *Phragmites australis*, *Glycyrrhiza glabra*, *Alhagi pseudalhagi*. В русле канала сальвиниевые (*Savina natans*) группировки задерживают песок, упавший с бортов канала, создавая застойные условия для развития тростниковых зарослей и прекращения функционирования канала на этом участке.

Таблица 4 – Динамика растительности пастбищ позднехвалынской террасы в приканальной зоне ЧООС системы на суглинистых и глинистых почвах

Растительность	Почвенный покров				Место взятия почвенных образцов
	Название сообществ	Гранулометрический состав, мм	Степень засоления		
			Плотный остаток, %	Из них токсичные соли	
1.Анабазисно-чернопольянная (фон)	18,80	39,20	0,153	0,08	Отсутствует В 11 км восточнее пос. Оминг
2. Сарсазановая (солончак)	52,60	89,00	0,548	0,440	Умеренный близ пос. Утта
3.Солеросово-тростниковая	5,68	14,44	1,536	0,920	Сильный У канала Яшкульский (0-20) м, пос. Гашун
4.Тростниково-олеросовая	21,00	29,30	3,303	3,18	Очень сильный От канала Яшкульский (20-50) м

Проведённые исследования свидетельствуют о том, что пастбищная дигрессия носит масштабный характер, мелиорация – локальный. Вместе с тем, техногенез выступает как более мощный фактор опустынивания, поскольку разрушаются не только почвенно-растительный покровы, но и почвообразующие породы.

Установлено, что в Северо-Западном Прикаспии устойчивость растительности четвертичных террас к антропогенной деградации различна. Во все годы наблюдений, наибольшей устойчивостью характеризуются экосистемы раннехвалынской террасы, где зональными являются опустыненные степи на светло-каштановых почвах, самыми уязвимыми – экосистемы новокаспийской террасы. Колебания уровня моря формируют здесь стадию сильной деградации экосистем природного происхождения, а антропогенные нагрузки лишь увеличивают ее. Активная демутация растительности в конце XX и начале XXI веков объясняется климатическими особенностями и низкой антропогенной нагрузкой на пастбища (Неронов 1999, 2013; Борликов и др., 2000; Золотокрылин, 2007, 2019).

ГЛАВА 7. СОХРАНЕНИЕ ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПАСТБИЩ

В середине 80-х годов прошлого века высокая нагрузка на аридные ландшафты сформировала первую на европейском континенте антропогенную пустыню. В 1987 г. Правительством страны территория Калмыкии была признана зоной экологического бедствия (Борликов и др., 2000). Для борьбы с опустыниванием ЮжНИИгипроземом, учёными АН ССР, Калмыкии, Северного Кавказа была разработана «Генеральная схема по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ». При финансовой поддержке ЮНЕП была разработана «Национальная программа борьбы с опустыниванием в Калмыкии» (Глазовский, Габунцина, 1996). В 1999 г. Волгоградским ВНИАЛМИ выполнена «Субрегиональная национальная программа действий по борьбе с опустыниванием юго-востока европейской части России», были активизированы фитомелиоративные работы по закреплению песков, но несмотря на это, деградация экосистем продолжается.

На основании проведённых исследований нами разработана карта-схема, ее анализ показывает, что для улучшения ситуации в регионе требуется применение методов рационального использования на площади 72,1%, поверхностного и коренного улучшения – 27,9% от территории региона (рис. 13).

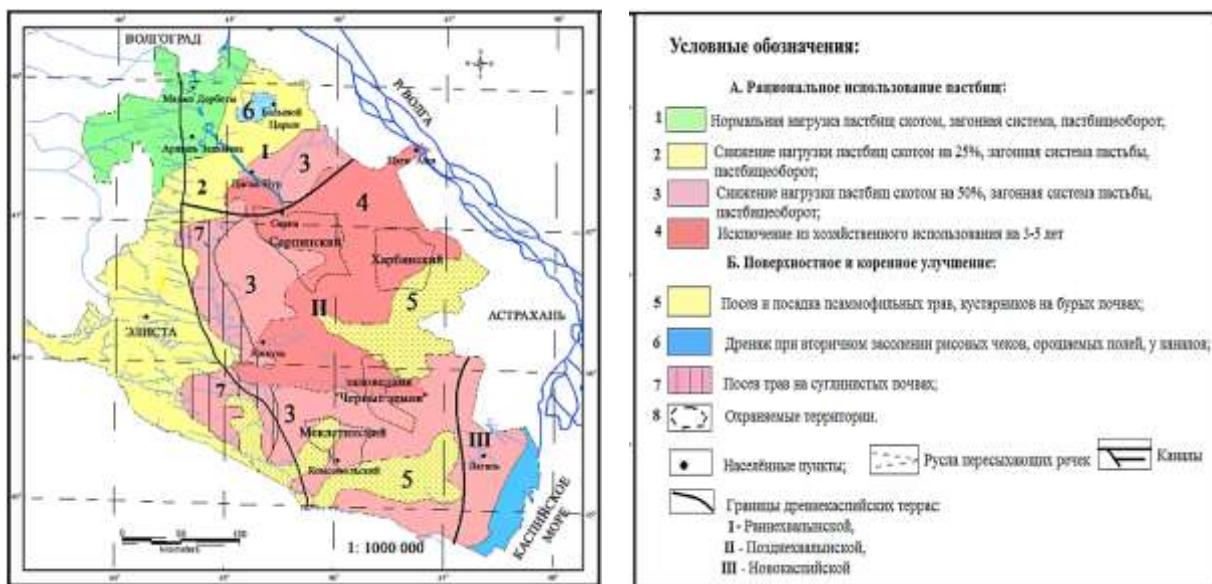


Рисунок 13 – Карта-схема «Стратегия восстановления растительного покрова пастбищ Северо-Западного Прикаспия» М 1:1000.000 (уменьшенный вариант)

Одним из методов рационального использования пастбищ является сезонный выпас (традиционное природопользование) скота, с давних времен, широко применявшимся в Калмыкии. Однако, с середины XX века, по настоящее время, используется только круглогодичный выпас скота. Эксперимент по возрождению сезонного выпаса осуществлен нами на полигоне «Улан-Хол» ($45^{\circ}27.8'с.ш.$; $46^{\circ}38.8'в.д.$), расположенным на границе новокаспийской и позднехвалынской террас. Рельеф полигона бугристо-грядовый с барханами высотой до 2 метров, коренная растительность – злаково-лерхопольинная пустыня. ТERRитория разделена на два участка: летние и зимние пастбища. На летнем выпас скота осуществляется с апреля по ноябрь месяц, на зимнем – с декабря по март включительно.

На летних пастбищах в период исследований (2011, 2015–2016 гг.) в растительном покрове господствовали барханы с сильным гармалово-тырсыковым и очень сильным однолетниковым сбоем. На зимних пастбищах наблюдается умеренный, сильный и очень сильный сбой, они находятся приблизительно в равных пропорциях. К улучшенным территориям можно отнести заросли кустарника *Callygonum aphyllum*. Его посадка произведена более 15 лет назад. К зарослям приурочены слабо-сбитые прутняково-лерхопольинные сообщества с проективным покрытием до 30–45% в весенне-осенний периоды, в летний – до 10–20%. В их видовом составе присутствуют 9–11 видов, среди которых, кустарничек *Ephedra distachya*, эфемеры и однолетники, из многолетников – *Alhagi pseudalhagi*. Индикатором ветровой эрозии являются дернины *Leymus racemosus*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных многолетних исследований по изучению закономерностей пространственного распределения растительного покрова Прикаспийской низменности можно сделать следующие выводы:

1. Выявлены закономерности пространственного распределения растительного покрова Северо-Западного Прикаспия. Установлено, что разновозрастные террасы четвертичных трансгрессий Каспийского моря создали экологические условия для формирования на новокаспийской и позднехвалынской террасах зонального пустынного типа растительности, на раннехвалынской – степного, которые определяют направление голоценетических

сукцессий.

2. На каждой террасе по степени увлажнения, засоления и гранулометрического состава почв выделены экологические пояса, отражающие стадии сукцессионного процесса от азональных до зональных сообществ:

– **гидроморфный пояс** на молодой новокаспийской террасе слагают тростниковые и рогозово-тростниковые плавни; на позднехвалынской – гипергалофитные сарсазановые, солеросовые, солеросово-тростниковые сообщества на солончаках; на древней раннехвалынской – солянково-тростниково-тамариксовые;

– **полугидроморфный пояс** на новокаспийской террасе формируют галофитные варианты лугов на лугово-бурых засоленных почвах; на позднехвалынской – солянково-сантоникополынные; на раннехвалынской – полукустарничковые (*Artemisia lerchiana*, *A. pauciflora* с *Limonium suffruticosum*) ксерофитные и галоксерофитные сообщества, свидетельствующие о понижении уровня грунтовых вод, уменьшении степени засоления почв;

– **автоморфный пояс** на новокаспийской террасе представлен галофитными сантоникополынными пустынями на бурых солончаковых почвах; на позднехвалынской – однородными гемипсаммофитными и псаммофитными лерхополынными пустынями, на раннехвалынской – комплексными лерхополынно-тырсыковыми опустыненными степями на светло-каштановых почвах. Для представления пространственных закономерностей распределения растительного покрова составлена мелкомасштабная формационная карта-схема. Она отражает зональные, подзональные и эдафические условия растительности региона.

3. Особенности развития первичных сукцессий в пространстве и во времени определяют колебания уровня Каспийского моря. На новокаспийской и позднехвалынской равнинах распространены серийные сообщества, обусловленные развитием трех типов сукцессий: зарастания песков (псаммосерия), зарастания солончаков, пересыхающих солёных озер (галосерия) и луговая серия на побережье Каспия. Псаммосерия на перевиваемых песках завершается формированием ксерофитных мятликово-лерхополынных сообществ; галосерия – галоксерофитными чернополынными фитоценозами; луговая – развитием галофитно-злаковых серийных сообществ с сантоникополынной растительностью на позднесукцессионной стадии.

4. Современные колебания уровня Каспийского моря отражаются в растительном покрове: на новокаспийской террасе – увеличением площадей плавней и галофитных вариантов лугов, на позднехвалынской – присутствием *Halocnemum strobilaceum* во всех экологических поясах. Эти изменения рассматриваются как очередная экзогенная сукцессия, направленная на увеличение гидро- и галофильности растительного покрова.

5. Установлена зависимость между видовым составом сообществ каждого экологического пояса и количеством выпавших осадков. В условиях ослабления аридности климата, увеличения осадков и снижения нагрузки на пастбища в автоморфном поясе повышается обилие и видовой состав эфемеров, эфемероидов и однолетников на автоморфном поясе террас. На гидроморфном и полугидроморфном поясах раннехвалынской террасы формируются галофитные луговые и плавневые сообщества, на позднехвалынской – увеличивается разнообразие гигрофильных гипергалофитов.

6. В Северо-Западном Прикаспии главными антропогенными факторами являются пасторальная дигressия и техногенез, формирующих сукцессию регressiveного типа. Перевыпас скота ведёт к постепенной деградации растительного покрова пастбищ, замене коренных сообществ группой кратковременных производных; техногенез – к полному

локальному уничтожению не только растительности, но и почвообразующих пород.

7. Создавшееся благоприятное наложение климатических и антропогенных факторов в конце прошлого и начале настоящего веков способствовали в регионе демутации растительности пастбищ. Современные флюктуации климата, активный рост поголовья скота вновь создают экологическую напряженность и подтверждают обратимость процессов деградации (опустынивания). Установлено, что растительность более устойчива к антропогенным факторам на древней раннехвалынской террасе и более уязвима – на молодой новокаспийской.

8. Для восстановления и сохранения растительного покрова пастбищ необходимо проведение мониторинговых исследований с применением картографических материалов, методов рационального использования, в первую очередь, сезонного выпаса скота, а также коренного и поверхностного улучшения пастбищ.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации в научных журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ:

1. Лазарева В.Г., Бананова В.А., Нгуен Ван Зунг. Динамика современной растительности при пастбищном использовании в Северо-Западном Прикаспии // Аридные экосистемы. – 2020. – Т. 26. – № 4 (85). – С. 276-283.
2. Лазарева В.Г. Особенности пространственного распределения растительного покрова в Северо-Западном Прикаспии // Ботанический журнал. – 2018. – Т. 103. – № 4. – С. 455-465.
3. Лазарева В.Г. Трансформация пространственной структуры растительного покрова Северо-Западного Прикаспия в связи с антропогенным воздействием // Известия Самарского научного центра РАН. – 2018. – Т. 20. – № 2. – С. 116-123.
4. Лазарева В.Г., Бананова В.А., Нгуен Ван Зунг. Картрирование растительности Сарпинской низменности в пределах Республики Калмыкия методами дистанционного зондирования и ГИС // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 12. – С. 178-183.
5. Петров К. М., Бананова В. А., Лазарева В. Г., Унагаев А.С. Региональные особенности глобального процесса опустынивания в Северо-Западном Прикаспии // Биосфера. – 2016. – Т. 8. – № 1. – С. 49-62.
6. Петров К.М., Бананова В.А., Лазарева В.Г., Унагаев А. С. Космический мониторинг динамики тростниковых плавней прибрежья Северо-Западного Прикаспия // Вестник СПбГУ. – 2016. – Т. 7. – № 2. – С. 107-113.
7. Лазарева В.Г., Бананова В.А., Харитонов Ч.С., Горяев И.А., Нгуен Ван Зунг. Индикаторная роль растительности при мелиорации аридных ландшафтов Прикаспия (на примере Республики Калмыкия) // Юг России: экология, развитие. – 2016. – Т. 11. – № 3. – С. 151-164.
8. Лазарева В.Г., Горяев И.А., Харитонов Ч.С. К вопросу о пространственно-демографической структуре и онтогенезе сарсазана шишковатого (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb.) // Юг России: экология, развитие. – 2016. – Т. 11. – № 1. – С. 93-198.
9. Лазарева В. Г., Бананова В. А., Петров К. М., Болдырева Д. А, Борликов Г.М. Трансформация пастбищных экосистем Российского Прикаспия в новых социально-экономических условиях // Юг России: экология, развитие. – 2015. – Т. 10. – № 3. – С. 127-135.
10. Бананова В.А., Лазарева В.Г. Тенденции изменения ботанического разнообразия под влиянием опустынивания в Республике Калмыкия // Аридные экосистемы. – 2014. – Т. 20. – № 2 (59). – С. 87-96.
11. Лазарева В. Г., Очирова П. Д., Сератирова В. В., Болдырева Д. А. Сохранение природного разнообразия Республики Калмыкия // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14. – № 1 (5). – С. 1039-1043.
12. Бананова В. А., Лазарева В. Г., Сератирова В. В. Растительность – индикатор зональных ландшафтов Калмыкии // Естественные науки. – 2011. – № 3 (42). – С. 27-31.
13. Бананова В. А., Лазарева В. Г., Сератирова В. В. Природное районирование Северо-Западного Прикаспия при современном хозяйственном использовании // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 3 (42). – С. 223-232.
14. Бананова В. А., Разумов В. В., Притворов А. П., Лазарева В. Г. Картографическое отображение процессов опустынивания земель юга России // Геодезия и картография. – 2007. – № 10. – С. 36-41.
15. Лазарева В. Г. Фитоценотическое разнообразие semiаридных территорий европейской России // Научная мысль Кавказа. – 2006. – № 5. – С. 75-80.
16. Лазарева В. Г. Динамика ботанического разнообразия в современных ландшафтах Северо-Западного Прикаспия // Научная мысль Кавказа. – 2006. – № 9 (91). – С. 277-285.
17. Лазарева В. Г., Борликов Г. М., Бананова В. А., Бамбышева А. Н. Динамика опустынивания черноземельских пастбищ Юга Европейской части России // Научная мысль Кавказа. – 2006. – № 2 (46). – С. 6-70.
18. Лазарева В. Г. Сангаджиева Л.Х., Бананова В.А. Растительность как индикатор антропогенного опустынивания Северо-Западного Прикаспия //Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергетики. – 2006. – №5 (18). – С. 62-66.

Публикации в изданиях из базы данных Scopus:

1. Lazareva, V. G., BananovaV. A., Nguen Van Zyng. Dynamics of modern Vegetation for Pasture Use in the North-western Pre-Caspian Region // Arid ecosystems. – 2020. – V. 26. – № 4 (85). – P. 276-283.
2. Lazareva, V. G., Bananova V. A. Dynamics of anthropogenic desertification of the European desert on the example of Russian Precaspian region. //International Journal of Engineering & Technology. – 2018. – V.7 (4). – P. 309-313.
3. Lazareva, V.G., Bananova, V.A. Ecological-historical stages of marine vegetation formation in the European zone. // Journal of Social Sciences Research. – 2018. – Special Issue 3). – P. 73–177.
4. Stability of Droughty Ground of European Russia to the Processes of Desertification // Biosci Biotechnol Res Asia. – 2015. – V.12 (3). – P. 2475-2480.
5. Bananova V. A., Lazareva, V. G. Thetendencies of changes of botanical diversity under the influence of desertification in the Republic of Kalmykia // Arid ecosystems. – 2014. – V. 20. – № 2 (59). – P. 87-96.

Публикации в других изданиях

1. Лазарева В. Г., Горяев И. А., Нгуен Ван Зунг. Ценопопуляции *Halocnemum strobilaceum* – индикатор особых экологических условий озера Баскунчак. // Материалы международного форума «Каспий – море дружбы и надежд». – Махачкала: ДГУ, 2016. – С. 200-205.
2. Лазарева В. Г., Бананова В. А., Харитонов Ч. С., Горяев И. А., Борликов Г. М. Динамика растительности в прибрежной зоне Северо-Западной части Каспийского моря на рубеже ХХ-ХХI веков. // Материалы международного форума «Каспий – море дружбы и надежд». – Махачкала: ДГУ, 2016. – С. 233-236.
3. Лазарева В. Г., Бананова В. А., Петров К. М., Болдырева Д. А., Борликов Г. М. Трансформация пастбищных экосистем Российского Прикаспия в новых социально-экономических условиях. / Лазарева В. Г., Бананова В. А., Петров К. М., Болдырева Д. А, Борликов Г. М. // Материалы Всероссийского форума с международным участием, посвященного 75-летию со дня рождения Первого Президента Республики Дагестан М.Г. Алиева. – 2015. – Т. 10. – № 3. – С. 127-135.
4. Петров К.М., Бананова В.А., Лазарева В.Г., Унагаев А.С. Концепция создания «Карты современного опустынивания Республики Калмыкия» // Атласное картографирование: традиции и инновации: материалы X научной конференции по тематической картографии. – Иркутск: СО РАН, ин-т им. В.Б. Сочавы, – 2015. – С. 41–44.
5. Лазарева В. Г., Горяев И. А. Формация сарсазана шишковатого (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb.) его демографическая и пространственная структура на соровых солончаках в окрестностях г. Астрахани. // Материалы XII международной заочной научно-практической конференции. Москва: «Интернаука», – Т. 10. – № 41. – 2015. – С. 6–14.
6. Горяев И. А., Лазарева В. Г. Анализ флоры засоленных местообитаний Лаганского района Республики Калмыкия. // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. Элиста: ИКИАТ. – Т. 1. – № 30. – 2015. – С. 47-52.
7. Лазарева В. Г., Болдырева Д. А. Флора и растительность северо-восточной части Сарпинской низменности. // Материалы XI международной научно-практической конференции. [Электронный ресурс]. Элиста: КГУ. – 2015. – С. 68-75.
8. Бананова В. А., Сангаджиева Л. Х., Ташинова Л. Н., Лазарева В.Г. (Бананова В.Г.) Современные процессы опустынивания Черных земель КАССР // Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад: Ылым, – 1988. – № 4. – С. 8-14. http://www.cawater-info.net/library/content/desert_04_1988.htm

Монографии

1. Бананова В.А., Сафонова И. Н., Лазарева В. Г., Нгуен Ван Зунг, Харитонов Ч. С. «Растительный покров Сарпинской низменности Республики Калмыкия». (Пояснительная записка к геоботаническим картам). – Элиста: АПП «Джангар», 2016. – 105 с.
2. Петров К. М., Бананова В. А., Лазарева В. Г., Унагаев А. С. Атлас-монография «Динамика процессов опустынивания Северо-Западного Прикаспия: физико-географические и социально-экономические аспекты. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2016. – 90 с.
3. Бананова В. А., Лазарева В. Г. Атлас растений Северо-Западного Прикаспия. – Элиста: АПП «Джангар», 2014. – 267 с.
4. Лазарева В. Г., Молчанова Н. Г. Природные особенности древнего экотона на территории Прикаспийской низменности правобережья Волги / Экотонные системы «вода-суша»: методика исследований, структурно-функциональная организация и динамика. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – С. 93-108.
5. Лазарева В. Г. Ботаническое разнообразие экосистем Северо-Западного Прикаспия в условиях колебания уровня Каспийского моря. / Лазарева В. Г. – Элиста: АПП «Джангар», – 2003. – 206 с.
6. Бананова В. А., Лазарева В. Г. Растительный покров Калмыкии. – Элиста: КГУ, 1996. – 78 с.

Карты

- 1.Борликов Г. М., Бананова В. А., Лазарева В. Г., Бармин А. Н. Карта опустынивания засушливых земель Южного федерального округа в М: 3 000 000 АТЛАС ЮФО. – Москва: ИПЦ, Дизайн, Информация, Картография, 2007а.
2. Лазарева В. Г. Динамика опустынивания засушливых земель ЮФО, полигоны «Черноземельский», «Каспийский» (2) в М: 1000 000. АТЛАС ЮФО. – Москва: ИПЦ, Дизайн, Информация, Картография, 2007б, в.
3. Борликов Г. М., Сангаджиева Л. Х., Лазарева В. Г., Бананова В. А. Картапочвообразующих пород Калмыкии, их современное состояние, охрана. М 1:500 000. – Пятигорск: Роскартография, 1998.