

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Лобачева Дарья Максимовна

**Бэровские бугры в Северном Прикаспии, палеогеографические
условия их формирования и развития**

1.6.14. Геоморфология и палеогеография

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата географических наук

Москва – 2026

Диссертация подготовлена на кафедре геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

- Научный руководитель** – *Янина Тамара Алексеевна, доктор географических наук, доцент*
- Официальные оппоненты** – *Рыжов Юрий Викторович, доктор географических наук, доцент, заведующий лабораторией геологии мезозоя и кайнозоя Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук*
- Голосов Валентин Николаевич, доктор географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова*
- Корзинин Дмитрий Викторович, кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории шельфа и морских берегов им. В.П. Зенковича Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук*

Защита диссертации состоится «19» марта 2026 г. в 15 часов 00 минут на заседании диссертационного совета МГУ.016.4 Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по адресу: г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д.1, Географический факультет, 18 этаж, аудитория 1807.

E-mail: dissovet.geogr.msu@gmail.com

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27) и на портале: <https://dissovet.msu.ru/dissertation/3751>

Автореферат разослан «10» февраля 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат географических наук



Е.Ю. Матлахова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В Северном Прикаспии широко распространены грядовые формы рельефа — бэровские бугры, получившие своё название в честь естествоиспытателя, академика Императорской академии наук Карла фон Бэра. Исследователь впервые дал описание морфологических характеристик и генезиса этих форм рельефа в работе «Учёные записки о Каспийском море и его окрестностях» в 1856 году. Несмотря на длительную историю изучения (Федорович, 1941; Иванова, 1952; Якубов, 1952; Николаев, 1955; Леонтьев, Фотеева, 1965; Сладкопевцев, 1965; Белевич, 1979; Бадюкова, 1999, 2007; Жиндарев и др., 2001; Свиточ, Ключиткина, 2006; Рычагов, 2009), происхождение бэровских бугров, время и условия их формирования и развития до настоящего времени остаются нерешёнными вопросами геоморфологии и палеогеографии Каспийского региона. Выделяется девять групп гипотез их происхождения. Слагающий бугры материал, особенности его залегания и строения (основной носитель палеогеоморфологической информации) трактуются исследователями по-разному. Дискуссия о генезисе этих форм рельефа продолжается (Головачев, 2017; Дельта Волги..., 2019; Бадюкова и др., 2021; Лобачева и др., 2021, 2023, 2025; Занозин и др., 2023; Бадюкова, 2025), что говорит об **актуальности** темы диссертации.

Комплекс рельефа бэровских бугров — реликтовый, история его развития связана с трансгрессивно-регрессивными событиями в Каспийском море на границе плейстоцена и голоцена, тоже во многом дискуссионными. Решение вопросов, касающихся происхождения и развития бэровских бугров, поможет осветить и ряд проблем палеогеографии Каспийского бассейна в этом временном интервале.

Велика значимость бэровских бугров как потенциальных археологических памятников, содержащих важнейшую информацию о расселении людей и развитии их культур. Бугры являются ключевыми центрами концентрации археологических объектов, относящихся как к хазарскому времени, так и к золотоордынскому периоду. Некоторые из них включены в Единый государственный реестр объектов культурного наследия, что свидетельствует об актуальности изучения бэровских бугров для истории и культуры. Многоэтапность в формировании рельефа бугров связана с динамикой уровня Каспийского моря, влиявшей на расселение человека и взаимодействие его культур, что еще раз подчеркивает геоархеологическую значимость их изучения. Важно значение бэровских бугров как объектов природопользования (добыча полезных ископаемых, сельскохозяйственное использование), рекреации и туризма, что указывает на актуальность их исследования и для практических задач.

Цель исследования — реконструкция палеогеографических условий формирования и развития бэровских бугров в Северном Прикаспии на основе их морфологии, комплексного анализа слагающих отложений и результатов моделирования морфолитодинамических процессов.

Основные задачи:

1. Комплексный анализ и обобщение геолого-геоморфологической и палеогеографической информации о районах распространения бэровских бугров;
2. Анализ гипотез происхождения бэровских бугров и слагающих их толщ;
3. Выделение литофациальных комплексов бугровых отложений на основе комплексного литологического анализа, выявление их распространения;
4. Математическое моделирование морфолитодинамических процессов для выявления условий формирования и развития бэровских бугров;
5. Установление этапов и реконструкция палеогеографических условий формирования и развития бэровских бугров.

Объект исследования — бэровские бугры и слагающие их отложения. **Предметом исследования** служат условия формирования и развития рельефа бэровских бугров.

Бэровские бугры — это, как правило, вытянутые, преимущественно в субширотном направлении, широкие (300–500 м) гряды длиной до 10 км, относительной высотой 5–10 (иногда до 15) м, с прямыми или полого-выпуклыми склонами, плоскими или слегка выпуклыми вершинами, расположенные на относительно плоской поверхности Прикаспийской низменности ниже абсолютной высоты 0 – +2 м.

Фактический материал и личный вклад автора. В основу диссертации положены материалы 8-летних (2017–2025 гг.) полевых исследований автора в Северном Прикаспии и результаты их аналитического изучения. Исследования проводились в рамках проектов РФФИ и РНФ по тематике работ НИЛ новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета МГУ. Значительная часть материала получена в экспедициях отдела четвертичной геологии и геоморфологии Всероссийского научно-исследовательского геологического института имени А.П. Карпинского на территории дельты Волги, Восточной Калмыкии и Западного Казахстана (Атырауская обл.). В качестве ключевых объектов исследования выбран ряд наиболее репрезентативных для изучения бугров в Северном Прикаспии: Троицкий, Яксатово, Нартово, Фунтово, Долгий, Басы, Кирпичный завод, Сарай-Бату, Селитренное, Сероглазка, Ленино, Семибугры, Орлы, Буркид-Джамбай, Аккистау, Баксай, Байчуназ, Доссор. Последние шесть бугров, расположенные на территории Казахстана, описаны автором впервые.

Диссертант приняла участие в комплексных палеогеографических исследованиях опорных разрезов Нижнего Поволжья: Средняя Ахтуба, Райгород, Цаган-Аман, Сероглазка, Ленино, Селитренное (три последних вскрывают строение бэровских бугров), что расширило представление о стратиграфии и палеогеографических особенностях развития территории Северного Прикаспия. Автор участвовала в геоморфологических и палеогеографических исследованиях в Манычской депрессии, по которой осуществлялся сброс каспийских вод в Черноморскую котловину, в рамках НСО кафедры геоморфологии и палеогеографии (2016) и экспедиции Института географии РАН (2022).

В ходе полевых работ автором выполнено фациально-литологическое описание рыхлых отложений, слагающих бугры, их зарисовка и фотофиксация, отобраны образцы на комплекс анализов. В лабораторных условиях им выполнены гранулометрический (143 пробы), геохимический (69 образцов), текстурный, геоинформационный анализы. Подготовка образцов для их изучения другими методами (малакофаунистическим, геохронологическим, микроморфологическим) также выполнена автором. Результаты всех анализов проинтерпретированы и обобщены диссертантом в контексте данной работы. Автором проведён критический анализ и обобщение опубликованных и фондовых материалов, выполнены палеогеографические реконструкции, сформулированы основные научные положения и выводы работы.

Методология и методика. С методологической точки зрения исследование основывается на общей концепции региональной геоморфологии с опорой на обширные палеогеографические данные, полученные по Каспийскому региону, о пространственно-временном изменении природы. Геоморфологический анализ предполагает выделение элементов рельефа, их характеристику, сопоставление между собой и вывод о влиянии тех или иных факторов и условий на происхождение рельефа в ходе его эволюции (Марков, 1948; Щукин, 1960; Симонов, 1972; Кривцова, 1998; Симонов, Большов, 2002). Методическая основа настоящего исследования — сопряженный метод палеогеографических реконструкций на основе результатов комплексного анализа рельефа и слагающих его отложений, как основных источников знаний о природной среде прошлого (Марков, 1960). Особое место в исследовании занимает изучение рельефа и отложений его слагающих с точки зрения учения о морфолитогенезе (Симонов и др., 1998).

Для обоснования гипотезы о происхождении бэровских бугров и определения условий накопления отложений применен комплексный подход, включающий взаимодополняющие методы: геоморфологический, комплексный литологический (гранулометрический, текстурный, микроструктурный анализы), геохимический, малакофаунистический, геоинформационный и геохронологический (радиоуглеродный анализ). Для проверки

морской гипотезы происхождения бэровских бугров применено математическое моделирование морфолитодинамики среды. Широко использованы критический анализ, систематизация и обобщение опубликованных и фондовых материалов.

Научная новизна работы. Новизна работы заключается в решении научной проблемы генезиса бэровских бугров на основе анализа и обобщения оригинального авторского исследовательского материала, полученного в 2017–2025 гг. Предложенная палеогеоморфологическая схема формирования бэровских бугров, установление этапов в их развитии и их палеогеографическая реконструкция отличаются от существующих и отражают собственную научную точку зрения диссертанта о рельефе бэровских бугров. Для решения проблемы автором использован комплекс аналитических методов, позволивший получить новые значимые результаты. Заключение, сделанное автором в ходе использования разных подходов к изучению механического состава бугровых толщ, предложено им в качестве методической рекомендации. Впервые проведено математическое моделирование для выявления гидродинамических условий возникновения бэровских бугров как форм рельефа и проверки гипотезы их подводного морского образования. Сформулировано авторское определение бэровских бугров как форм рельефа. По результатам математического моделирования литодеформаций на мелководье, выявлен новый механизм возникновения подводного морского рельефа.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные результаты существенно дополняют и уточняют существующие представления о генезисе, условиях формирования и развитии бэровских бугров в Северном Прикаспии, а также о палеогеографии региона в позднем плейстоцене и начале голоцена. Материалы диссертации могут использоваться (и используются) в учебных курсах по палеогеографии и геоморфологии на географическом факультете МГУ, при проведении студенческих практик и геологических экскурсий в Северном Прикаспии.

Полученные результаты могут найти практическое применение в гидрогеологических и инженерных изысканиях на территории Северного Прикаспия. Знание о распространении бэровских бугров и особенностях их строения необходимо при размещении производств, связанных с использованием местных строительных материалов. Следует отметить обязательность строгого экологического надзора за их деятельностью из-за опасности полного уничтожения бугров. Результаты исследования, вне сомнения, представляют ценность для прикладных отраслей (краеведение, туризм, природоохранное и музейное дело и др.), поскольку бугры являются объектами как природного, так и культурного наследия России.

Основные защищаемые положения:

1. Морской рельеф, находящийся в погребенном состоянии в основании бэровских бугров в виде узких вытянутых и замкнутых форм с размахом высот до первых метров, согласно результатам математического моделирования, образован ветро-волновым воздействием на мелководье при постепенном снижении уровня Каспия.

2. Бэровские бугры — это грядовые денудационно-аккумулятивные формы рельефа комплексного генезиса, сформированные эоловыми и эрозионно-абразионными процессами на морском рельефе, образованном на мелководье Каспия при снижении его уровня.

3. В развитии бэровских бугров выделяются четыре этапа: (1) позднехвалынский — образование подводного рельефа (основания бэровских бугров) на фоне постепенного снижения уровня Каспия; (2) мангышлакский — формирование бугровой толщи и линейных дюн эоловыми процессами в условиях регрессии Каспия в аридном климате; (3) новокаспийский — преобразование рельефа бэровских бугров в связи со стабилизацией дюн растительностью, ослаблением активности эоловых процессов, последующим размывом межбугровых понижений и подмывом бугров во время новокаспийской трансгрессии; (4) современный — преобразование рельефа бугров человеком.

Степень достоверности полученных результатов. Достоверность результатов работы обусловлена обширным фактическим материалом по геологическому строению и распространению бэровских бугров, полученным автором в ходе исследования, а также комплексом данных аналитического изучения их отложений. Геохронологические реконструкции были предложены на основе результатов датирования, полученным по образцам автора в сертифицированной лаборатории Геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана СПбГУ. Гранулометрический и геохимический анализы проводились в соответствии со стандартами научной работы при помощи новейшего оборудования в лабораториях (лазерный дифрактометр Fritsch Analysette 22 microtec, энергодисперсионный портативный анализатор геохимического состава Olympus Delta Professional и стационарный волнодисперсионный спектроскан Макс-GV). Результаты атомно-эмиссионной спектроскопии по образцам автора были получены в ВИМС имени Н.М. Федоровского. Достоверность результатов проверялась на многочисленных конференциях, в общении с экспертами в соответствующих отраслях науки, а также публикацией основных положений диссертации в рецензируемых журналах.

Апробация. Результаты и основные положения работы представлены на 30 отечественных и международных научных форумах, в том числе: XX INQUA (Дублин, Ирландия, 2019); Третья международная пленарная встреча проекта INQUA IFG 1709F ROCAS (Тегеран, Иран, 2019); 35th IAS Meeting (Прага, Чехия, 2021); XXI INQUA (Рим,

Италия, 2023); Всероссийская конференция с международным участием, посвященная 120-летию со дня рождения академика К.К. Маркова, «Марковские чтения 2025 года: Актуальные проблемы палеогеографии плейстоцена и голоцена» (Москва, 2025).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 9 статей в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе ядра Российского индекса научного цитирования «eLibrary Science Index». **Личный вклад автора.** Формулировка научных задач, проведение исследований, интерпретация результатов, подготовка текста, предоставление материалов в печать и работа с отзывами осуществлялась при активном участии соискателя. При подготовке текста диссертации использован текст всех 10 публикаций, выполненных автором в соавторстве, в которых, согласно Положению о присуждении учёных степеней в МГУ, отражены основные положения, результаты и выводы исследования.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы (335 наименований, из которых 122 на иностранных языках). Работа содержит 5 приложений. Общий объём диссертации составляет 256 страниц, основной текст представлен на 228 страницах и включает в себя 72 рисунка, 7 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность настоящего исследования, сформулирована его цель, задачи и защищаемые положения. Выявлена научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Глава 1. История изучения бэровских бугров: гипотезы происхождения, современные проблемы

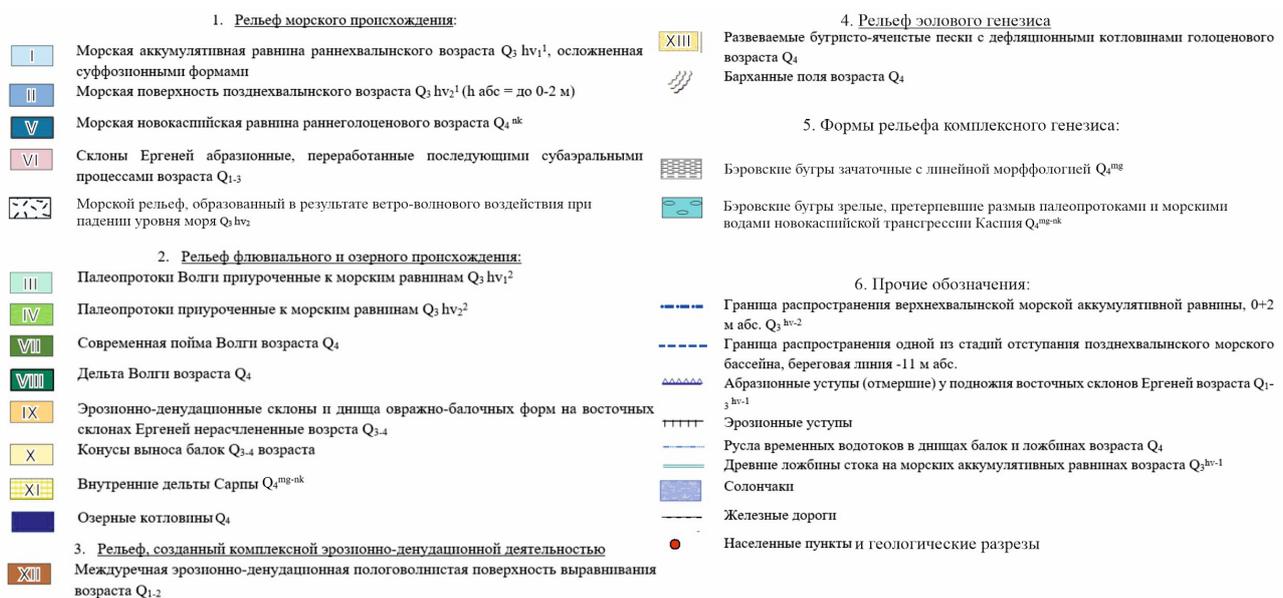
Глава состоит из двух подразделов: история изучения бэровских бугров и бугры как объект междисциплинарных исследований. Бэровские бугры привлекают к себе интерес исследователей более двух веков.

Существующие гипотезы происхождения бэровских бугров разделены на ряд групп. Почти каждая из них включает в себя несколько различающихся между собой мнений исследователей о механизме возникновения бугров. Морская гипотеза объединяет представления о том, что бэровские бугры могут быть подводно-дельтовыми образованиями в зоне мелководного взморья (Эверсман, 1844; Герасимов, 1951; Николаев, 1955; Седайкин, 1977); формами, возникающими на дне моря при снижении его уровня или береговыми валами (Берг, 1952; Паллас, 1788), приливно-отливными формами или результатом стонно-нагонных явлений (Красножон, 1979; Жиндарев, и др., 2001; Рычагов, 2009) или результатом

прибойного потока (Сладкопевцев, 1965). Эрозионная гипотеза подразумевает возникновение бугров в результате эрозии приморской поверхности, сложенной хвалынскими осадками, водотоками и дельтовыми протоками (Барбот-де-Марни, 1862; Мушкетов, 1895; Неуструев, 1925; Розен, 1929; Голынец, 1932; Жуков, 1935; Захаров, 1948, 1975; Якубов, 1952; Владимиров, 1953). Широко популярна эоловая гипотеза о возникновении бугров в качестве барханов, линейных дюн и иных аккумулятивных форм (Федорович, 1941; Краснова, 1951; Иванова, 1952; Шанцер, 1951; Федоров, 1957; Белевич, 1979; Волков, 1960; Леонтьев, Фотева, 1965; Аристархова, 1980; Харченко с соавт., 2009; Kroonenberg, 1997, 2005; Zastrozhnov et al., 2018; Лукашов (устное сообщение), 2000; Астахов, 2020). Известны и такие специфические гипотезы, как катастрофическая (Бэр, 1856, Гросвальд, 1999), тектоническая (Православлев, 1926), гравитационная (Лаврушин, 1995 и др.), криогенно-мерзлотная (Рябуха, 2018). Наиболее активно разрабатываемая в последнее время гипотеза связывает образование бэровских бугров с действием пластового потока при перетоке вод из Каспийского моря в Черное (Бадюкова, 1999, 2005, 2018). Ряд авторов (Доскач, 1949; Брицина, 1955; Менабде, 1989; Свиточ, Клювиткина, 2006) выступают за то, что наиболее плодотворной является полигенетическая гипотеза. Дискуссия относительно генезиса бугров продолжается.

Глава 2. Природные условия Северного Прикаспия

Глава состоит из разделов: климат, почвенно-растительный покров, гидрография, геологическое строение, геоморфологическое строение, где представлен краткий обзор природных условий территории Прикаспийской низменности в пределах исследуемой области. Автором составлена геоморфологическая карта северо-западной части Прикаспийской низменности (Рисунок 1).



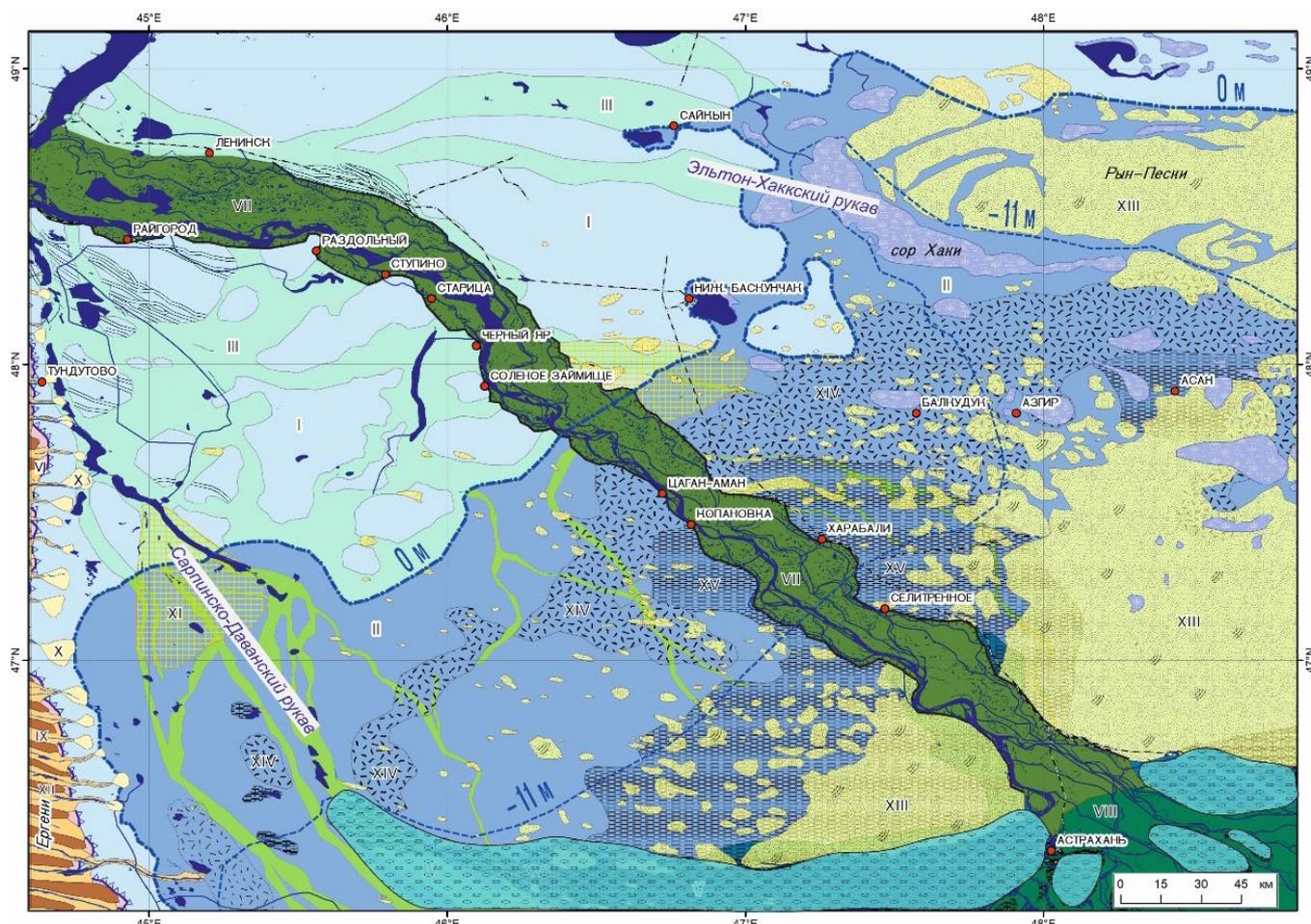


Рисунок 1. Геоморфологическая карта северо-западной части Прикаспийской низменности и легенда к ней (Лобачева и др., 2023; Lobacheva et al., 2024)

Глава 3. Материалы и методы исследования

Изучению рельефа бугров и четвертичных отложений Северного Прикаспия посвящены полевые сезоны 2017–2025 гг. В качестве основных объектов исследования выбраны наиболее репрезентативные для изучения бугры в Северном Прикаспии: Троицкий, Яксатово, Нартово, Фунтово, Долгий, Басы, Кирпичный завод, Сарай-Бату, Селитренное, Сероглазка, Ленино, Семибугры, Орлы, Буркид-Джамбай, Аккистау, Баксай, Байчуназ, Доссор (район исследования показан на Рисунке 2А).

Проведено исследование верхнечетвертичных отложений вдоль Нижней Волги и изучен ряд скважин в прилегающих областях по литературным и собственным материалам.

Диссертант самостоятельно провел ряд анализов: геоинформационный, гранулометрический, определение ихнофоссилий, отчасти геохимический анализ. При помощи специалистов проведены: малакофаунистический анализ, радиоуглеродное датирование и математическое моделирование.

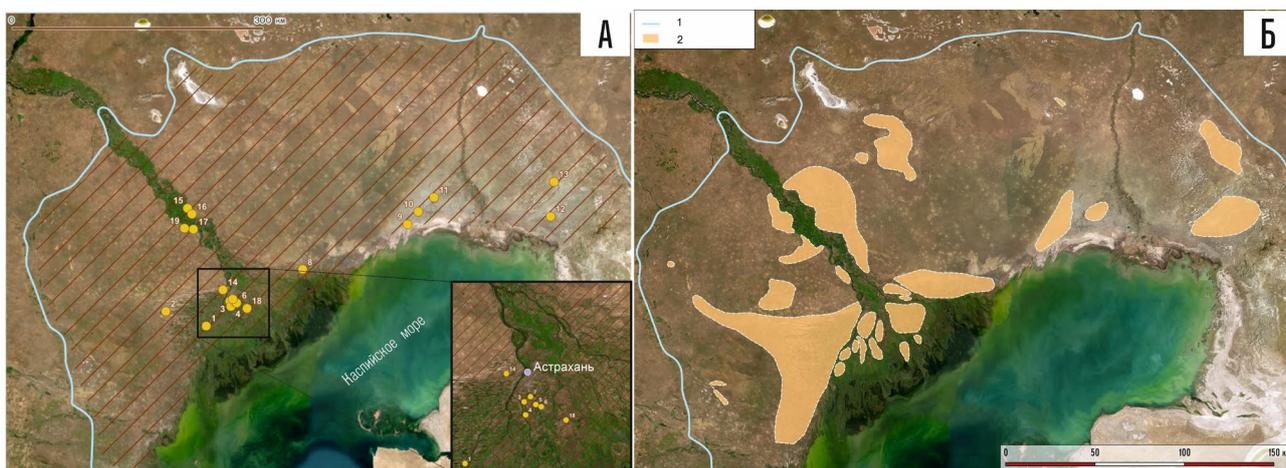


Рисунок 2. А — Схема фактического материала; Б — Схема распространения бэровских бугров в Северном Прикаспии (оранжевая заливка)

Глава 4. Особенности распространения, морфологии и внутреннего строения бэровских бугров в Северном Прикаспии

4.1. Особенности морфологии и распространения бэровских бугров в Северном Прикаспии

Обширная низменная равнина Прикаспийской низменности от устья р. Кумы до устья р. Эмбы — район сосредоточения ареалов бэровских бугров (Рисунок 2Б), тяготеющих преимущественно к палеодельтам позднехвалынского возраста. Крупные массивы грядового рельефа приурочены к дельте Сарпинско-Даванской системы, постепенно переходящей в западные подступные ильмени, к протокам палеодельты Волги южнее Хакского эстуария. Характерной особенностью бугров в некоторых местах является вилообразный характер соединений с открытым на восток против ветра развилком и округлость гребней. Это характерные черты задернованных редкой растительностью линейных дюн типа *Vegetated Linear Dunes* по классификации Tsoar, 1989.

По морфологии бэровские бугры близки (что иногда приводит к заблуждению) с уникальным прибрежно-морским рельефом мелководных зон, образовавшимся, по нашим представлениям, на дне регрессирующего позднехвалынского бассейна при ветро-волновом воздействии и течениях.

4.2. Литофациальное строение бэровских бугров

В строении бэровских бугров отмечаются Литофации 1 и 2 или единая нерасчлененная бугровая толща, где цоколь форм сложен, как правило, Литофацией 3 с редким включением Литофации 4 (Рисунок 3).

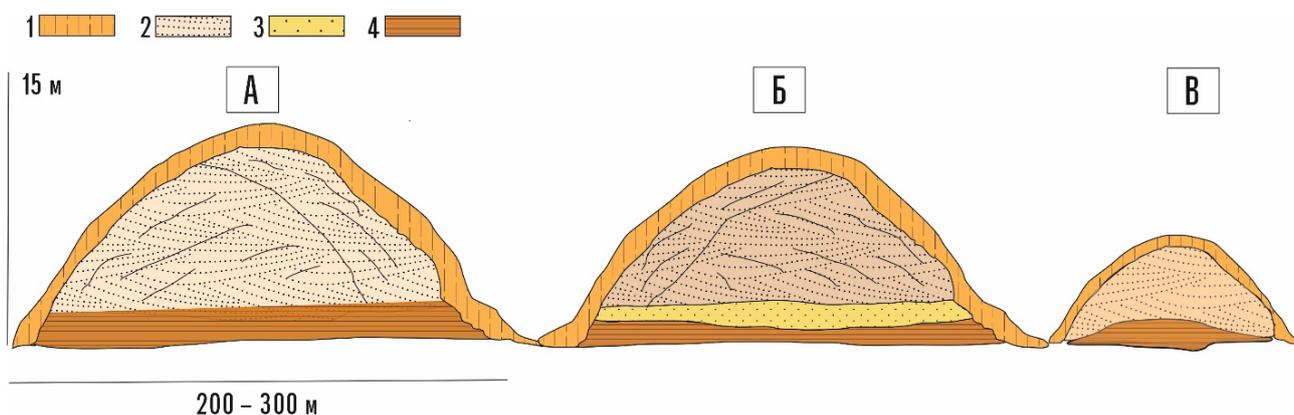


Рисунок 3. Схема типичного строения лито-морфологических типов бугров А, Б и В (по полевым материалам автора); Цифрами в легенде обозначены литофации (ЛФ): 1 — современные эоловые и склоновые отложения, 2 — ЛФ1 и ЛФ2, 3 — ЛФ4, 4 — ЛФ3

Для большинства исследованных бугров основание сложено шоколадными глинами (Литофация 3), последние служат цоколем. Бугровая толща залегает на них с эрозионным контактом. Иногда между бугровой толщей и шоколадными глинами отмечается песчаная Литофация 4. Подошва ее слоя, выдержанная по простиранию, залегает субгоризонтально. Кровля неровная, с локальными возвышениями до полуметра в высоту, как и подошва слоя характеризуется эрозионными контактами. Раковины обнаружены не были. Эта литофация отличается наличием по всей мощности текстур ряби волнения, характерной для обстановки морского мелководья, залива, где работала волна и не исключено действие вдольбереговых течений. В подошве слоя встречаются многочисленные глинистые линзы и гравий из крупных глинистых обломков и окатышей, что свидетельствует о высокой гидродинамике среды и активном размыве нижележащих нижнехвалыньских шоколадных глин. Постепенно динамика водоёма становилась более спокойной, о чем свидетельствует более тяжелый состав материала в средней части слоя. Период накопления материала Литофации 4 отличался высокой динамичностью бассейна.

Выше залегает нерасчленённая бугровая толща, состоящая из двух Литофаций 1 и 2, сложенных бурями песчано-глинистыми слоями с комковато-пластинчатой и очень плотной структурой. Литофации 1 и 2 разнонаправлены и имеют преимущественно падение на юг и север. Наклон толщ совпадает с наклоном склонов. В бугровой толще отмечаются наклонные эрозионные контакты с резкой сменой состава или азимутов падения слоёв. Наиболее крутые углы падения слоёв от 30° приурочены к румбам от 180° до 315° азимутально. Обычно углы падения на северных флангах не превышают 20° . Направление переноса вещества осуществлялось в субширотном направлении, вероятно, с востока на запад.

Литолого-морфологически бэровские бугры можно условно разделить на несколько типов (Рисунок 3): А — наиболее крупные гряды, состоящие из одной или двух бугровых

литофаций, залегающих на цоколе из эродированных шоколадных глин, широко распространенные в палеодельте Сарпы со значительным эрозионным воздействием на них палеорусел Сарпы-Давана, прорезающих бугровую толщу, в дельте Волги, претерпевшие абразионное воздействие новокаспийской трансгрессии; Б — широко распространенный тип бэровских бугров с залеганием бугровой толщи, состоящей из одной или двух литофаций, на локальных возвышениях, сложенных шоколадными глинами, часто с маломощными прослоями морского песка между ними и бугровой толщей, типичный для дельты Волги и ее нижнего течения; В — бэровские бугры меньших размеров с нерасчленённой бугровой толщей, залегающей на шоколадных глинах, характерные для Волго-Уральского междуречья.

4.2.1. Текстура характеристика бугровой толщи

Детальный текстурный анализ бугровых отложений показал, что наибольшее распространение имеет косая слоистость, где слои имеют разнонаправленное падение и часто срезают друг друга. Максимальный угол наклона косых слоев составляет 30–35°, до 45°. Реже встречается параллельная слоистость (с углами наклона 1–4°), иногда осложненная знаками ветровой ряби. Важной особенностью бугровых толщ является то, что каждая вышележащая пачка срезает нижележащую таким образом, что слои новой пачки параллельны слоевому шву в ее подошве, что характерно для внутреннего строения эоловых дюн. Часто изменяющиеся углы падения слоевых швов и самих слоев внутри пачек также характерны для эоловых условий седиментации. Отличительная деталь текстурных особенностей бугровой толщи — наличие обратной градиционной слоистости, являющейся индикатором эоловой среды седиментации.

Отсутствие в осадке органического вещества (за исключением раковинного детрита) может свидетельствовать об аридности климатических условий, когда не успевал формироваться мощный слой дернины, а древесная растительность отсутствовала.

4.2.2. Фаунистические остатки и следы ихнофоссилий

Бугровые отложения содержат ископаемые остатки: раковины моллюсков, зубы и кости мелких грызунов, редкие остракоды. В песчаных слоях встречаются прослои с раковинным материалом, чаще всего детритом, в котором определены виды *Didacna subcatillus*, *D. praetrigonoides*, *Dreissena rostriformis* и *Hypanis plicata* (характерные отчасти для позднихвалынского бассейна). Большая часть малакофаунистических остатков является переотложенной: редки находки целых раковин, некоторые крупные створки были найдены в крутопадающих слоях, что не характерно для экологии солоноватоводных видов. Детритовая отморстка вместе с крупными кристаллами гипса, костей животных, карбонатных конкреций чаще всего залегает в виде тонких плащей (до 5 мм мощностью с редкими линзами), разделяющих косые серии. Эти отморстки формируются во время уменьшения

объема переносимого материала и недонасыщенности ветро-песчаного потока по отношению к своей несущей способности (*deflation event => deflationary supersurface*) (Sedimentary environments, 2005; Sedimentary structures, 2006)

В бугровой толще обнаружены следы, предположительно, ходов и нор беспозвоночных. Ходы разнонаправленные, как строго вертикальные, так и наклонные, горизонтальных почти не отмечалось, структура плотная и кольцевидная. Определение данных ихнофоссилий производится впервые для бугровой толщи. Предварительные результаты позволяют отнести наблюдаемые следы к группе ихнофоссилий, отвечающих отпечаткам перемещения, ходам и норам, следам биотурбации (*bioturbation trace fossils*). Ихнород — *Naktodemasis bowni* (Smith et al., 2007), относящийся к типу *Adhesive Meniscate Burrows* (менисковые ходы). Присутствие *N. bowni* в бугровой толще указывает на субэральные условия, зарождение почв и появление растений с мощной вертикальной корневой системой.

4.2.3. Гранулометрический состав отложений бэровских бугров

Раздел посвящен анализу результатов гранулометрического состава бугровой толщи (для Литофаций 1, 2 и 3). Подробные кривые распределения и исходные данные представлены в Приложении 1 к тексту диссертации. В качестве базовых данных для описания бугровой толщи использованы результаты гранулометрического анализа образцов из отложений бугров с Нижнего Поволжья и нижнего течения р. Урал. Бугровая толща в большинстве случаев представляет собой переслаивание песчаных и тонких суглинисто-супесчаных слоев. По всему ее разрезу наряду с доминирующими зернами кварца и полевого шпата встречается большое количество темно-коричневых глинистых окатышей и пластин-пеллет размером 1–5 мм, где некоторые агломераты достигают размера до 1,5 см. Агрегаты глины имеют угловато-окатанную и окатанную форму, что свидетельствует об активном воздействии различных экзогенных процессов и недалеком переносе материала. Данная особенность характерна для всех исследуемых бугровых толщ. Происхождение пеллет связано с процессами усыхания и растрескивания глинистых пластов в субэральных условиях.

Несмотря на специфику проведения анализов и большой разброс показателей, данных достаточно для того, чтобы обосновать выделение двух бугровых литофаций и шоколадных глин. Разделение на литофации менее показательно по результатам «сухого» метода, тем не менее, оба массива данных демонстрируют унаследованность материала бугровой толщи от шоколадных глин в алевритово-глинистой составляющей (Лобачева, 2024). Крупная фракция (кварцевые пески) имела другой источник питания — вероятно, аллювий рек и дельтовые

пески верхнехвалынского времени, т.к. мелкий и крупный песок отсутствует в составе шоколадных глин.

4.2.4. Особенности геохимического состава бугровых отложений

Бугровая толща имеет бедный минералогический состав. Она представляет собой микститовые осадки, где одновременно присутствуют незрелые зерна — шоколадные глины, а также зрелые — кварц (73–76%), калиевые полевые шпаты (8%), плагиоклазы, единичные зерна роговой обманки. Образцы из Литофаций 2 и 3 характеризуются относительно высоким содержанием TiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , приуроченных к глинистой фракции (Лобачева и др., 2021). В Литофациях 2 и 3 гораздо выше содержание редкоземельных элементов. Данный факт указывает либо на разные источники поступления вещества, либо на периодическую смену динамических процессов седиментации.

4.2.5. Микроморфологическое строение бугровой толщи

В Литофации 2 отмечается тонкое чередование слоек из глинистых агрегатов и более мощных слоек, состоящих из кристаллокластов пылевато-песчаной размерности, более выраженное, чем в Литофации 1. Это свидетельствует, вероятно, о сезонном накоплении материала. В сухой период в межрядовых понижениях могли развеиваться такыровидные почвы и отложения шоколадных глин, а в более влажный период происходил привнос пылеватой составляющей (Лобачева, 2024). Кристаллокласты «набиты» в трещины между глинистыми агрегатами, имеются агрегаты с крупными песчаными частицами, что, вероятно, свидетельствует о размыве некоего почвенного слоя. Многочисленны друзы гипса и солей тенардита, которые свидетельствуют о засушливости условий и их выпадении из насыщенных солями растворов. В нижней части литофации нередки следы водорослей в отдельных обломках глинистых агрегатов. Глинистые агрегаты растресканы вдоль длинной оси и разноориентированы (следы криогенеза?). О недалёком переносе глинистой составляющей свидетельствует слабая окатанность глинистых агрегатов. Условия существования данных отложений были тесно связаны с климатом, режимом увлажнения и ветров. Увлажненные или слегка задернованные пески уже не подвергались транспортировке ветром. В формировании отложений обеих литофаций участвовали два источника питания: обломки шоколадных глин, а также преимущественно кварцево-полевошпатовые частицы более дальнего переноса (хвалынские пески, аллювий) (Лобачева, 2024).

Глава 5. Палеогеографические условия формирования и развития бэровских бугров

5.1. Возможный механизм возникновения подводного морского рельефа по результатам математического моделирования

Для исследования морфолитодинамики прибрежной зоны в северо-западной части

Каспийского моря, вызванной изменением уровня моря и под действием гидрометеорологических условий, был использован программный комплекс Badlands. Решалась задача проверки гипотезы морского генезиса бэровских бугров, результаты представлены на Рисунке 4.

Область моделирования охватывает район размером $\sim 225 \times 335$ км по долготе и широте соответственно. Пространственное разрешение модели составило ~ 200 м. Большая часть расчётной области расположена западнее русла дельты Волги (по состоянию на настоящее время) и охватывает регион, в котором высоты изменяются от -28 м в юго-восточной части до $2-3$ м в северо-западной ее части. Учет рельефа дна в модели проводился с использованием исходных данных по батиметрии GEBCO 2022 года. Исходное поле батиметрии было подвергнуто обработке с целью исключения как наличия бугров, так и большей части русла р. Волги.

Период моделирования составил 1000 лет. Он выбран экспертно, т.к. модель хорошо отображает долгопериодную изменчивость (с минимумом разрешения 1 год). Моделирование проводилось для двух сценариев изменения уровня Каспийского моря (далее С1 и С2). Скорость линейного падения составляла примерно $2,8$ см/год.

Деформации носят вдольбереговой характер, т.е. ориентированы вдоль изобат. Также получаются замкнутые котловины, которые действительно обширно распространены в Северном Прикаспии, особенно по северной и восточной периферии, что демонстрирует некую достоверность результатов и применения моделирования для исследуемой территории.

Таким образом, из результатов математических расчётов следует, что в результате динамических процессов в прибрежной зоне моря при постепенном его отступании формируются своеобразные грядовые и замкнутые сложные в плане формы, однако, в высотном отношении не достигающие наблюдаемых высот бэровских бугров. Это прибрежно-морской рельеф мелководий, подверженный воздействию волнения и течений. Отмечается высокая пространственная приуроченность моделируемых гряд к ареалам распространения бугров Бэра. Из этого следует вывод, что в процессе своего формирования бэровские бугры территориально сопряжены с неровностями морского рельефа и тяготеют к локальным его поднятиям. Локальные возвышения морского дна служили ядрами последующей эоловой аккумуляции.

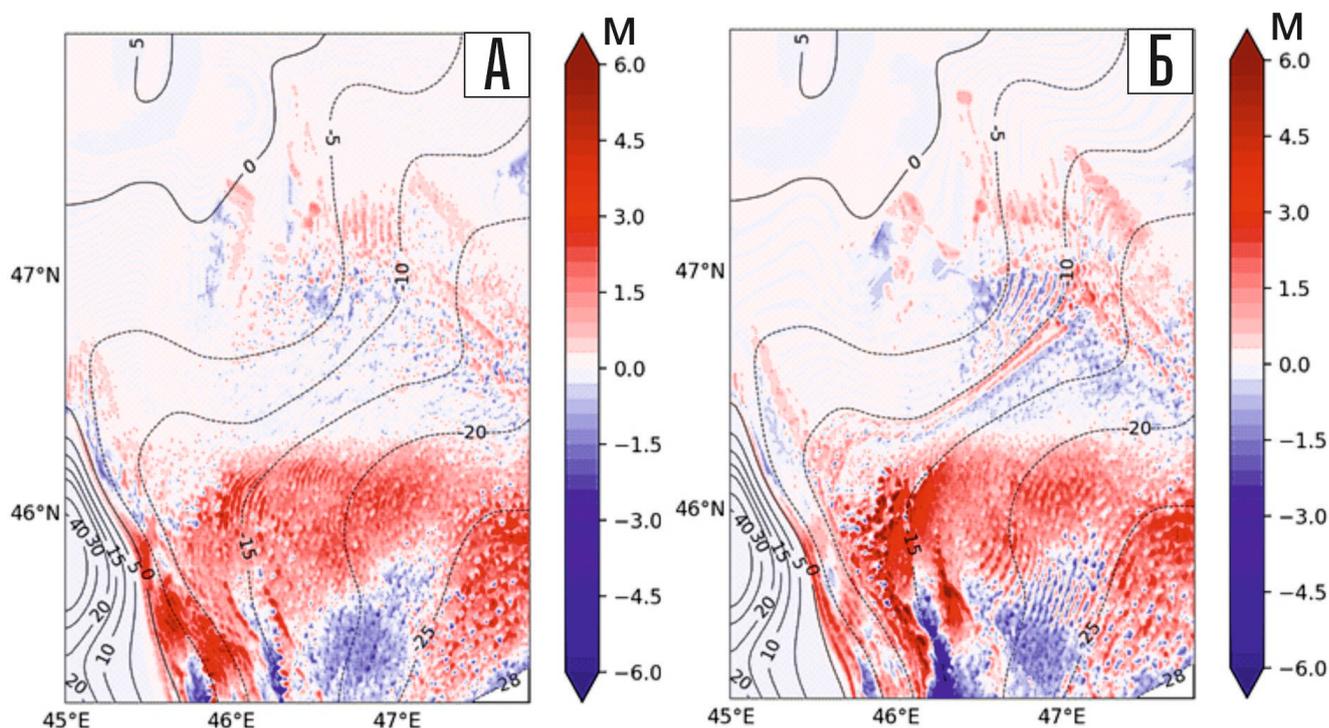


Рисунок 4. Амплитуды вертикальные деформаций для района моделирования за период в 1000 лет в рамках C1 (а) и C2 (б) с учетом ветро-волнового воздействия в мелководной прибрежной зоне

5.2. Аналоги бэровских бугров

Внутреннее строение бугров отражает стадии развития линейных дюн и совпадает со стадиями развития таковых в пустыне Намиб (Bristow et al., 2000). Существует ряд аналогичных по облику и взаиморасположению, а в некоторых случаях и по внутреннему строению, форм: линейные дюны пустынь Негев, Намиб, дюнного поля Малли в Австралии, грядово-ложбинный комплекс рельефа на Ишим-Тобольском междуречье.

5.3. Абсолютный возраст бугровых отложений и возраст бугров

Результаты радиоуглеродного датирования раковин моллюсков по четырем образцам раковинного материала из бугров Яксатово, Мирный, Сарай-Бату с контакта между шоколадными глинами и бугровой толщей показали возраст от 16.4 до 13.8 кал. тыс. л. н. (Рисунок 5) (Лобачева и др., 2021). Возрастной интервал потенциального формирования бугров заключается между 13.8 и 8.6 кал. тыс. лет назад.

Датирование раковинного материала радиоуглеродным методом из бугровой толщи или с контактов внутри нее неуместно из-за его переотложенности. Наиболее надежным методом определения возраста отложений бугров является OSL–датирование, как правило, дающее отличные результаты при изучении эоловых отложений.

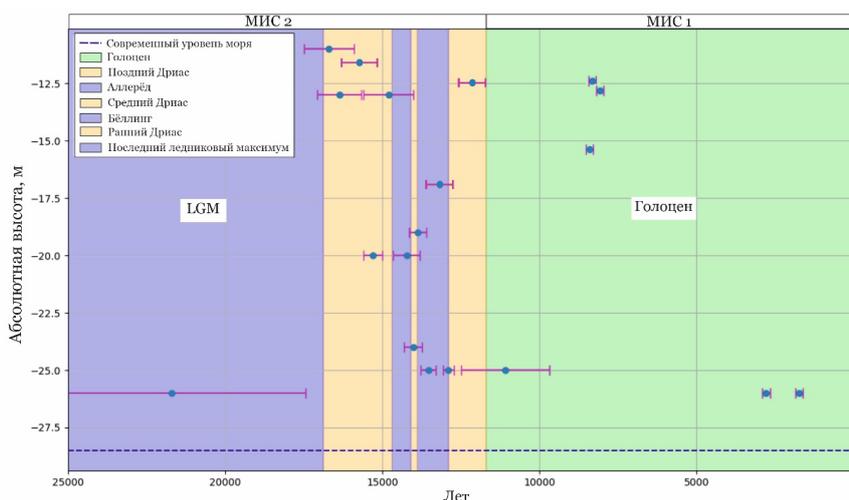


Рисунок 5. Абсолютные даты, полученные из бугровых прослоев и отложений их подстилающих (по материалам из Таблицы 5.3.1)

5.4. Стадии и палеогеографические условия формирования и развития бэровских бугров

Бэровские бугры являются сложными денудационно-аккумулятивными образованиями комплексного генезиса. Современный облик этих форм был создан рядом гетерогенных и гетерохронных процессов, тесно сопряженных между собой в пространстве.

Автором, на основании проведенных комплексных исследований, представлена результирующая схема последовательного формирования рельефа бэровских бугров (Рисунок 6).

1 этап — Позднешхвалынский. Образование морского денудационно-аккумулятивного рельефа со сложной морфологией на мелководье Северного Каспия за счёт ветро-волнового воздействия на фоне падения уровня моря по мере регрессирования позднешхвалынского бассейна; этот рельеф — цоколь для последующего формирования эолового рельефа. Сформировалась Литофация 4, а предшествовало ему накопление шоколадных глин (Литофация 3) в раннешхвалынском бассейне, которые залегают в цоколе бугров;

2 этап — Мангышлакский. Накопление основной толщи бугров, Литофаций 1 и 2, в максимум мангышлакской регрессии в условиях аридного климата за счёт активного эолового переувлажнения шоколадных глин (Литофация 3), аллювия и морских осадков позднешхвалынского бассейна (Литофация 4). Процесс эоловой аккумуляции был сопряжен с локальным размывом склонов и цоколей бугров многочисленными дельтовыми палеопотоками Волги, Сарпы и других малых водотоков, следовавших за отступающим морем с началом регрессии; где некоторые протоки отмирали и переувлажнялись ветром, формируя линейные дюны, об этом свидетельствует высокая приуроченность бугров к палеодельтам позднешхвалынского времени; часть бугров размывта в дельте Волги в результате мангышлакского вреза;

3 этап — Новокаспийский. Стабилизация дюн и закрепление их растительностью с ростом увлажненности климата в начале голоцена; в ильменах и дельте Волги происходит размыв склонов бугров сгонно-нагонными явлениями и протоками дельты в периоды подъема уровня моря в новокаспийское время; эоловая активность постепенно снижается, межбугровые пространства в пределах трансгрессии и ее стадий заняты водоёмами-ильменями;

4 этап — Современный. Изменение морфологии бугров хозяйственной деятельностью человека (добыча полезных ископаемых, селитебная деятельность) с позднего голоцена и по настоящее время. Возникновение первых поселений в дельте Волги в эпоху бронзы.

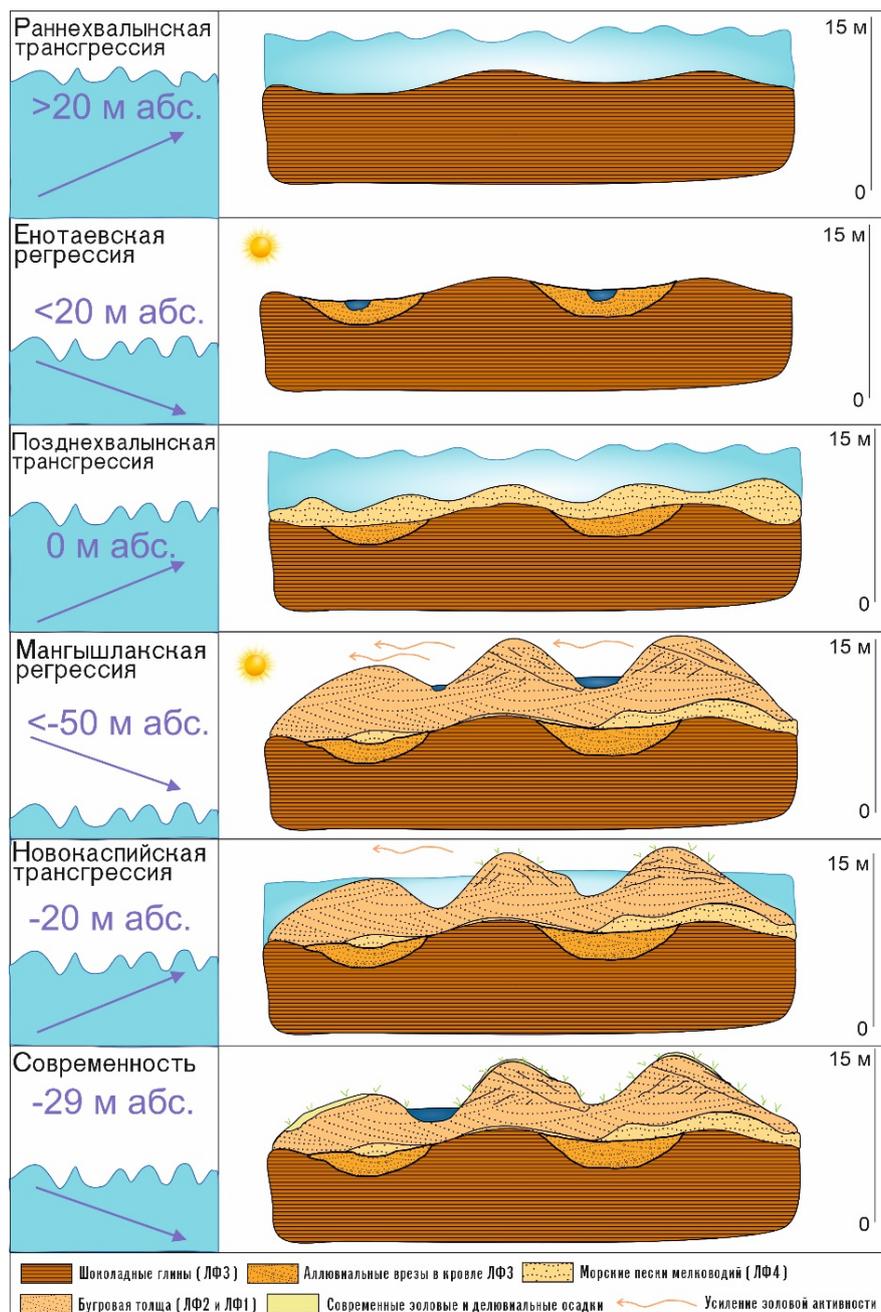


Рисунок 6. Результирующая схема формирования рельефа бэровских бугров

На основе проведенного исследования, автор предлагает следующие варианты определения понятия «бэровский бугор»:

(а) узкое:

Бэровские бугры — это грядовые формы рельефа комплексного генезиса, широко распространённые в Северном Прикаспии, имеющие линейную морфологию;

(б) широкое:

Бэровские бугры — это денудационно-аккумулятивные формы, основанием которых служит рельеф, образовавшийся на каспийском мелководье при ветро-волновом воздействии при спаде уровня позднехвалынского моря, на этапе мангышлакской регрессии надстроенные эоловыми процессами из материала морских осадков до линейных дюн, впоследствии претерпевшие эрозионное воздействие палеопотоками дельт Волги и Сарпы, а затем испытавшие антропогенную трансформацию в позднеголоценовое время.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основная задача работы — установление этапов и реконструкция палеогеографических условий формирования и развития бэровских бугров на территории Северного Прикаспия — выполнена на основе геоморфолого-палеогеографического изучения форм рельефа и слагающих их отложений с привлечением результатов математического моделирования.

Получены следующие выводы:

1. Бэровские бугры — это грядовые денудационно-аккумулятивные формы рельефа комплексного генезиса: бугровая толща создана эоловыми процессами на морском рельефе позднехвалынского возраста. В настоящее время нигде на территории Северного Прикаспия не образуется рельеф, подобный бэровским буграм, что свидетельствует об отсутствии условий, благоприятных для их формирования. Бэровские бугры в настоящее время испытывают активное эрозионное, дефляционное и антропогенное воздействие и являются реликтовыми формами.
2. Согласно моделированию прибрежной морфолитодинамики в северо-западной части Каспия, с учётом понижения уровня моря и ветро-волнового воздействия происходит образование узких поперечных структур, подобных бэровским буграм, но не достигающих их морфометрических параметров.
3. Возрастной интервал потенциального формирования бугров заключается между 13.8 и 8.6 кал. тыс. лет назад.
4. В развитии рельефа бэровских бугров выделяется 4 этапа: позднехвалынский, мангышлакский, новокаспийский и современный.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю д.г.н., профессору Т.А. Яниной за руководство диссертационной работой; к.г.н.

Е.Н. Бадюковой за полезные наставления; коллективу НИЛ новейших отложений и палеогеографии плейстоцена; к.г.н. Р.Р. Макшаеву за конструктивные советы и помощь; д.с.-х.н. М.П. Лебедевой за возможность проведения совместных микроморфологических исследований; к.б.н. П.П. Кречетову за возможность проведения гранулометрического анализа; к.г.-м.н. А.С. Застрожнову за проведение экспедиций; к.г.-м.н. Д.В. Назарова за помощь в проведении текстурного анализа отложений; с.н.с. В.В. Фомину за проведение совместных математических экспериментов; профессору С. Крооненбергу (Нидерланды) за ценные советы; к.и.н. С.А. Котенькову; всей кафедре геоморфологии и палеогеографии за полезные советы и конструктивную критику.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе ядра Российского индекса научного цитирования «eLibrary Science Index», рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности и отрасли наук:

1. **Лобачева Д.М., Бадюкова Е.Н., Макшаев Р.Р.** Литофациальное строение и условия накопления отложений бэровских бугров Северного Прикаспия // Вестник Московского университета. Серия 5: География. — 2021. — № 6. — С. 89–101. EDN: YXAUGY / 0,812 п.л. *Импакт-фактор 0,287 (SJR). Вклад соискателя 80%.*
2. **Бричёва С.С., Гоников Т.В., Панин А.В., Деев Е.В., Матасов В.М., Дорошенков М.М., Энтин А.Л., Лобачева Д.М.** О происхождении грядового рельефа Курайской котловины (юго-восточный Алтай) в свете морфометрических и георадарных исследований // Геоморфология. — 2022. — Т. 53, № 4. — С. 25–41. EDN: ВОНВТQ / 1,85 п.л. *Импакт-фактор 1,062 (SJR). Вклад соискателя 20%.*
3. **Lobacheva D.M., Badyukova E.N., Makshaev R.R.** Sedimentary characteristics of Baer knolls deposits in the Volga River Delta // Геоморфология и палеогеография. — 2023. — Vol. 54, no. 3. — P. 67–80. EDN: WDAEYY / 0,875 п.л. *Импакт-фактор 0,212 (SJR). Вклад соискателя 80%.*
4. **Лобачева Д.М., Бадюкова Е.Н., Макшаев Р.Р.** Положение протоков палеодельты Волги в конце хвалынского времени по геоморфологическим данным // Аридные экосистемы. — 2023. — Т. 29, № 3. — С. 24–35. EDN: VTESSF / 0,625 п.л. *Импакт-фактор 1,992 (РИНЦ). Вклад соискателя 80%. [Англоязычная версия: **Lobacheva D.M., Badyukova E.N., Makshaev R.R.** The positions of the channels of the Volga Paleodelta at the end of the Khvalynian time according to geomorphological data // Arid Ecosystems. — 2023. — Vol. 29, no. 3. — P. 15–23. EDN: YBHGIZ / 0,56 п.л. *Импакт-фактор 0,6 (JIF). Вклад соискателя 80%.*].*

5. Котеньков С.А., Макшаев Р.Р., Лобачева Д.М., Матлахова Е.Ю. Волго-Каспийский канал в XVIII в.: историко-географическая реконструкция судоходного маршрута // Вестник Московского университета. Серия 5: География. — 2024. — Т. 79, № 3. — С. 149–161. EDN: ККҮАQU / 0,82 п.л. Импакт-фактор 0,245 (SJR). Вклад соискателя 40%.
6. Котеньков С.А., Лобачева Д.М. Карта и записки Энгельберта Кемпфера 1697 г. историко географический анализ // Вестник Московского университета. Серия 5: География. — 2024. — Т. 79, № 5. — С. 114–123. EDN: CXBFUC / 0,625 п.л. Импакт-фактор 0,245 (SJR). Вклад соискателя 50%.
7. Makshaev R.R., Yanina T.A., Bolikhovskaya N.S., Matlakhova E.Yu., Semikolennykh D.V., Tkach N.T., Lobacheva D.M., and Tkach A.A. The timing and sedimentary facies of the early Khvalynian stage in the Lower Volga Region (Northern Caspian Lowland) // Quaternary Science Reviews. — 2025. — Vol. 369, p. 109601. — DOI: 10.1016/j.quascirev.2025.109601 / 1,062 п.л. Импакт-фактор 1,334 (SJR). Вклад соискателя 20%.
8. Матлахова Е.Ю., Макшаев Р.Р., Лобачева Д.М., Лысенко Е.И., Ткач А.А., Ткач Н.Т., Котеньков С.А., Соловьев Д.С. Влияние колебаний уровня Каспия и динамики русловой сети дельты Волги на расположение и развитие хазарских поселений Семибугоринского археологического комплекса // Limnology and Freshwater Biology. — 2024. — № 4. — С. 510–515. EDN: HJLIFB / 0,14 п.л. Импакт-фактор 0,289 (РИИЦ). Вклад соискателя 20%. [Англоязычная версия: Matlakhova E.Y., Makshaev R.R., Lobacheva D.M., Lysenko E.I., Tkach A.A., Tkach N.T., Koten'kov S.A., and Soloviev D.S. The influence of the Caspian Sea level fluctuations and river channels network dynamics in the Volga River delta on the location and development of Khazar settlements of the Semibugorinsky archaeological complex // Limnology and Freshwater Biology. — 2024. — № 4. — С. 510–515. — DOI: 10.31951/2658-3518-2024-A-4-510 / 0,14 п.л. Импакт-фактор 0,167 (SJR). Вклад соискателя 20%.].
9. Макшаев Р.Р., Матлахова Е.Ю., Ткач Н.Т., Лобачева Д.М., Лысенко Е.И., Ткач А.А. Влияние раннехвалынской трансгрессии Каспия на строение долины Волги и ее притоков (ключевой участок Малый Караман, Саратовская область) // Геоморфология и палеогеография — 2025. — Т. 56, № 1. — С. 116–129. EDN: DNXQPH / 0,875 п.л. Импакт-фактор 0,194 (SJR). Вклад соискателя 20%.

Прочие публикации:

10. Бадюкова Е.Н., Лобачева Д.М. Бэровские бугры в дельте Волги и Северном Прикаспии // В кн.: Дельта Волги. Эволюция природной среды в условиях изменений климата. Под ред. Т.А. Яниной — М.: Географический факультет МГУ, ООО «Красногорская типография» Москва, 2019. — С. 116–149. / 3,81 п.л. Вклад соискателя 40%.