

КАСПИЙ В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ:
ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ЧЕЛОВЕК

УДК 551.89→551.435.1(470.44)

ВЛИЯНИЕ РАННЕХВАЛЫНСКОЙ ТРАНСГРЕССИИ КАСПИЯ
НА СТРОЕНИЕ ДОЛИНЫ ВОЛГИ И ЕЕ ПРИТОКОВ
(КЛЮЧЕВОЙ УЧАСТОК МАЛЫЙ КАРАМАН,
САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)[#]

© 2025 г. Р. Р. Макшаев^{1,*}, Е. Ю. Матлахова¹, Н. Т. Ткач², Д. М. Лобачева¹,
Е. И. Лысенко¹, А. А. Ткач¹

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, Москва, Россия

²Геологический институт РАН, Москва, Россия

*E-mail: radikm1986@mail.ru

Поступила в редакцию 28.07.2024 г.

После доработки 15.09.2024 г.

Принята к публикации 22.11.2024 г.

Раннехвалынская трансгрессия Каспия является одной из крупнейших в позднем плейстоцене, в связи с этим в долине Волги и ее притоков формировался обширный палеоэстуарий. Формирование террас в речных долинах региона, таким образом, тесно связано с трансгрессивно-регрессивной динамикой Каспийского моря. В данной работе рассматривается ключевой участок долины р. Малый Караман (левый приток Волги), его морфология и строение, литологический состав и возраст отложений, слагающих террасы, для установления влияния раннехвалынской трансгрессии Каспия на строение долины.

Ключевые слова: раннехвалынская трансгрессия Каспия; строение речных долин; Среднее Поволжье

DOI: 10.31857/S2949178925010069, EDN: DNXQPH

1. ВВЕДЕНИЕ

Раннехвалынская трансгрессия Каспийского моря является одной из крупнейших в позднем плейстоцене. По мнению большинства исследователей положение максимального уровня береговой линии достигало абс. отметок 45–48 м, а площадь бассейна – более 900 тыс. км² (Федоров, 1957; Москвитин, 1962; Квасов, 1975; Свиточ, 2014 и др.). По другим представлениям (Бадюкова, 2021), максимальный уровень раннехвалынского бассейна не превышал отметок 30 м абс. В эпоху максимального развития раннехвалынского бассейна в долине р. Волги формировался протяженный палеоэстуарий, достигавший южной части Самарской Луки (Москвитин, 1958), а по данным (Обе-

диентова, Губонина, 1962), он достигал низовьев долины р. Большой Черемшан.

В долине р. Волги от Самарской Луки и до ее выхода на Прикаспийскую низменность (низовья р. Еруслан) выделяется 4 террасовых уровня (Москвитин, 1958, 1962; Горецкий, 1966; Геологическая карта..., 1967; Обедиентова, 1977; Государственная геологическая..., 2017). Первая терраса Волги ниже Самарской Луки располагается примерно на 16–18 м абс. высоты (~до 4–6 м над урезом водохранилища). К югу ее уровень постепенно снижается до 2–5 м абс. (Четвертичные отложения..., 1978). Первая терраса р. Волги единственная из всех сложена чисто аллювиальными отложениями и сформирована деятельностью реки без влияния моря. Вторая терраса (20–22 м абс.) в Среднем Поволжье (по крайней мере, ниже по течению от Самарской Луки) сформирована в раннехвалынское время (Москвитин, 1962; Обедиентова, 1977; Четвертичные отложения..., 1978; Свиточ, 2000). Третья терраса сформирована в хазарское время, однако в ее строении отмечаются нижнехвалынские отложения, слагающие ее верхнюю часть до высот

[#] Ссылка для цитирования: Макшаев Р.Р., Матлахова Е.Ю., Ткач Н.Т., Лобачева Д.М., Лысенко Е.И., Ткач А.А. (2025). Влияние раннехвалынской трансгрессии Каспия на строение долины Волги и ее притоков (ключевой участок Малый Караман, Саратовская область). *Геоморфология и палеогеография*. Т. 56. № 1. С. 116–129. <https://doi.org/10.31857/S2949178925010069>. <https://elibrary.ru/DNXQPH>

45–48 м абс. (Москвитин, 1962). Состав отложений, слагающих террасы различен. Вторая терраса сложена слоистыми, массивными темно-коричневыми глинами, получившими название “шоколадные глины”. Формирование этих отложений связывают с озерно-лиманными, эстуарными условиями и относят к раннехвалынской стадии (Брицина, 1954; Федоров, 1957; Москвитин, 1958; Васильев, 1961). Отдельные данные свидетельствуют о том, что нижнехвалынские отложения слагают верхний уровень третьей террасы, что подтверждается данными о геологическом строении на нескольких береговых разрезах Среднего Поволжья (Москвитин, 1962; Обедиентова, 1977). В составе третьей террасы раннехвалынские отложения слагают лишь самую верхнюю ее часть и представлены слоистыми светло-коричневыми песками и суглинками, под которыми залегают мощные аллювиальные и лёссовидные отложения позднехазарского и ранневалдайского комплексов (Svitoch et al., 2021).

В настоящее время основные представления о раннехвалынском этапе опираются на результаты, полученные по опорным разрезам Нижнего Поволжья (Федоров, 1957; Васильев, 1961; Москвитин, 1962; Седайкин и др., 1987; Свиточ, Янина, 1997; Янина и др., 2017; Курбанов и др., 2023; Makshaev, Svitoch, 2016; Svitoch, Makshaev, 2020; Zastrozhnov et al., 2020; Kurbanov et al., 2021, 2022). Согласно имеющимся данным, развитие раннехвалынского этапа произошло на интервал 20–12.7 тыс. л. н. Однако до сих пор остается открытым ряд вопросов: о возрасте и границах распространения максимальной стадии раннехвалынского бассейна, о времени и особенностях формирования основных террасовых уровней на территории Среднего Поволжья, а также накопления нижнехвалынских отложений. Для уточнения этих вопросов авторами были выполнены исследования на одном из ключевых участков в Среднем Поволжье – в долине левого притока Волги – р. Малый Караман (между населенными пунктами Чапаевка и Бородаевка). В настоящей работе приводятся результаты комплексного изучения нижнехвалынских отложений, полученные путем исследования береговых разрезов и керн скважин в центральной части долины р. Малый Караман.

2. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Река Малый Караман является левым притоком р. Волги, протекает с северо-востока на юго-запад, имеет длину 89 км, площадь водосбора – 1050 км² (Ресурсы..., 1971). Исток реки располагается на западном макросклоне Общего Сырта на абс. отметках 65–70 м. Устье разветвленное, река впадает в обширный залив Волгоградского водохранилища

в 1 км южнее г. Маркс (Саратовская обл.). В долине р. Малый Караман выделяются три террасовых уровня. Склоны правого борта долины часто крутые 20–35° с отвесными участками и изрезаны глубокими V-образными оврагами. В днище долины встречаются старицы, располагающиеся на 2–3 м выше современного меженного уровня реки. Ширина долины достигает 1–2 км в центральной части и более 5 км в районе устья. Русло р. Малый Караман меандрирующее, шириной от 6–10 м в среднем течении до 100–200 м в районе устья (за счет подпорного влияния водохранилища).

В бортах долины вскрываются мощные толщи плейстоценовых отложений, представленные апшеронскими песчаниками, раннехазарскими песками, палеопочвенными сериями микулинского и брянского возрастов, ательскими лёссовидными суглинками, нижнехвалынскими глинами и песками (Москвитин, 1962). Рядом исследователей в апшеронских и нижнехвалынских отложениях были выделены малакофаунистические комплексы (Москвитин, 1962).

3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе проведенных авторами исследований был применен комплексный подход по изучению опорных объектов, включавший детальный анализ литературных источников, геоморфологический обзор территории, расчистку и детальное описание береговых обнажений, проведение ручного бурения, геодезическую привязку (GNSS EFT M-1), фотофиксацию изученных слоев, отбор проб для дальнейшего проведения лабораторных исследований (анализов: геохимического, минералогического, радиоуглеродного и OSL).

3.1. Полевые исследования

В ходе полевых работ было изучено строение трех береговых обнажений (МК-О, МК-3 и МК-10), и заложен поперечный профиль через долину р. Малый Караман на ключевом участке (рис. 1). Три разреза (МК-3, МК-10, МК-О) были заложены на береговых обрывах р. Малый Караман, вскрывающих строение 1–3 террас. Буровые исследования проводили с помощью портативного ручного комплекта Eijkelkanp с керновой колонкой длиной 30 см и диаметром 30 мм. Было пробурено 5 скважин (МК-1, МК-2, МК-4, МК-8 и МК-9) глубиной от 7 до 12 м.

Общий план района исследований был снят с помощью беспилотного-лётального аппарата (БПЛА) DJI Phantom 4 Advanced с высоты 50 м с небольшим вертикальным отклонением. Снимки об-

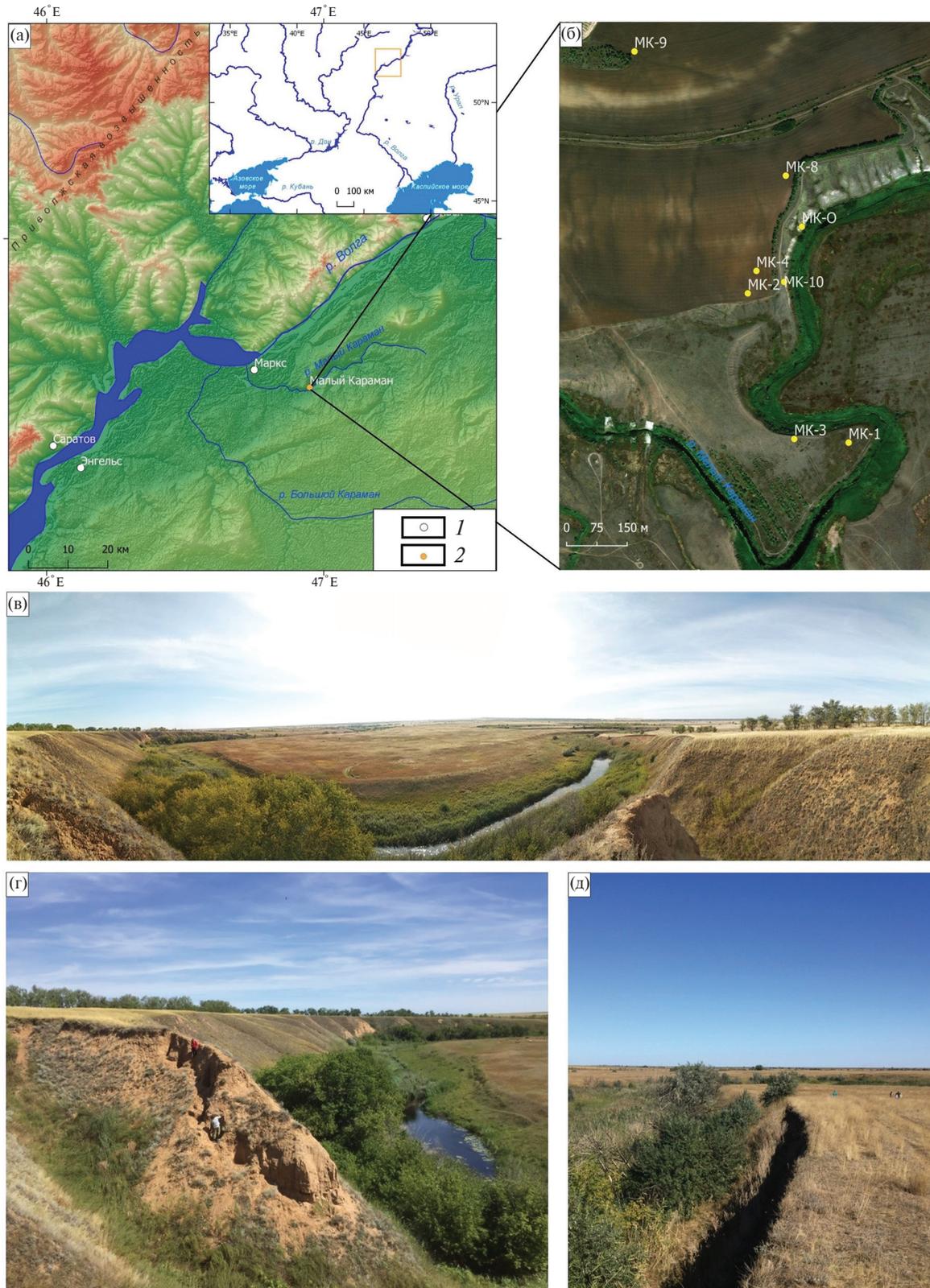


Рис. 1. Район исследования в долине р. Малый Караман. (а) – местоположение ключевого участка (SRTM): 1 – города, 2 – ключевой участок; (б) – исследованные точки (Bing Map); (в) – общий вид на долину; (г) – разрез МК-О; (д) – точки описания МК-3, МК-1.

Fig. 1. Study area in the Maliy Karaman River valley. (a) – location of the key site (SRTM): 1 – cities, 2 – key area; (б) – surveyed points (Bing Map); (в) – general view of the valley; (г) – section MK-O; (д) – key points MK-3, MK-1.

работывали в программе AgiSoft MethaShape v.1.5.1, получено облако точек (163 492 776 точек), построена цифровая модель местности (ЦММ) (6.98 см/пиксель) и ортофотоплан (4.82 см/пиксель).

В краевых частях ЦММ имеет искажения в рельефе из-за отсутствия, в первую очередь, высотной привязки с помощью глобальной на-

вигационной спутниковой системы. Поэтому для анализа рельефа использовали только центральную часть ЦММ, приведенную на рис. 2. На этой основе была составлена геоморфологическая карта территории. По результатам исследования строения разрезов и скважин построен поперечный профиль (от МК-9 до МК-3)

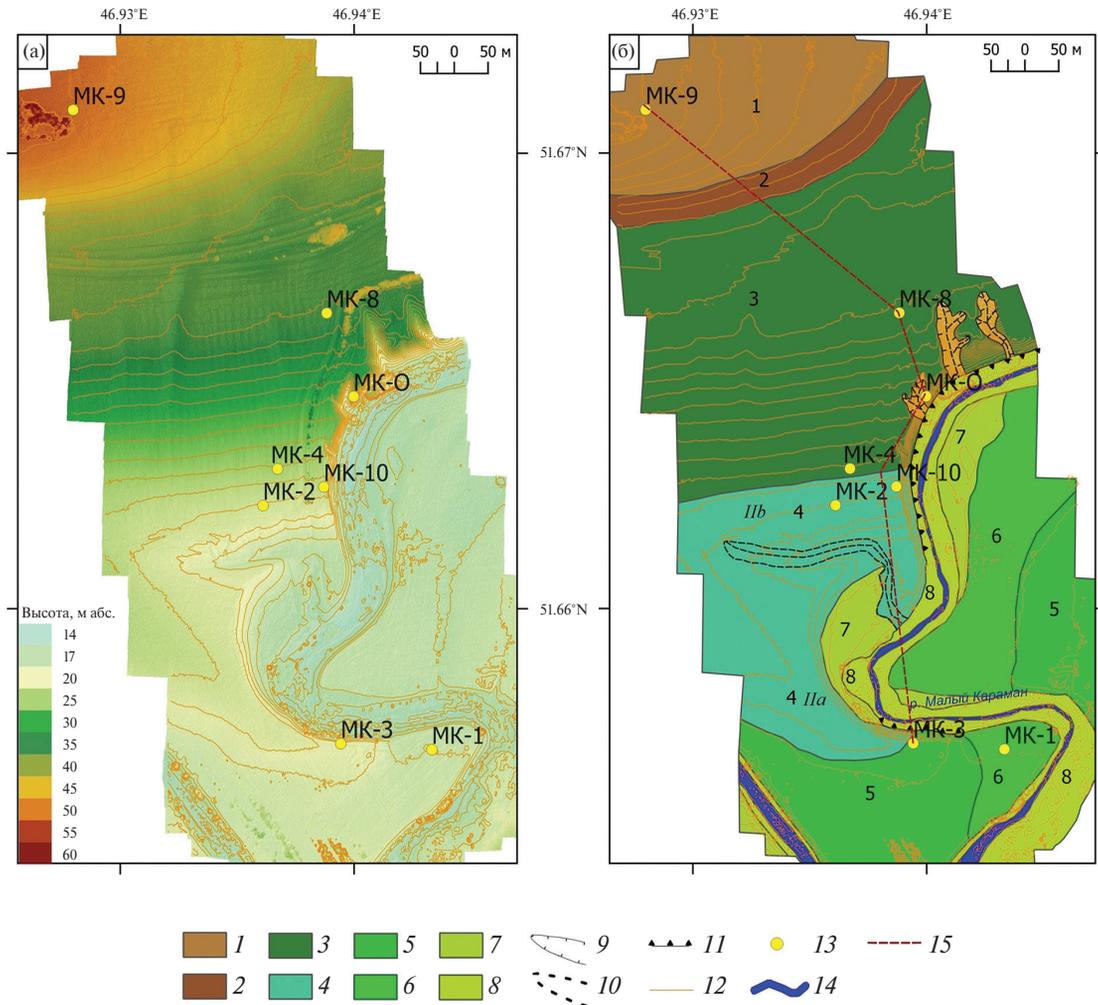


Рис. 2. Геоморфологическая карта района ключевого участка в долине р. Малый Караман: (а) – гипсометрическая карта (ЦММ, созданная в рамках данного исследования), (б) – геоморфологическая карта.

1 – междуречье; денудационный рельеф: 2 – эрозионно-денудационный склон (Q_3); аккумулятивный рельеф (аллювиально-морской): 3 – поверхность третьей надпойменной террасы (Q_3^{hv1-1}), 4 – поверхность второй надпойменной террасы, уровни IIa и IIb (Q_3^{hv1-2}); аккумулятивный рельеф (аллювиальный): 5 – поверхность первой надпойменной террасы (Q_{3-4}); поверхность поймы: 6 – высокой (Q_4), 7 – средней (Q_4), 8 – низкой (Q_4); формы и элементы рельефа: 9 – овраги, 10 – ложбины, 11 – обрывы; прочие обозначения: 12 – изолинии; 13 – опорные точки; 14 – русло реки; 15 – линия профиля.

Fig. 2. Geomorphological map of the key site in the Maliy Karaman River valley: (a) – hypsometric map (DTM created in this study), (b) – geomorphological map.

1 – interfluvium; denudation relief: 2 – erosion-denudation slope (Q_3); accumulative relief (alluvial-marine): 3 – surface of the third floodplain terrace (Q_3^{hv1-1}), 4 – surface of the second floodplain terrace, levels IIa and IIb (Q_3^{hv1-2}); accumulative relief (alluvial): 5 – surface of the first floodplain terrace (Q_{3-4}); the surface of the floodplain: 6 – of high (Q_4), 7 – of middle (Q_4), 8 – of low (Q_4); relief forms and elements: 9 – ravines, 10 – hollows, 11 – cliffs; other designations: 12 – isolines; 13 – key points; 14 – river bed; 15 – profile line.

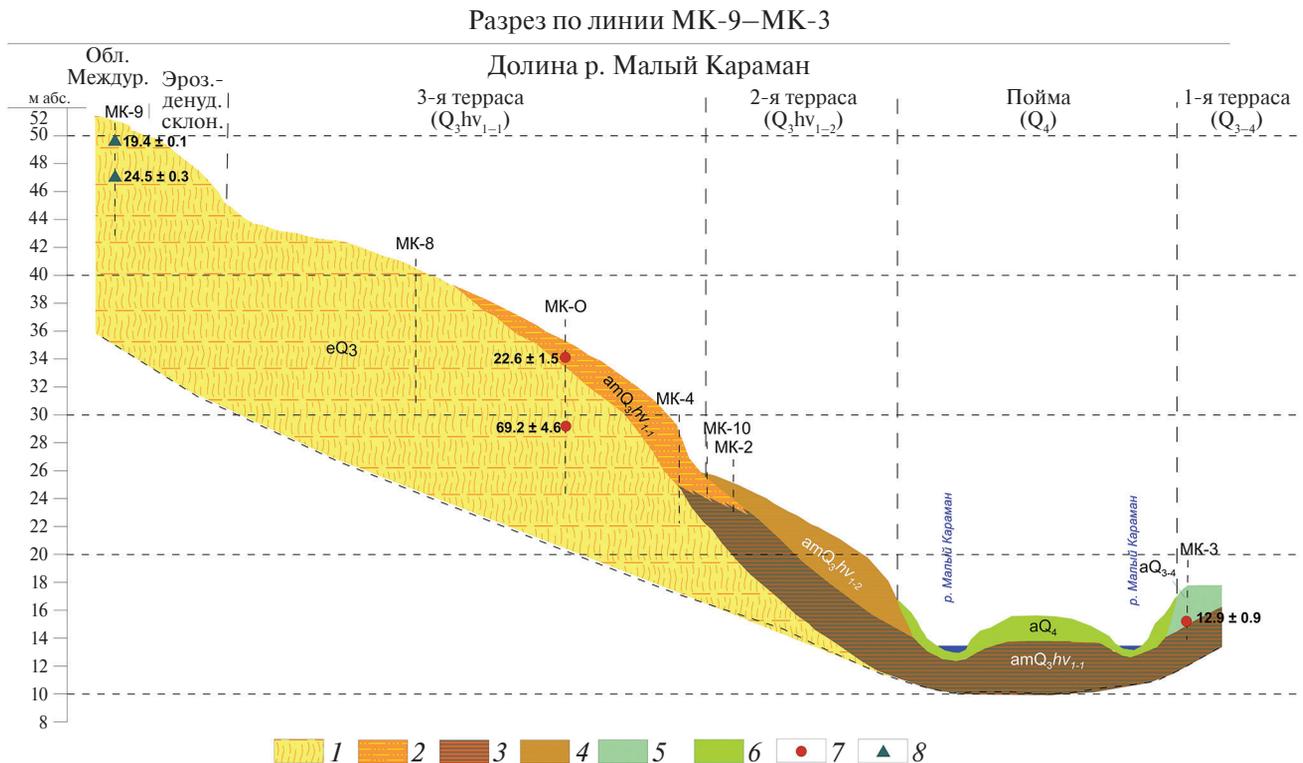


Рис. 3. Геолого-геоморфологический профиль по линии МК-9-МК-3 (долина р. Малый Караман).

1 – лёссовидные суглинки (более 15 м), eQ₃; 2 – нижнехвалынский горизонт аллювиально-морские отложения, пески, алевриты, глины (до 6 м), amQ₃^{hv1-1}; 3 – нижнехвалынский горизонт аллювиально-морские отложения, алевриты, глины шоколадные (4–6 м), amQ₃^{hv1-1}; 4 – нижнехвалынский горизонт, аллювиально-морские отложения, алевриты, глины шоколадные (2–4 м), amQ₃^{hv1-2}; 5 – аллювиальные отложения, пески, супеси (до 2.5 м), aQ₃₋₄; 6 – голоценовый горизонт, аллювиальные отложения, пески, супеси (1–2 м), aQ₄; 7 – IRSL даты (тыс. л.); 8 – радиоуглеродные даты (кал. тыс. л.).

Fig. 3. Geological and geomorphological profile along the line MK-9-MK-3 (Maliy Karaman River valley).

1 – loess like loams (more than 15 m), eQ₃; 2 – Lower Khvalynian horizon, alluvial-marine deposits, sands, siltstones, clays (up to 6 m), amQ₃^{hv1-1}; 3 – Lower Khvalynian horizon, alluvial-marine deposits, siltstones, chocolate clays (4–6 m), amQ₃^{hv1-1}; 4 – Lower Khvalynian horizon, alluvial-marine deposits, siltstones, chocolate clays (2–4 m), amQ₃^{hv1-2}; 5 – alluvial deposits, sands, sandy loams (up to 2.5 m), aQ₃₋₄; 6 – Holocene horizon, alluvial deposits, sands, sandy loams (1–2 m), aQ₄; 7 – IRSL dates (ka); 8 – radiocarbon dates (ka cal).

от уреза (13 м абс.) до междуречья (52 м абс.) (рис. 3).

3.2. Аналитические работы

Для датирования методом оптически стимулированной люминесценции (OSL) были отобраны образцы глин и песков из нижнехвалынских и ательских отложений из точек МК-3 и МК-О. Пробоподготовка и измерения полевого шпата, содержащегося в образцах, производились в Таллинском технологическом университете с помощью IRSL-методики (индекс-RLQG) (Molod'kov, Bitinas, 2006).

Радиоуглеродный (AMS) анализ восьми образцов суглинков и глин, содержащих органическое вещество, проведен в лаборатории радиоуглеродно-

го датирования и электронной микроскопии Института географии РАН (индекс-ИГАН_{АМС}). Все образцы были откалиброваны в программе OxCal 4.3 (Bronk, Ramsey, 2013) с применением калибровочной шкалы IntCal20 (Reimer et al., 2020).

4. ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДОЛИНЫ Р. МАЛЫЙ КАРАМАН

На изученном профиле между скважинами МК-9–МК-3 (рис. 3) в долине Малого Карамана представлены следующие формы и элементы рельефа (рис. 2).

Низкая пойма (14 м абс., 1 м над урезом воды) протягивается узкой полосой вдоль русла р. Малый Караман, ее ширина не превышает 15–20 м. Для нее характерно высокое зарастание камышом

и рогозом. Отложения низкой поймы представлены мелкозернистыми песками, переслаивающимися с тонкими алевритами.

Средняя пойма (15 м абс., 2 м над урезом) представлена небольшими участками на левом и правом берегах р. Малый Караман. Для нее характерно наличие небольших ложбин, сформированных в периоды высокого половодья. Растительный покров представлен разнотравно-типчаково-ковыльной ассоциацией.

Высокая пойма (16–17 м абс., 3–4 м над урезом) занимает значительную часть долины р. Малый Караман на исследуемом участке. На ней была заложена скважина МК-1 глубиной 7.4 м. Вскрытые отложения представлены темно-серой супесью до 0.8 м ниже которой залегают: светло-бурая супесь (0.3 м, здесь и далее в скобках указывается мощность слоя); светло-серая супесь с карбонатными и белесовыми включениями, в средней части суглинистая, в нижней части – песчаная (2.9 м); светло-коричневый суглинок с железистыми и марганцевыми примазками (2.5 м); сизая супесь с маломощным прослоем песков (0.9 м); песок сизый обводненный (0.2 м, видимая мощность).

Первая терраса (17–19 м абс., 4–6 м над урезом) на исследуемом участке достигает ширины 250 м. Строение террасы исследовано в береговом разрезе между точками МК-1 и МК-3. С поверхности террасы покрыта маломощным почвенным горизонтом (черноземы южные, 0.3 м), ниже залегают суглинки светло-серые (аллювиальные отложения), плотные, с карбонатными включениями, в нижней части более темных оттенков, со следами кротовин во всем слое (0.9 м), далее – супеси серо-коричневые, кослоистые (видимой мощностью 2.5 м).

Вторая терраса занимает обширную область на правобережье долины р. Малый Караман и условно разделяется на два уровня (IIa и IIb на высотах 20–22 и 22–26 м абс., 7–9 и 9–13 м над урезом соответственно).

Строение *второй террасы IIa* (20–22 м абс.) исследовано в береговом разрезе МК-3 (20 м абс., 7 м над урезом). Верхняя часть разреза представлена почвенным горизонтом (черноземы южные, 0.4 м), ниже залегает толща серых слоистых супесей (1.6 м) с включениями корней растений и кротовинами. Контакт с нижележащим горизонтом нижнехвалынского отложения резкий (рис. 4а). Подстилающие нижнехвалынские отложения представлены глинами темно-коричневыми (шоколадными) мощностью 3.8 м, в верхней части тонкослоистыми, переслаивающимися каждые 3–4 см с песками серыми, мелкозернистыми. В средней части толщина песчаных прослоев увеличивается до 1–2 см, слои часто ожелезнены. В нижней части глины становятся более плотными

и массивными. Во всей толще встречаются крупные (4–5 см) кристаллы (“розы”) гипса. Ниже залегают серо-сизые глины, переслаивающиеся с коричневыми алевритами и глинами со следами ожелезнения видимой мощностью 1.2 м. Из верхней части нижнехвалынского отложения был отобран образец (МК-3) для OSL-датирования.

Вторая терраса IIb (22–26 м абс.) имеет слабонаклонную (3–5°) поверхность в сторону реки. Строение второй террасы IIb вскрыто скважиной МК-2 и в береговом разрезе МК-10. Скважина МК-2 вскрывает следующие слои: почвенный горизонт (черноземы южные, пахотный горизонт 0.5 м); супеси коричнево-бурые, с включениями карбонатов и корнями растений (0.5 м); коричневая супесь, с карбонатными прослоями и марганцевыми и сизыми оглеенными примазками (0.8 м); светло-коричневый песок, с тонким прослоем сизого цвета и железистыми примазками (0.3 м); переслаивание коричневого песка и сизых и коричневых глин, в средней части преобладают прослои глин коричневого цвета (2.2 м); “шоколадные глины” переслаивающиеся с тонкими прослоями коричневых песков (4 м); коричнево-бурые пески (0.2 м) и переслаивание сизых глин с тонкими серыми песками (0.8 м, видимая).

Третья терраса (27–46 м абс., 14–33 м над урезом) занимает самую обширную часть на исследуемом участке долины р. Малый Караман. Ширина террасы достигает 300–350 м, уклон площадки террасы 3–5°. В нижней части террасы в скважине МК-4 (29 м абс., 16 м над урезом) представлены слои: почвенный горизонт (черноземы южные, 0.5 м); супесь коричневая с белесыми карбонатными включениями на глубине 1 м и марганцевыми примазками (0.7 м); супесь рыжевато-коричневая с редкими прослоями темно-коричневых глин. Ниже происходит уплотнение материала, встречаются прослои песков и кристаллов гипса (0.9 м), песок коричнево-рыжий с прослоями темно-коричневых глин, редкими включениями гипсов. С глубины 2.7 м пески переслаиваются каждые 8–10 см с темно-коричневыми глинами (1.9 м). Ниже залегают слоистые шоколадные глины с тонкими (1–2 мм) алевритовыми прослоями вскрытой мощностью 2.5 м. Средняя часть террасы вскрывается на левом борту глубокого V-образного оврага (точка МК-О, 35 м абс., 22 м над урезом). Сверху вниз вскрываются: почвенный горизонт (чернозем южный, 0.3 м); супеси светло-коричневые, плотные в нижней части слоистые (0.5 м); переслаивание светло-коричневых песков (10–12 см) и тонких (1–2 см) коричневых глин (3 м); пески светло-серые, кослоистые и линзовидные, через каждые 15–20 см встречаются коричневые прослои песков мощностью 4–5 см (3.5 м); суглинки светло-серые, лёссовидные, плот-

ные, с белесыми слоями в верхней части, на уровне 8.5 м видны следы палеопочв (4.5 м). С глубины 1.5 и 8 м были отобраны образцы нижнехвалынских (рис. 4б) и ательских отложений для проведения OSL-датирования.

В верхней части террасы на уровне 42 м абс. была заложена скважина МК-8 глубиной 6.8 м. Сверху вниз вскрыты следующие слои: почвенный горизонт (чернозем южный, пахотный горизонт 0.4 м). Ниже представлена толща коричневых легких суглинков и супесей с плавными неявными переходами по механическому составу и включениями гипса на глубине 4.8 м. Нижнехвалынские отложения отмечены в точках (МК-4 и МК-О).

Эрозионно-денудационный склон (46–50 м абс., 33–37 м над урезом) представлен узкой полосой на правобережном участке долины р. Малый Караман. Для склона характерно наличие густой сети древних ложбин.

Область междуречья (50–55 м абс., 37–42 м над урезом) занимает самую верхнюю часть исследуемого района. В центральной части была заложена скважина МК-9 (52 м абс.) глубиной 8.4 м. Отложения на данном участке представлены черно-

земами южными (пахотный горизонт, 0.4 м). Ниже залегает толща однородных светло-коричневых легких лёссовидных суглинков мощностью 8 м.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Отложения раннехвалынского этапа на изученной территории представлены коричневыми (шоколадными) глинами, слоистыми песками и алевритами. Они слагают вторую и верхние части третьей террасы и залегают в интервале высот от 6–8 до 32 м абс. Для третьей террасы (27–46 м абс.) строение нижнехвалынских отложений представлено слоистыми песками, алевритами с тонкими включениями коричневых глин (рис. 4б). В долине р. Малый Караман хвалынские отложения, слагающие высокие уровни (выше 35 м абс.), являются маломощными (до 1.5 м). Эти особенности отметил еще А.И. Москвитин (1962), изучивший строение долины р. Малый Караман. Схожее строение нижнехвалынских отложений фиксируется на левобережных разрезах, таких как Ровное, Красный Яр, Дмитровское и Приволжье (Саратовская и Самарская области). Данный фациальный комплекс развивался в трансгрессивных условиях и был приуро-

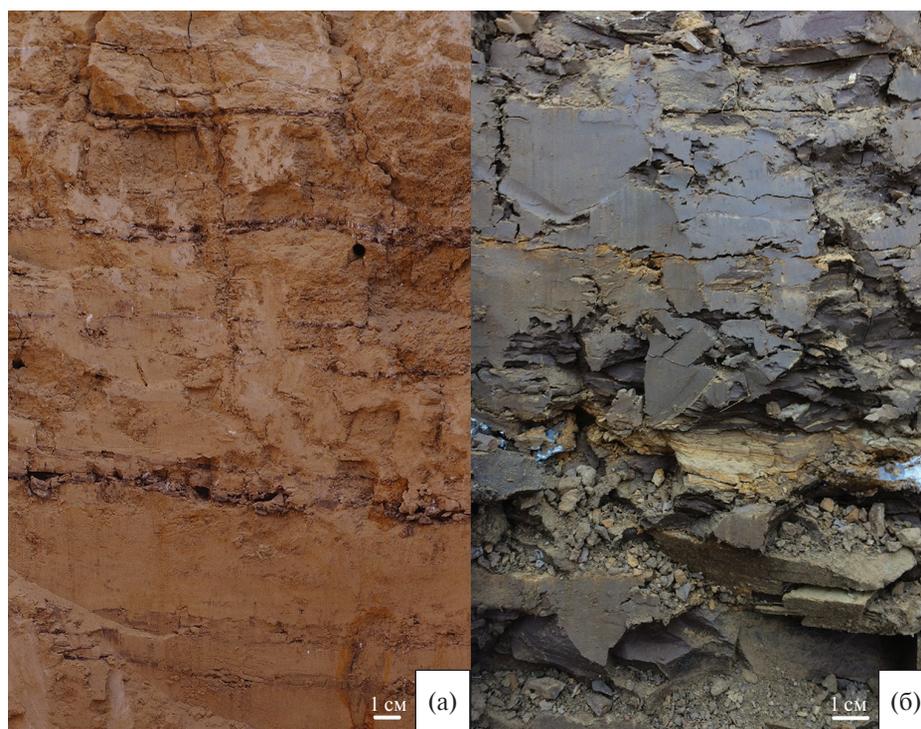


Рис. 4. Литофациальное строение нижнехвалынских отложений в долине р. Малый Караман: (а) – слоистые нижнехвалынские пески с прослоями глин (слой 2), разрез МК-О, (б) – нижнехвалынские шоколадные глины (слой 3), разрез МК-3.

Fig. 4. Lithofacies structure of the Lower Khvalynian deposits of the Maly Karaman River valley: (a) – layered Lower Khvalynian sands with clay interlayers (layer 2), section MK-O, (b) – Lower Khvalynian chocolate clays (layer 3), section MK-3.

чен к береговой зоне раннехвалынского эстуария, где происходила смена режима осадконакопления от речных условий к морским (Москвитин, 1962, Обедиентова, 1977). Маломощный горизонт хвалыньских отложений, залегающий на высоких уровнях, вероятно, свидетельствует о кратковременности этапа развития максимального уровня раннехвалынского бассейна.

Нижнехвалыньские отложения, слагающие вторую террасу, представлены слоистыми и массивными шоколадными глинами, мощность которых достигает 10–12 м. Они широко распространены в левобережной части долины Волги и хорошо идентифицируют положение палеоэстуария. Накопление шоколадных глин в палеоэстуарии Волги началось в период последнего ледникового максимума (ПЛМ) (25–18 тыс. л. н.). Это подтверждается литологическим строением и рядом абсолютных датировок нижнехвалыньских отложений.

Например, в основании нижнехвалыньских отложений разреза МК-3 отмечаются слоистые сизые и коричневые глины. Схожее строение отложений отмечено в разрезе Сабуровка (Саратовская область). Для групп нижеволжских разрезов – Светлый Яр, Ленинск, Цаган-Аман и Копановка – характерно схожее строение нижнехвалыньских отложений, а их мощность достигает 7–8 м. Для нижнего горизонта нижнехвалыньских отложений характерен постепенный переход шоколадных глин в слоистые коричневато-сизые глины (Свиточ и др., 2017; Курбанов и др., 2023; Kurbanov et al., 2021). Несмотря на значительную удаленность (приблизительно 350 км) приведенных нижеволжских разрезов от ключевого участка в долине р. Малый Караман, строение нижнехвалыньских отложений в целом сопоставимо и позволяет реконструировать начальную фазу

развития раннехвалыньской трансгрессии и формирования волжского палеоэстуария. Абсолютная высота горизонта сизых и коричневых глин в разрезе МК-3 приурочена к интервалу 8–10 м. Высотное положение нижнего горизонта сизых глин в разрезе Ленинск составляет 5–7 м абс. (Курбанов и др., 2023). Таким образом, к началу раннехвалыньского этапа для исследуемого района были характерны глубокие палеоврезы, развивавшиеся в период ательской регрессии (Федоров, 1957; Москвитин, 1962; Свиточ и др., 2017). Это в свою очередь подтверждается строением и залеганием аллювиальных отложений в долине р. Волги и ее крупных притоков (Горетский, 1966; Обедиентова, 1977; Матлахова, 2014; Матлахова и др., 2021).

По сизым глинам, относящимся к начальной фазе раннехвалыньской трансгрессии, имеется несколько радиоуглеродных и OSL-дат. Ряд OSL-дат сизых глин из разреза Ленинск оценен в 19–27 тыс. л. (Kurbanov et al., 2021; Курбанов и др., 2023), а в разрезе Цаган-Аман по раковинам типичных хвалыньских моллюсков *Didacna protracta* получена радиоуглеродная дата 19.9 ± 0.4 кал. тыс. л. н. (Макшаев, Ткач, 2023). Для разреза Сабуровка (Саратовская обл.), располагающегося на правом борту долины р. Волги, из основания слоистых сизых и шоколадных глин (12 м абс.) получена радиоуглеродная (AMS) дата 25.1 ± 0.2 кал. тыс. л. н. (ИГАН_{АМС}-6282).

5.1. Геохронология четвертичных отложений в долине р. Малый Караман

Для исследуемого района в долине р. Малый Караман абсолютный возраст нижнехвалыньских отложений по данным IRSL-анализа соответствует интервалу от 22.6 до 12.9 тыс. л. (табл. 1). Одна дата 69.2 ± 4.6 тыс. л. (RLQG 2639–050) получена

Таблица 1. Результаты IRSL-датирования четвертичных отложений на ключевом участке исследования долины р. Малый Караман и определения в них природных U, Th, K

Table 1. Results of IRSL dating of Quaternary deposits in the key study area of the Maliy Karaman River valley and determination of natural U, Th, K in sediments

Лаб. номер	Точка	Состав отложений	Высота, м абс.	Глубина отбора, м	Материал датирования	Возраст, тыс. лет	U, ppm	Th, ppm	K, %
RLQG 2637-050	МК-3	Шоколадные глины	16.5	2.5	Полевой шпат	12.9 ± 0.9	2.04	12.90	2.71
RLQG 2638-050	МК-О	Пески с прослоями глин	32.5	1.5	Полевой шпат	22.6 ± 1.5	1.68	5.78	1.63
RLQG 2639-050	МК-О	Ательские суглинки	25.5	8.5	Полевой шпат	69.2 ± 4.6	1.48	6.93	1.76

Примечание. Возраст лёссовидных суглинков с глубин 2.3 и 5.7 м, слагающих междуречье (точка МК-9), показал интервал между 19.5 ± 0.1 кал. тыс. л. н. (ИГАН_{АМС}-8284) и 24.5 ± 0.3 кал. тыс. л. н. (ИГАН_{АМС}-8287) соответственно (см. табл. 2).

Таблица 2. Результаты радиоуглеродного (AMS) датирования образцов из разреза МК-9 (долина р. Малый Караман) и NP-1, NP-2 (Новая Полтавка)

Table 2. Results of radiocarbon (AMS) dating of samples from section МК-9 (Maliy Karaman) and NP-1, NP-2 (Novaya Poltavka)

Лаб. номер	Точка	Состав отложений	Высота, м абс.	Глубина отбора, м	Материал датирования	Возраст, ^{14}C л. н.	Возраст, ^{14}C кал. л. н.
ИГАН _{АМС} -8284	МК-9	Коричневый суглинок	49.7	2.3	Общий орг. углерод	16 100±40	19 424±137
ИГАН _{АМС} -8287			44.3	5.7		20 400±65	24 489±265
ИГАН _{АМС} -8286	NP-1		42.9	1.1		6 730±25	7 596±29
ИГАН _{АМС} -8290			41.7	2.3		16 180±40	19 517±93
ИГАН _{АМС} -8288			40.8	3.2		19 530±60	23 545±233
ИГАН _{АМС} -8289	NP-2		42.1	2.9		16 780±40	20 297±144
ИГАН _{АМС} -8291			42.5	2.5		18 330±45	22 280±123
ИГАН _{АМС} -8285			40.3	4.7		22 380±60	26 685±271

из ательских лёссовидных суглинков, залегающих в средней части разреза МК-О.

В работе дополнительно приводятся результаты радиоуглеродного датирования отложений, слагающих террасовый уровень 40–48 м абс., располагающийся на северной бровке склона Прикаспийской низменности вблизи населенного пункта Новая Полтавка (Волгоградская область). Отложения, слагающие террасовый уровень 40–48 м абс., по литологическому строению и составу практически идентичны образцам из точки МК-8. Они слагают один террасовый уровень, сформированный в период максимального развития раннехвалынской трансгрессии. Из полученных результатов датирования по Новой Полтавке следует, что залегающие в интервале глубин от 4.7 до 2.3 м лёссовидные суглинки накапливались между 26.7–19.5 кал. тыс. л. н. (табл. 2). В то же время образец легкого суглинка с глубины 1.1 м имеет возраст 7.6 кал. тыс. л. н. (ИГАН_{АМС}-8286). Можно предположить, что между 19–8 кал. тыс. л. н. произошли перерыв в осадконакоплении или, вероятнее всего, активизация эрозионных процессов.

В рельефе региона выделяется густая сеть древних ложбин и крупных речных излучин, предположительно развивавшихся в период повышенного стока. Эти данные подтверждаются рядом работ по реконструкциям этапов повышенного речного стока в бассейне р. Волги в позднем плейстоцене (Матлахова, 2014; Матлахова и др., 2021; Украинцев, 2022; Sidorchuk et al., 2021; Panin, Matlakhova, 2015). Вероятнее всего, после ПЛМ в периоды активного стока проходил размыв нижнехвалыньских отложений, слагающих максимальный уро-

вень (40–48 м абс.). Развитие максимума раннехвалынской трансгрессии, вероятно, приходилось на конец ПЛМ. Датировки, полученные из скважин Северного Каспия, показывают развитие раннехвалынского этапа во вторую половину периода MIS-3 (40–29 тыс. л. н.). Серия радиоуглеродных дат хвалыньских раковин, полученных из ряда скважин, попадает в интервал между 40–30 кал. тыс. л. н. (Безродных и др., 2015). Существует также одна радиоуглеродная дата 40 кал. тыс. л. н., полученная по раковинам *Didacna* sp., найденным на 45 м абс. террасе в Восточном Каспии (Panek et al., 2016). Существуют также предположения ряда исследователей о двухстадийном этапе сброса вод по Манычу в раннехвалыньское время. Так, Г.И. Попов (1967) в строении нижнехвалыньских отложений Маныча выделяет две серии отложений.

6. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НИЖНЕХВАЛЫНСКОГО ЭТАПА В ДОЛИНЕ Р. МАЛЫЙ КАРАМАН

Полученные результаты позволяют предположить, что развитие второй и третьей террас в долине р. Малый Караман унаследовано от трансгрессивно-регрессивной ритмики раннехвалыньского бассейна. Максимальный уровень раннехвалыньского бассейна фиксируется положением уровня третьей террасы 45–48 м абс. Соответствующие морские отложения на изученном участке Малого Карамана не фиксируются и, вероятнее всего, были эродированы последующими процессами. Максимальный уровень раннехвалыньского бассейна, очевидно, развивался постепенно, после чего

последовал регрессивный этап, который сформировал поверхность третьей террасы (27–46 м абс.). Затем уровень бассейна установился на отметках 22–26 м абс. Регрессия раннехвалынского бассейна предположительно связана с первым этапом спуска раннехвалынских вод по Манычской депрессии в Черное море. Малочисленные участки с террасовым уровнем выше 35 м абс. в долине р. Волги в Среднем Поволжье выделяются преимущественно в низовьях долин рек Малый Караман, Большой Иргиз. По мнению Г. В. Обединтовой (1978), в самой долине р. Волги за счет интенсивного размыва и высокого стока преобладали абразионные условия, вследствие чего между максимальной (третьей) террасой и 20–22 м абс. террасой сохранились лишь небольшие участки с условно промежуточным террасовым уровнем. На исследованном профиле отчетливо прослеживается постепенное замещение шоколадных глин слоистыми песками с небольшими прослоями темно-коричневых глин, слагающие нижнюю часть третьей террасы. Таким образом, накопление шоколадных глин началось на начальном этапе развития раннехвалынского бассейна и было приурочено к относительно приглубым участкам древнего палеоэстуария в долине р. Малый Караман. Отложения, слагающие верхние уровни, накапливались в прибрежной полосе.

Причиной развития второго крупного регрессивного этапа и формирования второй террасы является повторный сброс раннехвалынских вод через Манычскую депрессию. Большая часть радиоуглеродных и OSL-дат, полученных из нижнехвалынских отложений Маныча, попадают на интервал от 14.2 до 13.4 кал. тыс. л. н. (Свиточ, Парунин, 2000; Свиточ и др., 2009; Семиколенных, 2022). В это же время на большей части Нижнего Поволжья происходит расселение фауны *Didacna ebersini*, предпочитавшей неглубокие, прибрежные участки раннехвалынского бассейна (Янина, 2012). На данном этапе в долине р. Малый Караман, происходит накопление сначала массивных, а затем слоистых шоколадных глин. Эти особенности литологического строения фиксируют крупные климатические изменения конца позднего плейстоцена. Массивные шоколадные глины встречаются во многих разрезах Среднего и Нижнего Поволжья и их накопление приходилось на этап бёллинг (14.7–14.2 тыс. л.). Слоистые “шоколадные глины” фиксируют периодическую смену режима осадконакопления в зависимости от сезона. Для них характерны мощные песчаные слои, вероятно, отложенные за счет привноса большого количества аллювия из верховьев долины р. Малый Караман. Схожее строение нижнехвалынских от-

ложений наблюдается в бассейнах р. Чагра, Степех и Малый Иргиз.

В конце аллерёда (после 12.9 тыс. л.) происходит снижение уровня раннехвалынского бассейна, эстуарные условия в долине р. Малый Караман сменяются речными, накапливаются супесчаные и песчаные отложения первой террасы. На нижневолжских разрезах завершение раннехвалынского этапа также приходится на конец аллерёда – начало позднего дриаса (12.9–12.6 тыс. л. н.). Формирование первой террасы с типичными аллювиальными отложениями проходило в конце плейстоцена – начале голоцена и приходилось на позднехвалынский этап.

7. ВЫВОДЫ

По результатам исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Развитие второго и третьего террасовых уровней в долине р. Малый Караман приходилось на период между ПЛМ и аллерёдом (25–12.9 тыс. л.). Отложения, слагающие вторую террасу, представлены типичными слоистыми и массивными “шоколадными глинами”. Поверхность третьей террасы сложена супесчаными и глинистыми нижнехвалынскими отложениями.

2. Во время формирования третьего террасового уровня максимальной стадии раннехвалынского бассейна на окружающих территориях было характерно повышение водности рек, выразившееся в бассейне Волги формированием макроизлучин в более высоких звеньях гидросети и развитием густой сети древних ложбин на склонах долин.

3. Волжский палеоэстуарий был сильно опреснен, об этом свидетельствует практически полное отсутствие солоноватоводных раковин Каспийской малакофауны. Для нижнехвалынских отложений долины р. Малый Караман характерно практически сходное литофациальное строение с наиболее полными нижневолжскими разрезами.

4. В дохвалынский этап русло р. Малый Караман было врезано глубже, чем на современном этапе. Эти условия способствовали накоплению серии мощных горизонтов слоистых и массивных глин в раннехвалынском палеоэстуарии р. Волги.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках государственного задания лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова “Палеогеографические реконструкции природных геосистем и прогнозирование их изменений” № 121051100135-0. Авторы выражают огромную благодарность д.г.н. Т.А. Яниной

и к.г.н. Е.Н. Бадюковой за важные комментарии и дополнения при подготовке данной статьи. Авторы также выражают благодарность Н.В. Сычеву и Н.А. Тюнину за помощь в полевых исследованиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бадюкова Е.Н. (2021). Колебания уровня Каспийского моря в неоплейстоцене (была ли ательская регрессия?). *Океанология*. Т. 61. № 1. С. 320–329. <https://doi.org/10.31857/S0030157421010020>
- Безродных Ю.П., Делия С.В., Романюк Б.Ф. и др. (2015). Новые данные по стратиграфии верхнечетвертичных отложений Северного Каспия. *Доклады академии наук*. Т. 462. № 1. С. 95–99. <https://doi.org/10.7868/S0869565215130162>
- Брицина М.И. (1954). Распространение хвалыньских шоколадных глин и некоторые вопросы палеогеографии Северного Прикаспия. *Труды Института географии АН СССР*. Т. 62. С. 5–27.
- Васильев Ю.М. (1961). Антропоген Южного Заволжья. *Труды геологического института АН СССР*. Вып. 49. 128 с.
- Геологическая карта СССР. Серия Средневожская, масштаб: 1:200000, серия: Средневожская, лист М-38-V. (1967). Под ред. А.Я. Дубинского. Ленинград: Средневожское территориальное геологическое управление. 1 л.
- Горецкий Г.И. (1966). Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене. М.: Наука, 412 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Издание второе. Средневожская серия. Карта плиоцен-четвертичных образований, масштаб: 1:200000, лист N-39-XXV (Сызрань). (2017). Под ред. В.П. Кирикова. СПб: ВСЕГЕИ. 1 л.
- Квасов Д.Д. (1975). Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. Л.: Наука. 278 с.
- Курбанов Р.Н., Беляев В.Р., Свистунов М.И. и др. (2023). Новые данные о возрасте раннехвалынской трансгрессии Каспийского моря. *Известия РАН. Серия географическая*. Т. 87. № 3. С. 403–419. <https://doi.org/10.31857/S2587556623030081>
- Макшаев Р.Р., Ткач Н.Т. (2023). Хронология хвалынского этапа развития Каспия по данным радиоуглеродного датирования. *Геоморфология и палеогеография*. № 1. С. 37–54. <https://doi.org/10.31857/S0435428123010108>
- Матлахова Е.Ю. (2014). Валдайский террасовый комплекс в речных долинах центра Восточно-Европейской равнины. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ. 26 с.
- Матлахова Е.Ю., Украинцев В.Ю., Панин А.В. (2021). История развития долины р. Мокши в конце позднего плейстоцена. *Геоморфология*. № 3. С. 105–115. <https://doi.org/10.31857/S043542812103007X>
- Москвитин А.И. (1958). Четвертичные отложения и история формирования долины р. Волги в ее среднем течении. *Труды ГИН АН СССР*. Вып. 12. 210 с.
- Москвитин А.И. (1962). Плейстоцен Нижнего Поволжья. *Труды ГИН АН СССР*. Вып. 64. 264 с.
- Обедиентова Г.В., Губонина З.П. (1962). О хвалыньском веке в пределах Нижнего Поволжья. В сб.: *Вопросы палеогеографии и геоморфологии бассейнов Волги и Урала*. М.: Изд-во АН СССР. С. 144–174.
- Обедиентова Г.В. (1977). Эрозионные циклы и формирование долины Волги. м.: Наука. 242 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 1. (1971). Под ред. В.Г. Водогрецкого. Л.: Гидрометиздат. 419 с.
- Свиточ А.А. (2014). Большой Каспий: строение и история развития. М.: Изд-во Мос. ун-та. 272 с.
- Свиточ А.А. (2000). Нижнее и юг Среднего Поволжья в плейстоцене. *Геоморфология*. № 1. С. 29–40.
- Свиточ А.А., Макшаев Р.Р., Ростовцева Ю.В. и др. (2017). Шоколадные глины Северного Прикаспия. М.: Географический факультет МГУ. 140 с.
- Свиточ А.А., Парунин О.Б. (2000). Радиоуглеродный возраст палеогеографических событий позднего плейстоцена-голоцена Северного Прикаспия. *Доклады академии наук*. Т. 371. № 4. С. 504–506.
- Свиточ А.А., Янина Т.А. (1997). Четвертичные отложения побережий Каспийского моря. М.: РАСХН. 267 с.
- Свиточ А.А., Янина Т.А., Хоменко А.А., Новикова Н.Г. (2009). Хвалыньские отложения Маныча. *Доклады академии наук*. Т. 428. № 1. С. 70–74.
- Седайкин В.М. (1988). Опорные разрезы четвертичных отложений Северо-Западного Прикаспия. Деп. ВИНТИ. № 1594-В-88. 190 с.
- Семиколенных Д.В. (2022). Палеогеография проливов Понто-Каспия в позднем плейстоцене. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: ИГРАН. 26 с.
- Федоров П.В. (1957). Стратиграфия четвертичных отложений и история развития Каспийского моря. *Труды Геологического института АН СССР*. Вып. 10. 297 с.
- Украинцев В.Ю. (2022). Следы мощного речного стока в долинах рек бассейна Волги в поздневалдайскую эпоху. *Геоморфология*. № 1. С. 26–34. <https://doi.org/10.31857/S0435428122010126>
- Четвертичные отложения, рельеф и неотектоника Нижнего Поволжья. (1978). Под ред. А.В. Вострякова, Н.И. Кузнецовой, С.А. Макарова. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та. 184 с.
- Янина Т.А. (2012). Неоплейстоцен Понто-Каспия: био-стратиграфия, палеогеография, корреляция. М.: Изд-во Моск. ун-та. 264 с.
- Янина Т.А., Свиточ А.А., Курбанов Р.Н. и др. (2017). Опыт датирования плейстоценовых отложений Нижнего Поволжья методом оптически стимулированной люминесценции. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. № 1. С. 20–28.
- Bronk Ramsey C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*. Vol. 51. Iss. 1. P. 337–360. <https://doi.org/10.1017/S0033822200033865>
- Kurbanov R.N., Buylaert J.P., Stevens T. et al. (2022). A detailed luminescence chronology of the Lower Volga loess-palaeosol sequence at Leninsk. *Quat. Geochronology*. Vol. 73. 101376. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2022.101376>

- Kurbanov R.N., Murray A.S., Yanina T.A. et al. (2021). First optically stimulated luminescence ages of the Early Khvalynian Caspian Sea transgression in the Lower Volga. *Boreas* Vol. 50. No. 1. P. 134–146. <https://doi.org/10.1111/bor.12478>
- Makshaev R.R., Svitoch A.A. (2016). Chocolate clays of the northern Caspian Sea region: distribution, structure, and origin. *Quat. Int.* Vol. 409. P. 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.07.018>
- Molod'kov A., Bitinas A. (2006). Sedimentary record and luminescence chronology of the Lateglacial and Holocene aeolian sediments in Lithuania. *Boreas*. Vol. 35. P. 244–254. <https://doi.org/10.1111/j.1502-3885.2006.tb01154.x>
- Pánek T., Korup O., Miná J., Hradecký J. (2016). Giant landslides and highstands of the Caspian Sea. *Geology*. Vol. 44. P. 939–942. <https://doi.org/10.1130/G38259.1>
- Panin A., Matlakhova E. (2015). Fluvial chronology in the East European Plain over the last 20 ka and its palaeohydrological implications. *Catena*. Vol. 130. P. 46–61. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.08.016>
- Reimer P.J., Austin W.E.N., Bard E. et al. (2020). The IntCal20 northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal ka BP). *Radiocarbon*. Vol. 62. Iss. 4. P. 725–757. <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>
- Sidorchuk A.Yu., Ukraintsev V.Yu., Panin A.V. (2021). Estimating Annual Volga Runoff in the Late Glacial Epoch from the Size of River Paleochannels. *Water resources*. Vol. 48. No. 6. P. 864–876. <https://doi.org/10.1134/S0097807821060178>
- Stuiver M., Reimer P.J., Reimer R.W. (2021). CALIB8.1. <http://calib.qub.ac.uk/calib/> (дата обращения: 10.10.2024).
- Svitoch A.A., Makshaev R.R. (2020). Incompleteness of the geological record in Middle-Upper Pleistocene key sections of the Northern Caspian Lowland. *Quat. Int.* Vol. 540. P. 78–96. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.04.030>
- Svitoch A.A., Markova A.K., Yanina T.A. (2021). Stratigraphy and the small mammal fauna of the Late Pleistocene sections in the south of the middle reaches of the Volga River. *Quat. Int.* Vol. 605–606. p. 93–107. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.12.001>
- Zastrozhnov A., Danukalova G., Golovachev M. et al. (2020). Biostratigraphical investigations as a tool for paleoenvironmental reconstruction of the Neopleistocene (Middle-Upper Pleistocene) at Kosika, Lower Volga, Russia. *Quat. Int.* Vol. 540. p. 38–67. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.11.036>

THE INFLUENCE OF THE EARLY KHVALYNIAN TRANSGRESSION OF THE CASPIAN SEA ON THE STRUCTURE OF THE VOLGA RIVER AND ITS TRIBUTARIES VALLEYS (MALIY KARAMAN KEY SITE, SARATOV REGION)¹

**R. R. Makshaev^{a,#}, E. Yu. Matlakhova^a, N. T. Tkach^b, D. M. Lobacheva^a,
E. I. Lysenko^a, and A. A. Tkach^a**

^a *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

^b *Geological Institute of the RAS, Moscow, Russia*

[#] *E-mail: radikm1986@mail.ru*

The Early Khvalynian transgression of the Caspian Sea is one of the largest in the late Pleistocene. In connection with this, an extensive paleo-estuary was formed in the valley of the Volga River and its tributaries. The formation of terraces in the river valleys of the region is thus closely related to the transgressive-regressive dynamics of the Caspian Sea. This paper examines a key section of the river valley. Maliy Karaman (left tributary of the Volga River), its morphology and structure, lithological composition and age of the sediments composing the terraces, to establish the influence of the Early Khvalynian transgression of the Caspian Sea on the structure of the valley.

Keywords: Early Khvalynian transgression; Caspian Sea; structure of river valleys; Middle Volga region

¹ *For citation:* Makshaev R.R., Matlakhova E.Yu., Tkach N.T., Lobacheva D.M., Lysenko E.I., and Tkach A.A. (2025). The influence of the Early Khvalynian transgression of the Caspian Sea on the structure of the Volga River and its tributaries valleys (Maliy Karaman key site, Saratov Region). *Geomorfologiya i Paleogeografiya*. Vol. 56. No. 1. P. 116–129. (in Russ). <https://doi.org/10.31857/S2949178925010069>. <https://elibrary.ru/DNXQPH>

ACKNOWLEDGMENTS

The work was carried out within the framework of the state assignment of the Laboratory of Recent Sediments and Pleistocene Paleogeography of the Faculty of Geography of Moscow State University named after M.V. Lomonosov “Paleogeographic reconstructions of natural geosystems and forecasting their changes” No. 121051100135-0. The authors express their deep gratitude to Dr. Science T.A. Yanina and Ph.D. E.N. Badyukova for important comments and additions during the preparation of this article. The authors also express their gratitude to N.V. Sychev and N.A. Tyunin for assistance in field research.

REFERENCES

- Badyukova E.N. (2021). Caspian Sea level fluctuations in the Neopleistocene (was there an Atelian regression?). *Oceanology*. Vol. 61. No. 2. P. 283–291. <https://doi.org/10.31857/S0030157421010020>
- Bezrodnikh Yu.P., Deliya S.V., Romanyuk B.F. et al. (2015). New Data on the Upper Quaternary Stratigraphy of the North Caspian Sea. *Doklady Earth Sciences*. Vol. 462. No. 1. P. 479–483. <https://doi.org/10.7868/S0869565215130162>
- Britsina M.I. (1954). Localization of the Khvalynian chocolate clays and some questions of paleogeography of the Northern Precaspian region. *Trudy Instituta geografii AN SSSR*. Vol. 62. P. 5–27. (in Russ.).
- Bronk Ramsey C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*. Vol. 51. Iss. 1. P. 337–360. <https://doi.org/10.1017/S0033822200033865>
- Fedorov P.V. (1957). Stratigraphy of the quaternary deposits and history of development of the Caspian Sea. *Trudy Geologicheskogo instituta AN SSSR*. Vol. 10. 297 p. (in Russ.).
- Goretsky G.I. (1966). Formirovanie doliny r. Volgi v rannem i srednem antropogene (The Formation of the Volga Valley in the Early and Middle Anthropogen). Moscow: Nauka (Publ.). 412 p. (in Russ.).
- Dubinskij A.Ya. (1967). Geologicheskaya karta SSSR. Seriya Srednevolzhskaya, masshtab: 1:200000, list M-38-V. (Geological Map of the USSR, Srednevolzhskaya series at Scale 1:200000, Sheet M-38-V) Leningrad: Srednevolzhskoe territorial'noe geologicheskoe upravlenie. 1 p.
- Kirikov V.P. (Ed.). (2017). Gosudarstvennaya geolo-gicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. Izdanie vtoroe. Srednevolzhskaya seriya. Karta pliotsen-chetvertichnykh obrazovaniy, masshtab: 1:200000, list N-39-XXV (Syzran') (State Geological Map of the Russia, Vol 2, Srednevolzhskaya series, Quaternary-Pliocene map at Scale 1:200 000, Sheet M-38-V). Saint-Petersburg: VSEGEI. 1 p.
- Kurbanov R.N., Buylaert J.P., Stevens T. et al. (2022). A detailed luminescence chronology of the Lower Volga loess-paleosol sequence at Leninsk. *Quat. Geochronology*. Vol. 73. 101376. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2022.101376>
- Kurbanov R.N., Murray A.S., Yanina T.A. et al. (2021). First optically stimulated luminescence ages of the Early Khvalynian Caspian Sea transgression in the Lower Volga. *Boreas*. Vol. 50. No. 1. P. 134–146. <https://doi.org/10.1111/bor.12478>
- Kurbanov R.N., Belyaev V.R., Svistunov M.I. et al. (2023). New data on the age of the Early Khvalynian transgression of the Caspian Sea. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya geograficheskaya*. Vol. 87. No. 1. P. 403–419. (in Russ.). <https://doi.org/10.31857/S2587556623030081>
- Kvasov D.D. (1975). Pozdnechetvertichnaya istoria krupnykh ozer i vnutrennikh morei Vostochnoi Evropy (Late Pleistocene history of large lakes and inner seas of Eastern Europe). Leningrad: Nauka (Publ.). 278 p. (in Russ.).
- Makshaev R.R., Svitoch A.A. (2016). Chocolate clays of the northern Caspian Sea region: distribution, structure, and origin. *Quat. Int.* Vol. 409. P. 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.07.018>
- Makshaev R.R., Tkach N.T. (2023). Chronology of Khvalynian stage of the Caspian Sea according to radiocarbon dating. *Geomorfologiya i Paleogeografiya*. Vol. 54. No. 1. P. 37–54. (in Russ.). <https://doi.org/10.31857/S0435428123010108>
- Matlakhova E.Yu. (2014). Valdaiskii terrasovyi kompleks v rechnykh dolinakh tsentra Vostochno-Evropeiskoi ravniny (Valdai terrace complex in the river valleys of the central East European Plain). PhD thesis. Moscow: MGU. 26 p.
- Matlakhova E.Yu., Ukraintsev V.Yu., Panin A.V. (2021). The history of the Moksha River valley development in the end of the Late Pleistocene. *Geomorfologiya*. No. 3. P. 105–115. (in Russ.). <https://doi.org/10.31857/S043542812103007X>
- Molod'kov A., Bitinas A. (2006). Sedimentary record and luminescence chronology of the Lateglacial and Holocene aeolian sediments in Lithuania. *Boreas*. Vol. 35. P. 244–254. <https://doi.org/10.1111/j.1502-3885.2006.tb01154.x>
- Moskvitin A.I. (1958). Quaternary deposits and the history of evolution of the Middle Volga River valley. *Trudy GIN AN SSSR*. Vol. 12. 210 p. (in Russ.).
- Moskvitin A.I. (1962). Pleistocene on the Lower Volga region. *Trudy GIN AN SSSR*. Vol. 64. 264 p. (in Russ.).
- Obedientova G.V. (1977). Eroziionnye tsikly i formirovanie doliny Volgi (Erosional cycles and formation of the Volga valley). Moscow: Nauka (Publ.). 239 p. (in Russ.).
- Obedientova G.V., Gubonina Z.P. (1962). On the Khvalynian age in the Lower Volga region. In: *Voprosy paleogeografii i geomorfologii basseinov Volgi i Urala*. Moscow: AN SSSR (Publ.). P. 144–174. (in Russ.).
- Pánek T., Korup O., Miná J., Hradecký J. (2016). Giant landslides and highstands of the Caspian Sea. *Geology*. Vol. 44. P. 939–942. <https://doi.org/10.1130/G38259.1>
- Panin A., Matlakhova E. (2015). Fluvial chronology in the East European Plain over the last 20 ka and its palaeohydrological implications. *Catena*. Vol. 130. P. 46–61. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.08.016>
- Reimer P.J., Austin W.E.N., Bard E. et al. (2020). The IntCal20 northern Hemisphere radiocarbon age cali-

- bration curve (0–55 cal ka BP). *Radiocarbon*. Vol. 62. Iss. 4. P. 725–757.
<https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>
- Sedaikin V.M. (1988). Opornye razrezy chetvertichnykh otlozhenii severo-zapadnogo Prikaspiya (Reference Sections of the Quaternary Deposits of the North-Western Forecaspien). VINITI. No. 1594-B-88. 190 p. (in Russ.).
- Semikolennykh D.V. (2022). Paleogeografiya proливov Ponto-Kaspiya v pozdnem pleistotsene (Paleogeography of the Ponto-Caspian Straits in the Late Pleistocene). PhD thesis. Moscow: IGRAN. 26 p.
- Sidorchuk A.Yu., Ukraintsev V.Yu., Panin A.V. (2021) Estimating Annual Volga Runoff in the Late Glacial Epoch from the Size of River Paleochannels. *Water resources*. Vol. 48. No. 6. P. 864–876.
<https://doi.org/10.1134/S0097807821060178>
- Stuiver M., Reimer P.J., Reimer R.W. (2021). CALIB8.1. <http://calib.qub.ac.uk/calib/> (access date: 10.10.2024).
- Svitoch A.A. (2000). Lower and South part of Middle Volga region in the Pleistocene. *Geomorfologiya*. No. 1. P. 29–40. (in Russ.).
- Svitoch A.A. (2014). Bol'shoi Kaspii: stroenie i istoriya razvitiya (The Great Caspian Sea: structure and history). Moscow: MGU (Publ.). 272 p. (in Russ.).
- Svitoch A.A., Makshaev R.R. (2020). Incompleteness of the geological record in Middle-Upper Pleistocene key sections of the Northern Caspian Lowland. *Quat. Int.* Vol. 540. P. 78–96.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.04.030>
- Svitoch A.A., Makshaev R.R., Rostovceva Yu.V. et al. (2017). Shokoladnye gliny Severnogo Prikaspiya (Chocolate clays of the Northern Pre-Caspian). Moscow: Geograficheskii fakul'tet MGU (Publ.). 140 p. (in Russ.).
- Svitoch A.A., Markova A.K., Yanina T.A. (2021). Stratigraphy and the small mammal fauna of the Late Pleistocene sections in the south of the middle reaches of the Volga River. *Quat. Int.* Vol. 605–606. P. 93–107.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.12.001>
- Svitoch A.A., Parunin O.B. (2000). Radiocarbon age of late Pleistocene-Holocene paleogeographical events in the Northern Pre-Caspian. *Doklady Akademii nauk*. Vol. 371. No. 4. P. 504–506. (in Russ.).
- Svitoch A.A., Yanina T.A. (1997). Chetvertichnye otlozheniya poberezhii Kaspiiskogo morya (Quaternary sediments of the Caspian Sea coasts). Moscow: RASHN (Publ.). 267 p. (in Russ.).
- Svitoch A.A., Yanina T.A., Khomenko A.A., Novikova N.G. (2009). Khvalynian deposits of Manych. *Doklady Akademii nauk*. Vol. 428. No. 1. P. 70–74. (in Russ.).
- Ukraintsev V.Yu. (2021). Evidences of the high river runoff in the river valleys of the Volga basin during the Late glacial. *Geomorfologiya*. No. 1. P. 26–34. (in Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S0435428122010126>
- Vasiliev Yu.M. (1961). Antropogene of the southern Volga region. *Trudy geologicheskogo instituta AN SSSR*. Vol. 49. 128 p. (in Russ.).
- Vodogretsky V.G. (Ed.). (1971). Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. T. 12. Nizhnee Povolzh'e i Zapadnyi Kazahstan. Vyp. 1. (Surface water resources of the USSR. Vol. 12. Lower Volga region and Western Kazakhstan. Iss. 1). Leningrad: Gidrometizdat (Publ.). 419 p. (in Russ.).
- Vostryakov A.V., Kuznetsova N.I., Makarov S.A. (Eds.). (1978). Chetvertichnye otlozheniya, rel'ef i neotektonika Nizhnego Povolzh'ya (Quaternary deposits, relief and neotectonics of the Lower Volga region). Saratov: Saratovskii universitet (Publ.). 184 p. (in Russ.).
- Yanina T.A. (2012). Neopleistotsen Ponto-Kaspiya: biostratigrafiya, paleogeografiya, korrelyatsiya (Neopleistocene of Pont-Caspian: biostratigraphy, paleogeography, correlation). M.: MGU (Publ.). 264 p. (in Russ.).
- Yanina T.A., Svitoch A.A., Kurbanov R.N. et al. (2017). Paleogeographic analysis of the results of optically stimulated luminescence dating of Pleistocene deposits of the Lower Volga area. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 5. Geografiya*. No. 1. P. 20–28. (in Russ.).
- Zastrozhnov A., Danukalova G., Golovachev M. et al. (2020). Biostratigraphical investigations as a tool for paleoenvironmental reconstruction of the Neopleistocene (Middle-Upper Pleistocene) at Kosika, Lower Volga, Russia. *Quat. Int.* Vol. 540. P. 38–67.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.11.036>