

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

На правах рукописи



Макшаев Радик Рафаэлевич

**Палеогеография Среднего и Нижнего Поволжья в эпоху
раннехвалынской трансгрессии Каспия**

25.00.25 – геоморфология и эволюционная география

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Москва – 2019

Работа выполнена в научно-исследовательской лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель: *Янина Тамара Алексеевна – доктор географических наук, доцент*

Официальные оппоненты: *Панин Андрей Валерьевич – доктор географических наук, доцент, профессор кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова*

Сорокин Валентин Михайлович – доктор геолого-минералогических наук, доцент, профессор кафедры нефтегазовой седиментологии и морской геологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Субетто Дмитрий Александрович – доктор географических наук, старший научный сотрудник, заведующий кафедрой физической географии и природопользования факультета географии РГПУ имени А.И. Герцена

Защита диссертации состоится «12» декабря 2019 г. в 15 часов на заседании диссертационного совета МГУ.11.04 Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по адресу: Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д.1, Географический факультет, 21 этаж, ауд. 2109.

E-mail: malyn2006@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27) и на сайте ИАС «ИСТИНА»: <https://istina.msu.ru/dissertations/243980059/>

Автореферат разослан «__» ноября 2019 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета МГУ.11.04,
кандидат географических наук

А.Л. Шныпарков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Оценка реакции природной среды и ее отдельных компонентов на глобальные и региональные изменения климата является актуальной фундаментальной научной проблемой, требующей всестороннего изучения. Среднее и Нижнее Поволжье – обширная территория Европейской России, сосредоточившая в себе значительный промышленный, природный, культурный и рекреационный потенциал, известна своей динамичной историей развития в палеовремени. Поэтому знание закономерностей и особенностей эволюции природной среды этого региона так важно для прогнозных оценок и выработки стратегии устойчивого развития в условиях меняющегося климата.

Регион, расположенный в зоне влияния как ледниковых-межледниковых событий на Восточно-Европейской равнине, так и трансгрессивных-регрессивных – в бассейне Каспийского моря, отражающий их в своем палеогеографическом развитии, является стратотипическим для составления единой стратиграфической и палеогеографической схемы Европейской России, корреляционной схемы с событиями в Северной Евразии. Его привлекательность для палеогеографических исследований обусловлена и представительностью многочисленных разрезов новейших отложений, их полнотой, содержанием в них осадков разного генезиса (как морских, так и субаэральных), насыщенностью палеонтологическим материалом, доступностью для изучения.

Неудивительно, что волжские разрезы изучаются более века. Накоплен обширный фактологический материал, выполнены стратиграфические реконструкции и палеогеографические построения, опубликованы сотни работ. Но несмотря на это, многие вопросы палеогеографии Среднего и Нижнего Поволжья остаются нерешенными или дискуссионными. Одной из остро дискуссионных проблем палеогеографии позднего плейстоцена является хвалынский этап развития региона, сыгравший существенную роль в формировании его современных ландшафтов. Природа раннехвалынской трансгрессии Каспия, хронологические рамки ее развития, связь с изменениями климата и ледниковыми событиями на севере Европы, уникальность осадконакопления (в частности, шоколадных глин) в Среднем и Нижнем Поволжье – эти, а также многие другие вопросы палеогеографии раннехвалынского этапа в истории региона, не имеют единого решения. Этим обусловлена актуальность диссертационной работы.

Цель исследования – реконструкция палеогеографических событий на территории Среднего и Нижнего Поволжья в эпоху раннехвалынской трансгрессии Каспия.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи**:

1. Комплексное изучение опорных разрезов хвалынских отложений Средней и Нижней Волги.

2. Проведение реконструкции положения уровня раннехвалынского бассейна в волжском эстуарии на основе экспедиционных исследований и обширных литературных данных.

3. Выделение литофациальных комплексов нижнехвалынских отложений, установление их положения, специфики, литологического и минералогического состава, геохимических особенностей, возможных источников сноса.

4. Определение возраста и генезиса нижнехвалынских отложений.

5. Построение палеогеографической модели развития территории по отдельным компонентам природной среды на основе многофакторного анализа.

Объект и состав исследования – территория Среднего и Нижнего Поволжья, долина р. Волги южнее устья р. Чапаевки.

Фактический материал собран автором за восемь лет (2011-2019 гг.) полевого и лабораторного изучения опорных разрезов плейстоценовых отложений в Среднем и Нижнем Поволжье, проводимого по научной тематике НИЛ новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета МГУ, ряда международных (проект ЮНЕСКО IGCP-610, проект Еврокомиссии PRIDE) и российских (РФФИ №№ 12-05-31281, 13-05-00625, 13-05-00086, 14-05-00227, 18-00-00470; РГО 3/2017-Р; РНФ № 16-17-10103) научных проектов. В Среднем и Нижнем Поволжье исследования выполнены на известных опорных разрезах Чапаевка, Малый Караман, Светлый Яр, Средняя Ахтуба, Райгород, Черный Яр, Нижнее Займище, Цаган-Аман, Копановка, Сероглазовка, Сарай-Бату и Селитренное. Изучены новые разрезы на правом берегу р. Волги – Сабуровка и Вихлянцево.

Анализ разрезов, не охваченных полевыми наблюдениями, сделан по литературным источникам и фондовым материалам. На основе критического анализа опубликованных материалов и их обобщения создан банк данных по распространению хвалынских осадков, их физических и химических характеристиках, палеонтологических включениях, геохронологических данных и др. параметрах.

Для изучения нижнехвалынских отложений использован сопряженный метод: взаимодополняющее и контролирующее комплексное использование результатов геоморфологического, литофациального (гранулометрического, минералогического, микроструктурного), геохимического, малакофаунистического, палинологического, геоинформационного (ГИС) и геохронологического (радиоуглеродный анализ) изучения новейших отложений и реконструкции событий, разработанный академиком К.К. Марковым, к палеогеографической школе которого принадлежит коллектив НИЛ новейших отложений и палеогеографии плейстоцена.

Для реконструкции динамики раннехвалынского бассейна использовался комплекс геолого-геоморфологических характеристик (положение уровней древних береговых террас

и распространение нижнехвалынских отложений с особенностями их фациального комплекса и условий залегания). Для оценки максимума распространения нижнехвалынских отложений исследовалось пространственное положение различных фаций (шоколадных глин и песков). Для определения возрастных промежутков трансгрессивно-регрессивных циклов применялся радиоуглеродный метод. Полученные временные интервалы использовались для реконструкции скоростей осадконакопления и проведения корреляций с основными климатическими событиями позднего плейстоцена. Для определения потенциальных источников сноса использовались материалы из нескольких минералогических провинций: 1) плейстоценовый моренный комплекс Восточно-Европейской равнины и 2) красноцветные отложения перми и триаса, распространенные в пределах восточного сектора волжского бассейна. Реконструкция основных этапов палеогеографического развития территории Среднего и Нижнего Поволжья в раннехвалынский период осуществлялась с использованием полученных данных и последующего их наложения на цифровую модель рельефа (SRTM, ETOPO1). Для верификации использовался ряд геологических и геоморфологических карт масштаба 1:2 500 000, 1:200 000 и др. Для создания картографического материала использовалась ГИС программа (QGIS 2.18 с различными модулями).

Личный вклад автора. Все полевые исследования разрезов хвалынских отложений проведены лично автором диссертации. Это относится и к отбору и подготовке образцов для всех видов анализов, выполнению гранулометрического, геохимического, минералогического, малакофаунистического изучения образцов, активному участию в работе с другими видами анализов. Обобщение полученных результатов и палеогеографические реконструкции на их основе выполнены лично автором диссертации.

Как полевые работы, так и лабораторная обработка материала, проводились в составе коллектива исследователей под руководством заведующего лабораторией Т.А. Яниной и профессора А.А. Свиточа. Для контроля результатов исследований, дополнения или уточнения стратиграфических и палеогеографических выводов привлечены материалы коллег, а также опубликованные данные – на все используемые материалы в тексте диссертации имеются ссылки.

Научная новизна диссертации заключается в решении научной проблемы – палеогеографии Среднего и Нижнего Поволжья в эпоху раннехвалынской трансгрессии Каспия на основе анализа и обобщения полученного в 2011-2019 гг. оригинального авторского исследовательского материала. Предложенная палеогеографическая схема отличается от существующих и отражает собственную интерпретацию событий в Среднем и Нижнем Поволжье, их сопоставление и связь с событиями в Каспии и на Восточно-Европейской равнине.

Автором реконструированы основные этапы накопления нижнехвалынских отложений на территории Среднего и Нижнего Поволжья. Установлена роль плейстоценовых моренных комплексов Восточно-Европейской равнины в качестве потенциальных источников сноса материала в раннехвалынский бассейн. Выявлены литолого-минералогические и геохимические особенности фации шоколадных глин, определены условия их залегания, распространение и происхождение. Определена роль климатических флуктуаций позднего плейстоцена в особенностях накопления шоколадных глин в Нижнем Поволжье.

Основные защищаемые положения:

1. Раннехвалынская трансгрессия достигла территории Среднего Поволжья около 25 тыс.л.н. Воды раннехвалынского бассейна покинули территорию Нижнего Поволжья около 12,6 тыс.л.н.

2. Накопление шоколадных глин началось в начале последнего ледникового максимума (25 тыс.л.н.) Материалом для накопления шоколадных глин служили отложения моренных комплексов (московского и валдайского). В начальную стадию их накопления (25-17 тыс. л.н.) материал поставлялся талыми ледниковыми водами. После 16 тыс. л.н. поступление материала осуществлялось за счет эрозии протаявших отложений перигляциальной зоны.

3. В теплые климатические фазы (бёллинг, аллерёд) отлагались преимущественно глинистые осадки, сокращалось видовое разнообразие малакофауны. В холодные климатические фазы (ранний, средний и поздний дриас) происходило накопление песчаных отложений, увеличивались численность и разнообразие малакофауны.

4. Цветность шоколадных глин определена высоким содержанием оксида железа. Кристаллизация железа происходила в водах с высоким содержанием кислорода.

Практическая значимость. Знание площадного распространения, характера строения и свойств нижнехвалынских отложений необходимо при инженерно-геологических работах, берегозащите и оценке эрозионной устойчивости территории. Минералогические исследования шоколадных глин могут являться основой для создания потенциальных рекреационных зон. В настоящее время эти глины используются в качестве сырья для кирпичного производства, однако их потенциальное применение гораздо шире. Перспективным направлением является использование бальнеологических свойств хвалынских глин и создание грязелечебных курортов в Среднем и Нижнем Поволжье. Литолого-минералогический комплекс шоколадных глин, не имеющих аналога в истории Каспия, может использоваться в качестве уникального геологического и природного объекта.

Апробация работы. Результаты исследований и основные положения диссертации представлены автором на российских и международных научных конференциях: международный семинар «Морская четвертичная геология и палеогеография» (Ростов-на-Дону, 2012); VIII Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода (Ростов-на-

Дону, 2013); VII Университетские геологические чтения (Минск, 2013); Международная конференция "Clays, Clay Minerals and Layered Materials – CMLM-2013" (Санкт-Петербург, 2013); международные конференции IGCP 610 "From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human response during the Quaternary" (Тбилиси, Грузия, 2013; Баку, Азербайджан, 2014; Астрахань, 2015; Тбилиси, Грузия, 2016; Палермо, Италия, 2017); Всероссийская научная конференция с международным участием «Марковские чтения 2015» (Москва, 2015); Международный географический конгресс IGU (Москва, 2015); всероссийская конференция «Вопросы геоморфологии и палеогеографии морских побережий и шельфа» памяти Павла Алексеевича Каплина (Москва, 2017); Международная молодежная школа-конференция "Where East meets West: Pontocaspia, the historical dimension of the evolution of a unique biodiversity" (Азов, 2017); Пятая российская школа по глинистым минералам "Argilla Studium 2017" (Москва, 2017); 5-я европейская конференция по изучению мерзлоты EUCOP-5 (Шамони, Франция, 2018); международная конференция PRIDE-RCMNS (Тбилиси, Грузия, 2018); XX международный конгресс по изучению четвертичного периода INQUA (Дублин, Ирландия, 2019).

По теме диссертации опубликованы 55 научных работ, в том числе 9 статей в журналах, входящих в систему Web of Science, Scopus и RSCI (5 статей на английском языке), 27 статей в сборниках, 3 коллективные монографии, 16 тезисов докладов.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, включающих 9 таблиц и 63 рисунка, заключения, списка литературы из 242 наименований (в том числе 73 на иностранных языках) и 3 приложений. Текст изложен на 160 страницах.

Благодарности. Автор выражает огромную благодарность доктору географических наук Т.А. Яниной за руководство и всеобъемлющую поддержку в работе над диссертацией; доктору географических наук, профессору А.А. Свиточу – идейному вдохновителю изучения палеогеографических особенностей исследуемого региона; доктору географических наук Н.С. Болиховской за помощь в палеогеографических и палинологических аспектах работы; доктору географических наук Г.И. Рычагову и кандидату географических наук Е.Н. Бадюковой за консультации в геоморфологических вопросах; инженеру Д.С. Хомченко, аспирантам Г.В. Ощепкову, Н.Т. Ткачу и Н.В. Сычеву за весомую помощь в полевых исследованиях, а также коллективу НИЛ новейших отложений и палеогеографии плейстоцена за благоприятную творческую атмосферу, понимание и поддержку. Особую благодарность автор выражает доктору физико-математических наук В.А. Большакову за поддержку и обсуждение фундаментальных проблем в четвертичной науке и путей их решения. Автор признателен сотрудникам кафедры криолитологии и гляциологии докторам географических наук В.Н. Конищеву и В.В. Рогову и кандидату геолого-минералогических наук И.Д. Стрелецкой за поддержку и помощь в интерпретации полученных результатов.

Автор также выражает благодарность сотрудникам кафедры геохимии ландшафтов и географии почв кандидату биологических наук П.П. Кречетову и кандидату географических наук Т.М. Диановой за консультации в геохимических аспектах проведенного исследования.

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1. Природные условия Среднего и Нижнего Поволжья

Глава включает шесть разделов (орография, геологическое строение, гидрография, климат, ландшафты и геоморфология), содержащих краткий обзор природных условий территории Среднего и Нижнего Поволжья, занимающей восточную и юго-восточную части Восточно-Европейской равнины.

Глава 2. История изучения и основные вопросы палеогеографии Среднего и Нижнего Поволжья в эпоху раннехвалынской трансгрессии Каспия

В главе, представленной двумя разделами, дан исторический обзор изучения нижнехвалынских отложений и палеогеографических реконструкций региона и рассмотрены вопросы, требующие решения. Первое подробное описание каспийских отложений изложено в работе Н.П. Барбот-де-Марни (1868). Позже И.В. Мушкетовым (1895) были исследованы обширные территории Нижней Волги и Ергеней. На рубеже XIX и XX вв. Каспийский регион изучал геолог Н.И. Андрусов (1888, 1900), уделявший особое внимание анализу каспийской малакофауны и биостратиграфическим построениям на ее основе. В начале XX века важную роль в познании плейстоцена Северного Прикаспия сыграли исследования П.А. Православлева. Им и Н.И. Андрусовым (1913) была предложена терминология для арало-каспийских отложений, которая впоследствии легла в основу первой обобщенной стратиграфической схемы Северного Прикаспия. В период 30–40-х гг. XX века большой вклад в исследования хвалынских отложений Северного Прикаспия был внесён М.М. Жуковым (1935, 1945). Он впервые обратил внимание на высокое расположение хвалынских террас, достигающих +50 м абс.

Середина XX века ознаменовалась обширными исследованиями в Поволжье и Прикаспийской низменности. Геолого-геоморфологические аспекты и стратиграфия региона рассматривались в работах В.А. Ковды, А.Н. Мазаровича, Е.В. Шанцера, М.В. Карандеевой, Н.И. Николаева, М.П. Брициной, В.А. Морозова, В.А. Николаева, П.В. Федорова, А.И. Москвитина, О.К. Леонтьева, Ю.М. Васильева, Г.В. Обедяевой, З.П. Губониной, Ю.А. Лаврушина, Г.И. Горецкого и многих других. Палинологические исследования приводятся в работах В.П. Гричука, К.В. Ворониной, Л.С. Тюриной. Вещественный состав отложений рассматривается в работах В.А. Приклонского, Н.С. Реутовой, С.Я. Орехова, И.Д. Седлецкого и С.А. Архипова. Разделение хвалынских отложений на верхне- и нижнехвалынские было предложено П.В. Федоровым (1946). Им же в 1957 г. впервые была

представлена стратиграфическая схема для всего Каспийского региона, которая актуальна и по сей день.

Новый виток активности в изучении Среднего и Нижнего Поволжья и сопредельных с ними территорий Прикаспия начался в последние десятилетия, его результаты изложены в трудах Г.И. Рычагова, Е.Н. Бадюковой, А.А. Свиточа, Т.А. Яниной, А.Л. Чепалыги, Ю.А. Леонова, В.М. Сорокина, И.А. Чистяковой, Н.С. Болиховской, А.С. Застрожного, Ю.А. Лаврушина, Х.А. Арсланова, Г.А. Данукаловой, А. Тудрин и многих других.

Анализ опубликованных материалов, затрагивающих разные аспекты палеогеографии Среднего и Нижнего Поволжья в эпоху раннехвалынской трансгрессии Каспия, позволил выявить следующие актуальные задачи: определение границ раннехвалынской трансгрессии в пределах волжского эстуария; установление времени развития раннехвалынской трансгрессии и ее стадий; проведение корреляции нижнехвалынских отложений на основе их литолого-минералогических особенностей; создание единой стратиграфической схемы раннехвалынской эпохи; установление стадий и условий накопления шоколадных глин; реконструкция палеогеографических событий в Среднем и Нижнем Поволжье; корреляция событий раннехвалынской эпохи с ледниково-межледниковыми ритмами на Восточно-Европейской равнине и с глобальными изменениями климата.

Глава 3. Опорные разрезы Среднего и Нижнего Поволжья и методика исследований нижнехвалынских отложений.

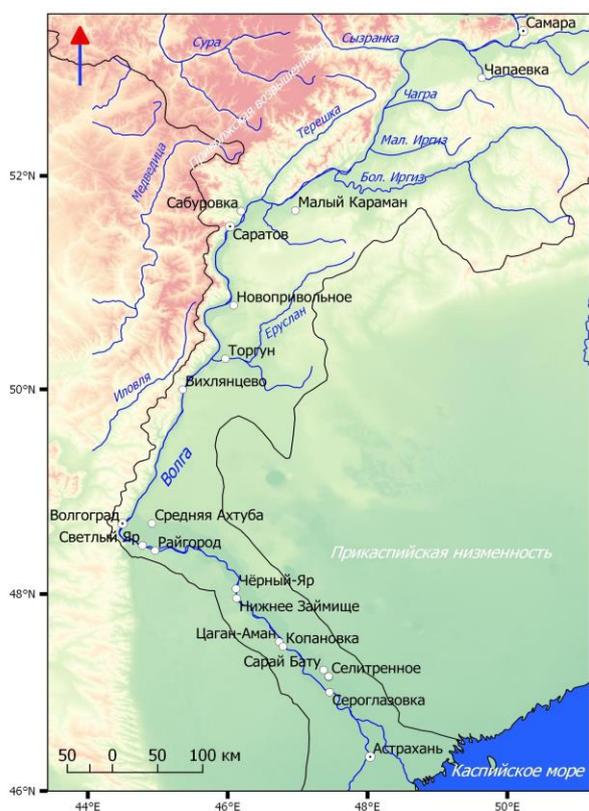


Рис. 1. Карта-схема районов исследований.

Основные объекты исследования - разрезы Среднего и Нижнего Поволжья (рис. 1). В Среднем Поволжье изучены разрезы Чаяевка, Малый Караман, Сабуровка, Новопривольное и Торгун, в Нижнем Поволжье – Вихлянцево, Светлый Яр, Райгород, Средняя Ахтуба, Черный Яр, Нижнее Займище, Цаган-Аман, Копановка, Сероглазовка, Сарай Бату и Селитренное. В первом разделе главы дан анализ всех разрезов и сделаны выводы об особенностях строения нижнехвалынских отложений в Среднем и Нижнем Поволжье.

Литологическое строение нижнехвалынских отложений разрезов Среднего Поволжья представлено несколькими фациальными разностями:

1) глины темно-коричневые, красноватые, слоистые, с включениями тонких слоев песков и алевритов, залегающие в верхней части нижнехвалынских отложений (Сабуровка, Новопривольное, Торгун); 2) глины шоколадные, плотные, слоистые, плитчатые, с включениями песчаных, часто ожелезненных, прослоев, залегающие в верхней и средней частях нижнехвалынских отложений (Чапаевка, Малый Караман-2); 3) глины шоколадные, массивные, плотные, трещиноватые, залегающие в средней части нижнехвалынских отложений (Сабуровка, Малый Караман-2); 4) глины шоколадные, тонкослоистые, плитчатые, переслаивающиеся с тонкими слоями алевритов и песков характерны для нижней части нижнехвалынских отложений (Новопривольное, Торгун); 5) пески, переслаивающиеся с глинистыми слоями, занимающие среднюю и нижнюю части нижнехвалынских отложений (Новопривольное); 6) глины коричневые, серые и сизые, переслаивающиеся между собой, располагающиеся в основании нижнехвалынских отложений (Сабуровка). Для нижнехвалынских отложений Среднего Поволжья характерно практически полное отсутствие раковин моллюсков.

Литологическое строение нижнехвалынских отложений разрезов Нижнего Поволжья зависит от морфологических особенностей подстилающего рельефа. Мощные (8-10 м) толщи нижнехвалынских отложений нивелируют палеодепрессии (Светлый Яр-сев, Копановка-2). Для этих участков характерны следующие типы строения: 1) глины коричневые, бурые, красноватые, слоистые, с многочисленными прослоями песков, залегают в верхней части нижнехвалынских отложений; 2) глины шоколадные, массивные, плотные, достигающие мощности 4-5 м, характерны для средней части нижнехвалынских отложений; 3) пески мелко и среднезернистые с редкими прослоями глин, приурочены к нижней части нижнехвалынских отложений.

Для нижнехвалынских отложений, залегающих вне депрессий, характерны мощности 1-2 м (Райгород, Черный Яр-овраг, Черный Яр-карьер, Нижнее Займище, Средняя Ахтуба, Светлый Яр-юг). В их строении выделяются следующие особенности: 1) глины коричневые, шоколадные, разделенные слоистыми песками и алевритами с обильной фауной моллюсков; 2) глины шоколадные, плотные, массивные, мощностью 20-30 см; 3) пески мелкозернистые, слоистые, с фауной моллюсков. В районах распространения бэровских бугров нижнехвалынские отложения представлены слоистыми шоколадными глинами и песками в основании бугровой толщи (Сероглазовка, Сарай-Бату, Селитренное).

Во втором разделе главы описана методика исследований. Для решения поставленных задач автором диссертации был применен комплексный подход к изучению отдельных компонентов природной среды раннехвалынского этапа на территории Среднего и Нижнего Поволжья. Фактологический материал, собранный во время полевых работ 2011-2019 гг., изучен комплексом методов: литофациальным (гранулометрический, минералогический,

микроструктурный анализы), геохимическим, малакофаунистическим, палинологическим, геохронологическим (радиоуглеродное датирование) и геоинформационным (ГИС). Полученные результаты были использованы для дальнейшего комплексного анализа и реконструкции палеогеографических событий раннехвалынского этапа на территории Среднего и Нижнего Поволжья.

Глава 4. Литофациальное строение и распространение нижнехвалынских отложений в Среднем и Нижнем Поволжье

На основе фактологических, литературных и фондовых материалов, с помощью ГИС анализа, создана карта-схема распространения литологических комплексов нижнехвалынских отложений Среднего Поволжья и Северного Прикаспия (рис. 2).

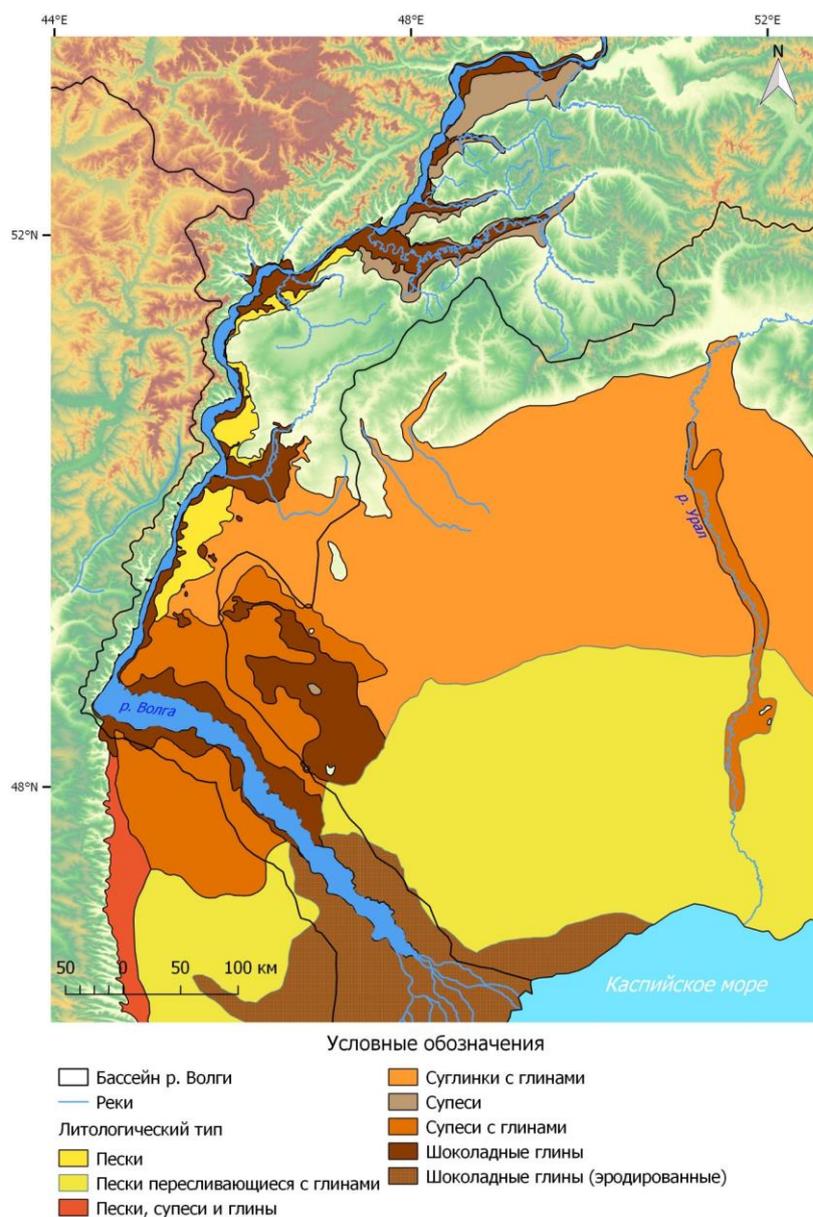


Рис. 2. Карта-схема литологических комплексов нижнехвалынских отложений Среднего, Нижнего Поволжья и Западного Прикаспия по данным (Брицина, 1954; Москвитин, 1962; Брылев, 1980; Свиточ и др., 2014).

В Среднем Поволжье нижнехвалынские отложения представлены шоколадными глинами, песками и супесями. Они распространены вдоль обоих бортов волжской долины и ограничены по высоте изолинией +45 м абс. На левобережье шоколадные глины слагают поверхности II террасы на уровнях +20-25 м абс. Выше (+30-45 м абс.) залегают пески и супеси, покрывающие поверхность III террасы. Крупные области, занятые шоколадными глинами, располагаются на участках расширения волжского палеоэстуария и в низовьях долин многих рек. В правобережной части нижнехвалынские отложения распространены в низовьях речных долин, заливах, балках и оврагах. На уровнях +15-25 м абс. преобладают шоколадные глины, выше (+30-40 м абс.) распространены пески и суглинки.

В Нижнем Поволжье нижнехвалынские отложения распространены повсеместно и залегают в интервалах высот +18-(-26) м абс. Преобладают шоколадные глины. В левобережной части волжской долины между г. Николаевском и п. Быково нижнехвалынские отложения слагают широкую (10-15 км) песчаную гряду высотой до +30-32 м абс.

В фации шоколадных глин выделяются 4 группы подфаций: моноглинистая, слоистая, песчано-глинистая и алеврито-глинистая. Песчаная фация приурочена к основанию нижнехвалынских отложений и состоит преимущественно из горизонтально-слоистой и косослоистой подфаций. Для нижнехвалынских отложений характерны горизонтальная, волнистая, массивная и косослоистая текстуры. Преобладает горизонтальная текстура, представленная переслаиванием глин, алевритов и песков.

Гранулометрический анализ нижнехвалынских отложений разрезов Среднего и Нижнего Поволжья демонстрирует преобладание алеврито-глинистой размерности 0,005-0,001 мм. Алевритовая фракция представлена меньше и характерна для нижневолжских разрезов. Крупные фракции (0,25-0,05 и 1-0,25 мм) тяготеют к песчаным прослоям. Для сравнения гранулометрических показателей нижнехвалынских отложений были выбраны разрезы Сабуровка и Светлый Яр. В разрезе Сабуровка доминирует алеврито-глинистая фракция 0,005-0,001 мм, отражающая спокойное осадконакопление, существовавшее в озерно-лагунных условиях. Примесь алеврито-песчаной фракции отражает сезонный цикл накопления материала, приуроченный к весеннему периоду. В разрезе Светлый Яр преобладают алевритистые размерности 0,05-0,01 и 0,005-0,001 мм соответственно. Алевритистая составляющая накапливалась в условиях неглубокого спокойного солоноватоводного водоема. Возрастание доли песчаных фракций могло происходить за счет колебания уровня раннехвалынского бассейна.

Согласно результатам минералогического анализа, отложения легкой фракции (~97%) из разрезов Нижнего Поволжья состоят из кварца (33-37%), полевого шпата (12-16%), плагиоклаза (10-12%), кальцита (6-7%), доломита (2-5%) и глинистых минералов (25-34%).

Для отложений в разрезах Среднего Поволжья в легкой фракции характерны минералы: кварц (37-44%), полевой шпат (12-14%), кальцит (9-10%), доломит (5-8%) и глинистые минералы (16-28%). В тяжелой фракции (~3%) нижнехвалыньских отложений выделяется группа ильменита-эпидота-циркона-граната, составляющая 60-65% от объема тяжелой фракции. Меньшую часть составляет группа роговой обманки, рутила и турмалина.

Таким образом, в составе нижнехвалыньских отложений выделяются несколько групп преобладающих минералов, источниками сноса которых могли быть волжская и камская минералогические провинции. Это группа роговой обманки, тяготеющая к волжской провинции (Судакова, 1982), и группа ильменит-эпидота, высокие концентрации которых тяготеют к камскому бассейну (Осовецкий, 2011).

По результатам рентгенофазового анализа шоколадных глин из разрезов Среднего и Нижнего Поволжья во фракции <0,002 мм содержатся следующие глинистые минералы: иллит (33-48%), каолинит (18-33%), хлорит (8-23%), смектит (3-28%) и смешанно-слоистые минералы (3-10%). Для поиска потенциальных источников сноса глинистого материала автором были проанализированы несколько образцов, отобранных с западной и восточной секторов волжского бассейна. В образцах моренного суглинка московского возраста из западного сектора был определен следующий состав минералов: иллит (45%), каолинит (33%), смектит (22%). В образцах из восточного сектора анализ красноцветной глины перм-триасового возраста показал иной состав глинистого материала: смектит (60%), иллит (15%), хлорит (10%), каолинит (5%) и смешанно-слоистые минералы (10%). Полученный результат позволяет утверждать, что источниками сноса глинистых минералов являлись две минералогические провинции – волжская и камская, первая из которых была основной.

Результаты геохимического анализа показывают, что в нижнехвалыньских отложениях преобладают оксиды – SiO_2 , Al_2O_3 и Fe_2O_3 со средними концентрациями 61, 19,3 и 8,2 % соответственно. Из других оксидов в нижнехвалыньских отложениях содержатся CaO (~3,8%), K_2O (~3,2%), TiO_2 (~1%), MgO (~2,4%), MnO (~0,11%), P_2O_5 (~0,15%). Для нижнехвалыньских отложений характерно низкое содержание CaCO_3 , что отражает условия прохладного раннехвалыньского бассейна, в котором преобладали неблагоприятные условия для его осаждения. Незначительное повышение CaCO_3 в верхней части нижнехвалыньских отложений разреза Светлый Яр, возможно, связано с потеплением вод и увеличением испарения, способствовавшим отложению карбонатов.

Напротив, содержание Fe_2O_3 в шоколадных глинах повышено, что и предопределяет их цветность. В шоколадных глинах Среднего Поволжья содержание Fe_2O_3 выше (до 11%), чем в разрезах Нижнего Поволжья (до 8%). Накопление шоколадных глин в Среднем Поволжье происходило в эстуарных условиях, где важную роль играли речные воды, насыщенные кислородом. В то время как накопление шоколадных глин в Нижнем Поволжье происходило

в солоноватоводных условиях. Соотношение элементов Ni/Co, отражающих окислительно-восстановительные процессы, демонстрирует преобладание окислительных условий в период накопления нижнехвалыньских отложений.

Обобщая вышесказанное, можно утверждать, что накопление нижнехвалыньских отложений в разрезах Среднего и Нижнего Поволжья происходило в водах, насыщенных кислородом. Это способствовало высвобождению и кристаллизации железа из глинистых минералов. Само высвобождение Fe_2O_3 в глинистых минералах вероятнее всего связано с деструкцией кристаллической решетки, за счет физического выветривания, происходившего в верховьях волжского бассейна подверженного интенсивным перигляциальным условиям.

Глава 5. Ископаемые остатки и стратиграфическое положение нижнехвалыньских отложений

В первом разделе главы представлены результаты малакофаунистического и палинологического анализов. На основе полученного из разрезов Среднего и Нижнего Поволжья материала было идентифицировано 4 основных рода раннехвалыньских моллюсков (*Didacna*, *Monodacna*, *Dreissena* и *Hypanis*). Нижнехвалыньский фаунистический комплекс охарактеризован меньшим числом видов моллюсков, чем в предыдущие этапы развития Каспийского моря. В Среднем Поволжье обитали мелкие, тонкостенные солоноватоводные виды *Dreissena polymorpha*, *Monodacna caspia*, выдерживающие сильное опреснение водоема. В Нижнем Поволжье начинают преобладать моллюски рода *Didacna*. Наиболее часто встречаются виды *Didacna protracta*, *D. ebersini*, *Dreissena polymorpha*, *Monodacna caspia*. Мощность песчаных прослоев и обилие раковинного материала в некоторых разрезах говорят о достаточно продолжительном этапе стабилизации водоема, благоприятном для развития моллюсков. Наиболее приспособившимися видами являются *Dreissena polymorpha* и *Monodacna caspia*, которые встречаются практически во всех разрезах Нижнего Поволжья.

Палинологический анализ выполнен для нижнехвалыньских отложений разреза Средняя Ахтуба (Болиховская, Макшаев, 2019). Проанализированы образцы из слоев 8-3 (рис. 3). Выделено 8 палинозон. В результате анализа палинофлоры реконструирована динамика ландшафтно-климатических изменений.

Накопление аллювиальных отложений (слой 8) происходило в холодную стадию конца последнего ледникового максимума и раннего дриаса. В это время господствовали тундростепные ландшафты (палинозона 1). Нижняя часть шоколадных глин (слой 7), вероятно, отложилась в период резкого потепления (палинозоны 2-3), отвечающего теплomu межстадиалу бёллинг. В это время преобладали перигляциальные лесостепи с представителями широколиственных лесов.

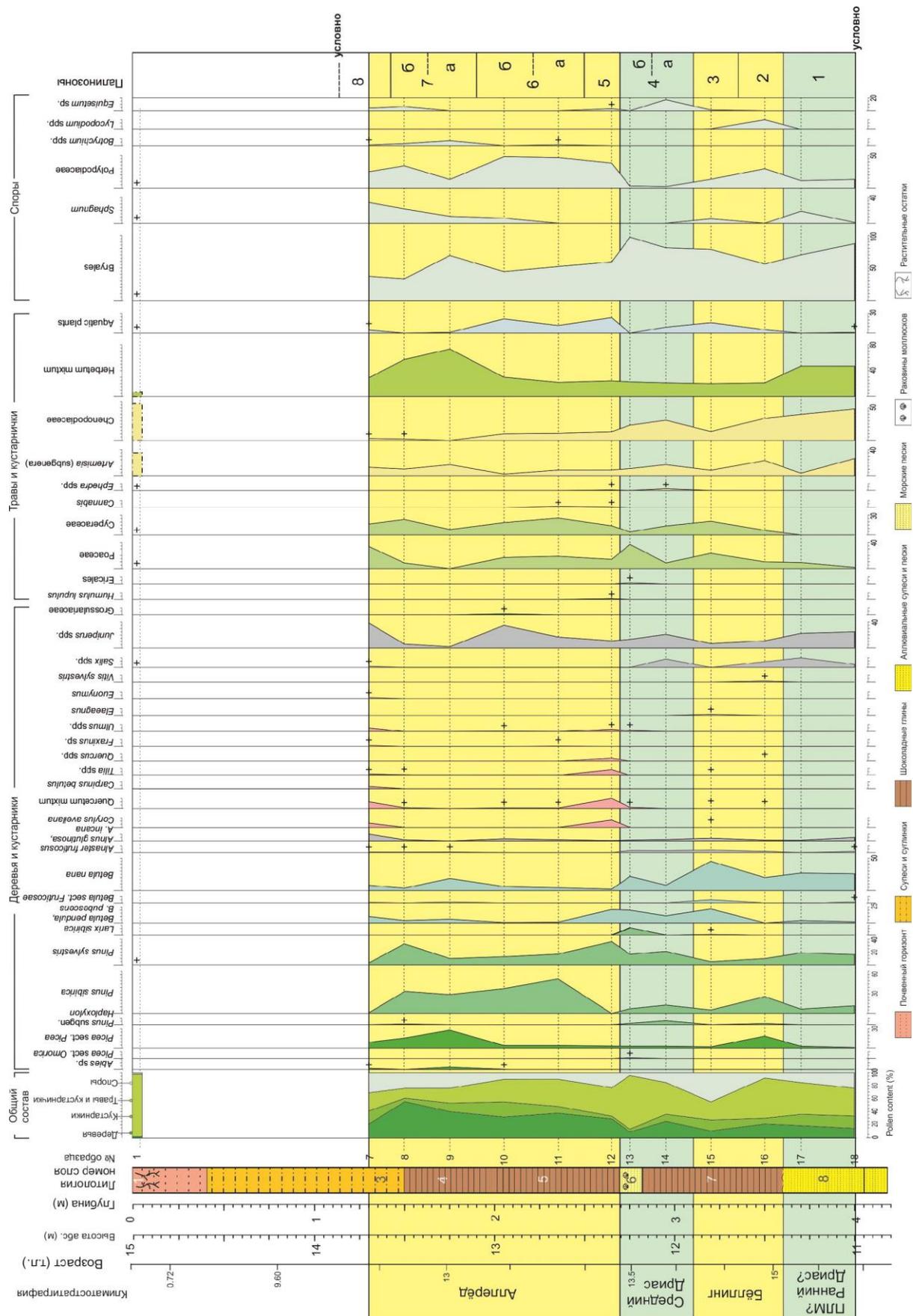


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма субрецентных и нижнехвалынских отложений разреза Средняя Ахтуба. + – при содержании <3.

Самая верхняя часть горизонта шоколадных глин (слой 7), отложилась в среднем дриасе, этот период характеризуется преобладанием перигляциальных степей и исчезновением широколиственных пород (палинозона 4). Морские пески (слой 6) накапливались во вторую подфазу (палинозона 4б). На этом этапе происходило увеличение площади степных ландшафтов. Нижняя часть шоколадных глин (слой 5) накапливалась в начальную стадию теплого межстадиала аллерёд. В начале аллерёда (палинозона 5) преобладали ландшафты перигляциальных лесостепей с господством сосново-березовых сообществ. В травяном покрове были распространены злаки, разнотравье и папоротники. Накопление среднего горизонта шоколадных глин отвечает развитию перигляциальных лесостепей, в составе которых произрастали сосново-кедровые формации с примесью ели и пихты, с можжевельниковыми зарослями кустарников. В составе травянистой растительности преобладали злаки и разнотравье. Верхний горизонт шоколадных глин (слой 4) формировался в условиях развития перигляциальных лесостепей (палинозона 7) с кедрово-еловыми ассоциациями, с присутствием пихты, сосны и березы. В травянистом покрове преобладали лилейные, осоки и папоротники. Широко был развит моховой покров. Супесчано-суглинистые отложения (слой 3) накапливались в послераннехвалынскую эпоху, в раннюю фазу голоцена (палинозона 8). В этот интервал времени произрастали широколиственные породы.

В шоколадных глинах определена группа зеленых водорослей, а также пыльца водных растений и прибрежно-водных сообществ, отражающих накопление осадков в мелководном водоеме.

Второй раздел главы посвящен анализу данных по абсолютному возрасту и стратиграфическому положению нижнехвалынских отложений. По материалам автора диссертации в лабораториях (СПбГУ и ИГРАН) для нижнехвалынских отложений получены 36 радиоуглеродных датировок. Даты (31), полученные ранее в лабораториях МГУ, ГИН, ЛУ, ВСЕГЕИ, не приведенные к календарному возрасту, откалиброваны автором с помощью программы Calib 7.1. (Stuiver и Reimer, 1993) и калибровочной шкалы IntCal13 (Reimer et al., 2013). Результаты анализа 67 калиброванных радиоуглеродных дат демонстрируют, что раннехвалынский этап и накопление нижнехвалынских отложений на территории Среднего и Нижнего Поволжья приходится на период 25-12,6 тыс.л.н. (рис. 4). На начальном этапе накопление нижнехвалынских отложений на территории Среднего и Нижнего Поволжья происходило в период поздневалдайского оледенения. Литологический состав нижнехвалынских отложений данного периода характеризуется распространением двух основных фаций - песчаной и глинистой.

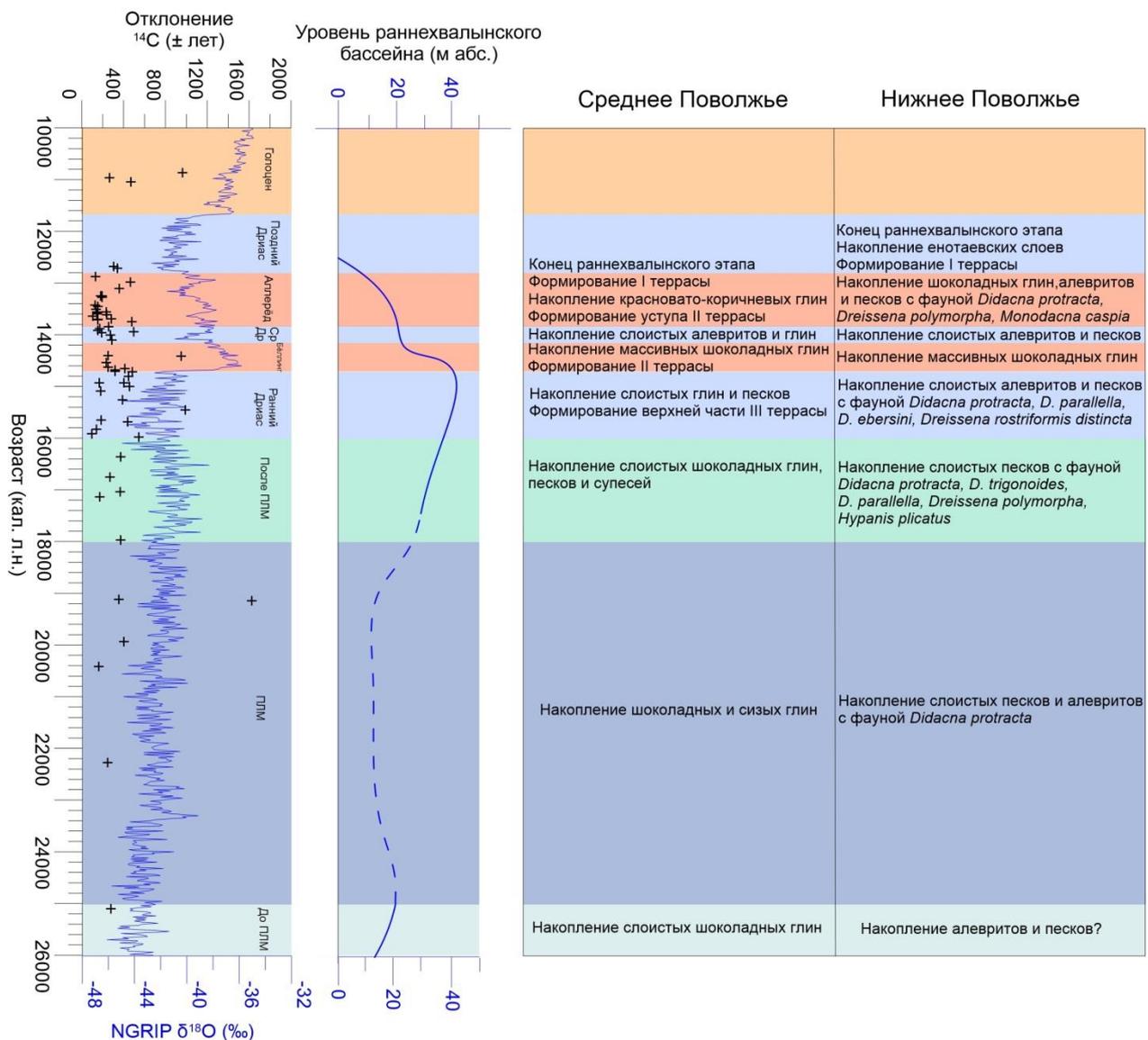


Рис. 4. Результаты сопоставления данных радиоуглеродного датирования нижнехвалыньских отложений Среднего и Нижнего Поволжья с изотопно-кислородной шкалой NGRIP (NGRIP members, 2004), основными климатическими этапами конца позднего плейстоцена-голоцена (Steffensen et al., 2008) и их корреляция с событиями на территориях Среднего и Нижнего Поволжья.

В Среднем Поволжье слоистые шоколадные глины начали накапливаться около 25 тыс.л.н. После 17-16 тыс.л.н. происходит накопление песчаных и супесчаных отложений, слагающих верхнюю часть III террасы. В начале бёллинга происходит формирование II террасы, сложенной шоколадными глинами. В начале бёллинга происходит формирование II террасы, сложенной шоколадными глинами. В раннем дриасе продолжается накопление слоистых алевроитов и шоколадных глин. В аллерёде формируется уступ II террасы, а в его конце раннехвалыньские воды покидают территорию Среднего Поволжья.

Для Нижнего Поволжья основной период накопления нижнехвалыньских отложений относится к временному интервалу 16-12,6 тыс.л.н. В период последнего ледникового максимума на территории Нижнего Поволжья впервые появляются моллюски *Didacna protracta*. В этот этап накапливаются слоистые алевроиты и пески. После последнего ледникового максимума происходит накопление слоистых песков и постепенное увеличение видового разнообразия фауны моллюсков.

Песчаный горизонт с фауной *Didacna protracta* в основании нижнехвалынских отложений накапливался в период раннего дриаса приблизительно до 14,6 тыс.л.н. В бёллинге происходит накопление массивных шоколадных глин. В ряде разрезов верхний или средний песчаный горизонт с фауной *Didacna ebersini*, *Dreissena polymorpha*, перекрывает шоколадные глины и соответствует интервалу в 14,1-13,8 тыс.л.н., отвечающему фазе среднего дриаса. Следующий период отмечен накоплением алеврито-глинистых и песчаных отложений с фауной моллюсков *Didacna protracta*, *Dreissena polymorpha* и *Monodacna caspia*, отвечает фазе аллерёд. На рубеже аллерёда и позднего дриаса происходит формирование I террасы.

Глава 6. Условия осадконакопления и палеогеографическая обстановка в раннехвалынский этап

Представленный материал явился основой для палеогеографических реконструкций раннехвалынской эпохи развития Среднего и Нижнего Поволжья. Определены потенциальные источники сноса для формирования толщи нижнехвалынских отложений, выявлены процессы, предопределившие особенности раннехвалынской трансгрессии, и их интенсивность. Как результат, установлена этапность палеогеографического развития территории.

Начало накопления нижнехвалынских отложений приходится на ранний этап развития последнего ледникового максимума (25-18 тыс.л.н.) (рис. 5). Об этом свидетельствуют несколько радиоуглеродных дат, полученных из основания нижнехвалынских отложений в разрезах Сабуровка и Цаган-Аман. Уровень раннехвалынского бассейна в этот период времени находился на отметках не ниже +20 м абс., о чем свидетельствует радиоуглеродная дата из разреза Сабуровка (25101±278 кал. л.н.). Постепенно в раннехвалынский бассейн стал поступать материал, транспортируемый из северо-западной части волжского бассейна. Предположительно источниками сноса являлись области распространения валдайской и московской морен. Активную роль в транспортировке материала играли воды приледниковых озер, которые периодически прорывались. В составе нижнехвалынских отложений начинают накапливаться слоистые шоколадные глины. В волжской эстуарии их формирование происходило в озерно-лагунных условиях, в водах, насыщенных кислородом. За счет этого глины приобрели темно-коричневый “шоколадный” цвет.

В Нижнем Поволжье нижнехвалынские отложения накапливались в солонатоводных условиях, об этом говорят находки раннехвалынских моллюсков *Didacna protracta* в алеврито-песчаных прослоях. Для этого времени было характерно господство тундростепных ландшафтов в условиях вечной мерзлоты с пустынно-степными полынно-маревыми и злаково-разнотравными сообществами и ерниковыми формациями.

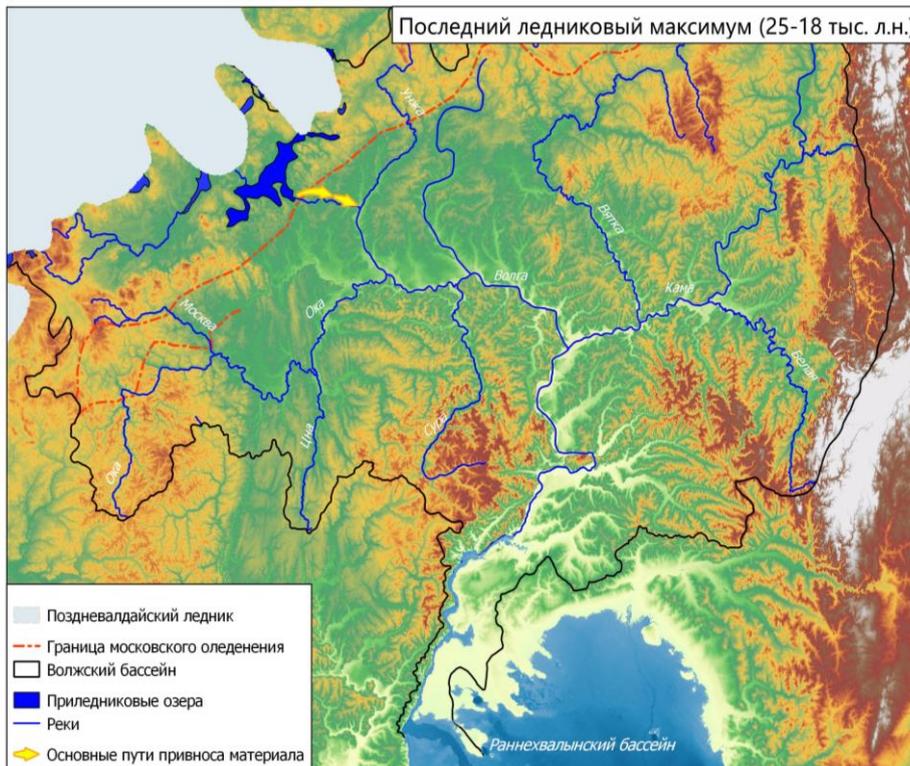


Рис. 5. Схема развития волжского бассейна в период последнего ледникового максимума. Границы поздневалдайского оледенения проведены по данным Stroeve et al. (2016), московского оледенения – по Н.Г. Судаковой и др. (2013), приледниковых озер – по материалам Д.Д.Квасова (1975), Gorlach et al. (2017) и Panin et al. (2019).

В конце последнего ледникового максимума и до конца раннего дриаса (18-14,7 тыс.л.н.) происходит постепенное увеличение уровня и площади раннехвалынского бассейна (рис. 6).



Рис. 6. Схема развития волжского бассейна в конце последнего ледникового максимума. Границы поздневалдайского оледенения проведены по данным Stroeve et al. (2016), московского оледенения – по Н.Г. Судаковой и др. (2013), приледниковых озер – по данным Д.Д. Квасова (1975), Gorlach et al. (2017) и Panin et al. (2019).

Радиоуглеродная дата нижнехвалынских отложений из разреза Приволжье указывает, что раннехвалынские воды достигали территории Самарской области примерно 17036 ± 370 кал.л.н. (Васильев, 1967), а уровень раннехвалынского бассейна был не ниже +30 м абс. На территории Среднего Поволжья в этот период времени происходит накопление шоколадных глин, переслаивающихся с тонкими алевритами. В Нижнем Поволжье в составе отложений преобладают пески, переслаивающиеся с алевритами и шоколадными глинами. В песчаных отложениях данного этапа весьма редко встречаются раковины моллюсков. Происходит увеличение стока реки Волги, в раннехвалынский бассейн поступают талые ледниковые воды поздневалдайского оледенения, которые размывали моренные отложения московского возраста в районе Ярославско-Костромского Поволжья. Об этом, в частности, может говорить практически идентичный состав глинистых минералов моренного суглинка и шоколадных глин. Для данного этапа было характерно развитие тундро-степных частично заболоченных ландшафтов на вечномерзлых грунтах с полынно-маревыми и злаково-разнотравными сообществами и ерниковыми формациями с моховым покровом. Приблизительно 16-15,5 тыс.л.н. северо-западная часть волжского бассейна полностью освободилась от поздневалдайского ледникового покрова (рис. 7).

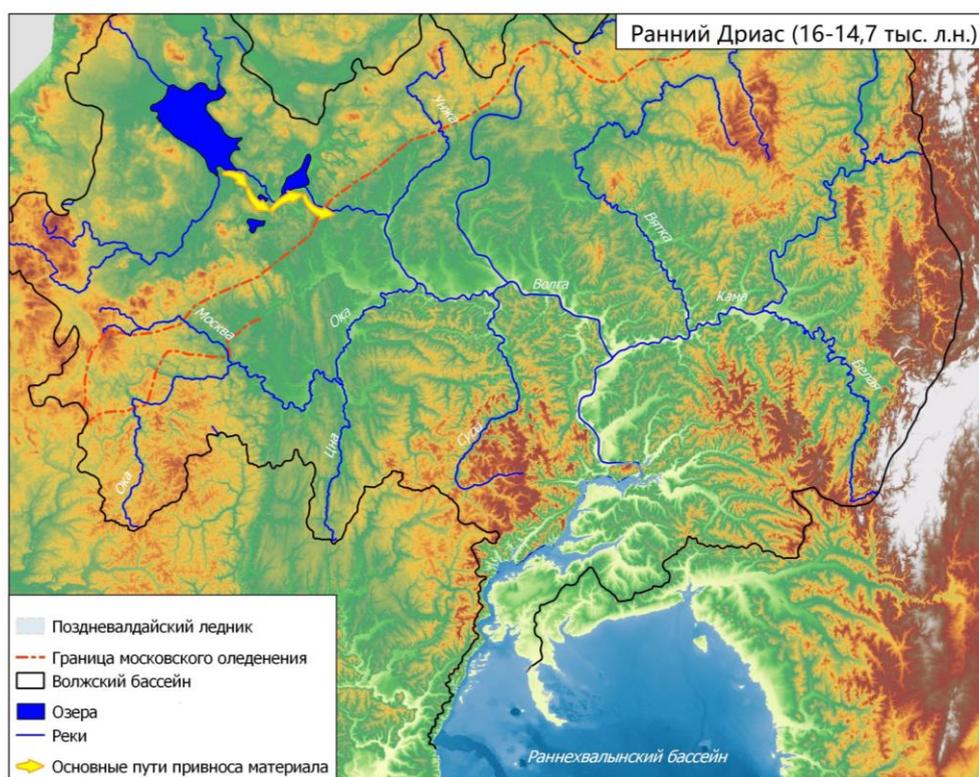


Рис. 7. Схема развития волжского бассейна в раннем дриасе. Границы поздневалдайского оледенения проведены по данным Stroeve et al. (2016), московского оледенения – по Н.Г. Судаковой и др. (2013), озер – по материалам Д.Д. Квасова (1975).

Начиная с бёллинга (14,6-14,1 тыс.л.н.) в волжском бассейне происходят изменения, выражающиеся в резком потеплении и смене основных источников стока. Ледниковые воды уже не подпитывали раннехвалынский бассейн (рис. 8). На первый план выходит роль

интенсивного таяния вечной мерзлоты и увеличения речного стока (Сидорчук и др., 2018). В раннехвалынском бассейне в этот период времени происходит регрессия, связанная с прорывом и стоком вод через Маныч в Черное море, после которого уровень моря стабилизировался на отметках +20-+22 м абс. (Свиточ и др., 2008). В волжском эстуарии и в Нижнем Поволжье в это время отмечается интенсивное накопление массивных шоколадных глин. Источником глинистого материала служили размываемые моренные отложения московского возраста и верхний деятельный слой вечномёрзлых грунтов. Для данного этапа характерно полное отсутствие в нижнехвалынских отложениях раковин раннехвалынских моллюсков за счет интенсивной гидродинамической обстановки и сильно насыщенным глинистым материалом вод. В составе ландшафтов преобладали перигляциальные лесостепи, в древесной растительности появились представители широколиственных лесов.

В период среднего дриаса (14,1-13,9 тыс.л.н.) происходит стабилизация уровня водоема и сокращение стока вод из волжского бассейна. Начинают преобладать глинистые отложения,

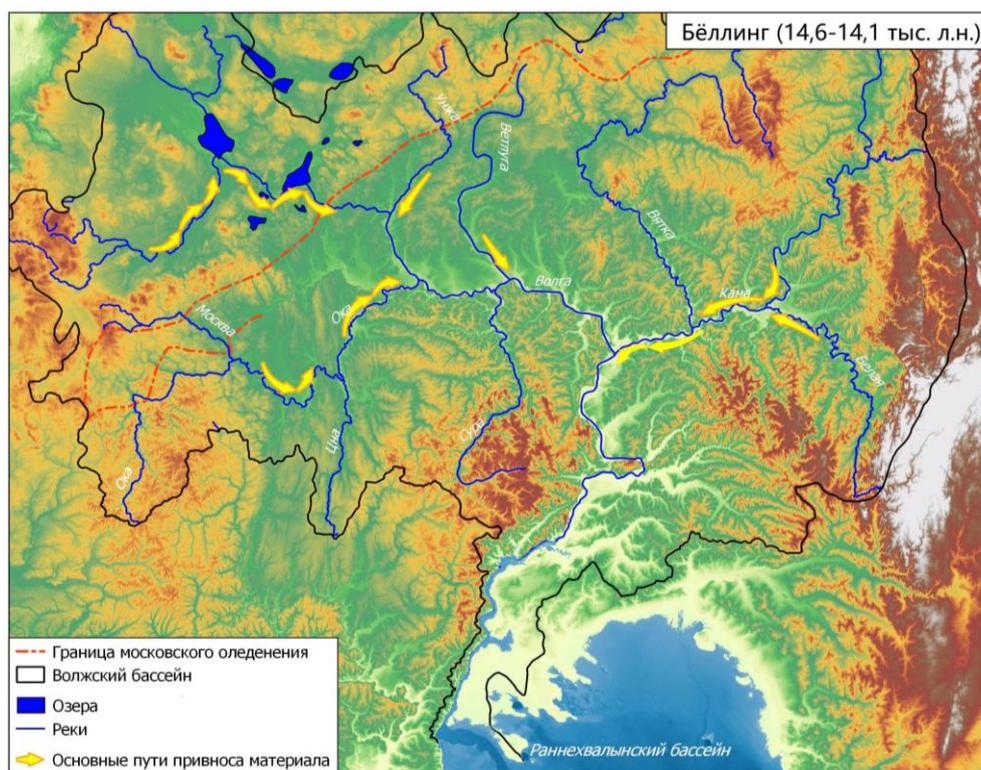


Рис. 8. Схема развития волжского бассейна в бёллинге. Границы поздневалдайского оледенения проведены по данным Stroeven et al. (2016), московского оледенения – по Н.Г. Судаковой и др. (2013), озер – по материалам Д.Д. Квасова (1975).

но уже с включениями тонких прослоев алевролита и песка. В отложениях появляется фауна моллюсков с основными видами *Didacna protracta*, *D. ebersini*, *Dreissena polymorpha*, *Monodacna caspia*. В это время господствовали перигляциальные лесостепные ландшафты с полынно-маревыми ассоциациями, березовыми и сосново-кедровыми редколесьями. К концу среднего дриаса происходило увеличение степных ландшафтов с преобладанием разнотравно-злаковых сообществ.

Аллередская фаза (13,9-12,9 тыс.л.н.) характеризовалась увеличением стока в волжском бассейне (рис. 9). В раннехвалынском бассейне это находит отражение в видовом сокращении моллюсков. За счет начавшейся регрессии в воде повысилась концентрация глинистой составляющей, которая являлась неблагоприятной средой для обитания моллюсков. Отдельные скопления фауны отмечаются лишь на некоторых участках с развитым песчаным субстратом. Происходит накопление красноватых глин в верхней толще нижнехвалынских отложений. Потенциальными источниками сноса могли служить красноцветы пермо-триаса, которые эродировались за счет увеличившегося стока р. Камы. В шоколадных глинах увеличивается доля минерала хлорита, источником которого являются пермо-триасовые отложения камского бассейна. В начале аллерёда преобладали ландшафты перигляциальных лесостепей, с господством сосново-березовых и примесью ели и вязово-дубово-липовых сообществ. В травяном покрове были распространены злаки, разнотравье и папоротники. В середине аллерёда стали господствовать ландшафты перигляциальных лесостепей, в составе которых произрастали сосново-кедровые формации с примесью ели и пихты, а также злаки и разнотравье. В конце аллерёда преобладающими ландшафтами являлись перигляциальные лесостепи, в которых произрастали кедрово-еловые ассоциации, а также пихта, сосна и береза. В травянистом покрове преобладали лилейные, осоки и папоротник. Широко был развит моховой покров, представленный зелеными и сфагновыми мхами.

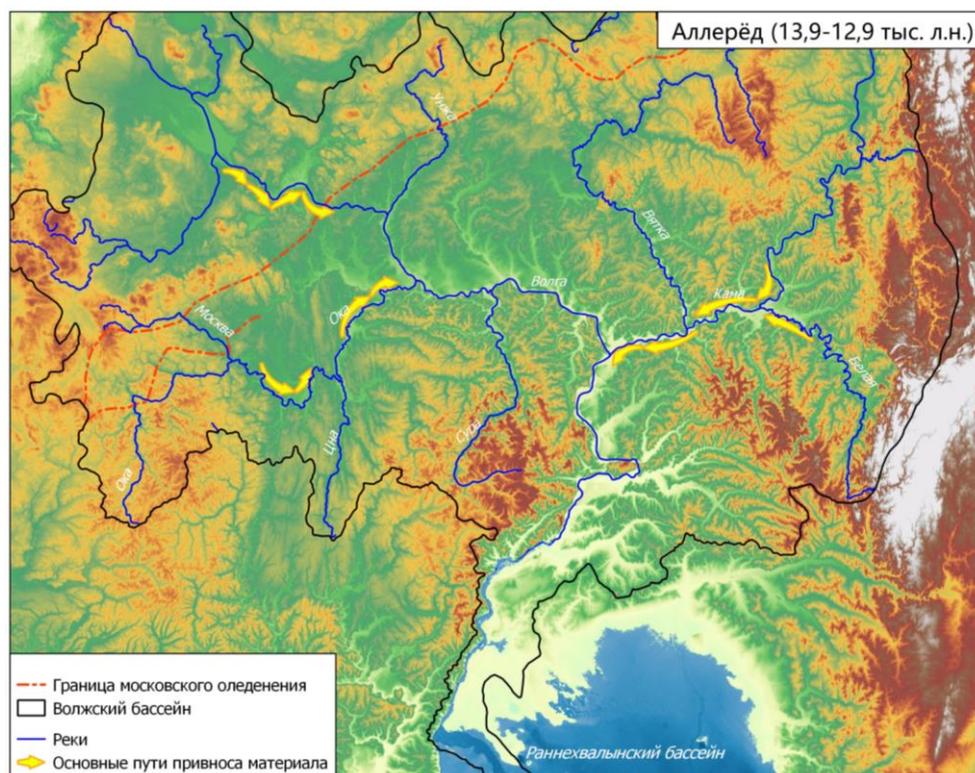


Рис. 9. Схема развития волжского бассейна в аллерёде. Границы московского оледенения проведены по данным Н.Г. Судаковой и др. (2013).

В позднем дриасе (12,9-11,7 тыс.л.н.) продолжающаяся регрессия приводит к сокращению площади бассейна. Для этого периода времени характерно накопление песчаного субстрата и последнее крупное расселение фауны моллюсков с преобладающими видами *Monodacna caspia* и *Dreissena polymorpha*. Начиная с 12,3 тыс.л.н. волжский эстуарий и большая часть Нижнего Поволжья освободилась от морских вод, ознаменовав тем самым конец раннехвалынского периода Каспия. Верхний горизонт шоколадных глин подвергался интенсивному промерзанию. Об этом свидетельствует сетчато-слоистая текстура, которая наблюдается практически во всех исследованных разрезах Среднего и Нижнего Поволжья, а также признаки криогенного преобразования (Конищев и др., 2016).

Заключение

Основная задача работы – реконструкция палеогеографических событий на территории Среднего и Нижнего Поволжья в эпоху раннехвалынской трансгрессии Каспия – выполнена на основе обобщения результатов комплексного изучения опорных разрезов нижнехвалынских отложений Среднего и Нижнего Поволжья.

В результате проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Нижнехвалынские отложения Среднего и Нижнего Поволжья представлены двумя основными фациями – песками и шоколадными глинами, последние из которых являются наиболее распространенными.
2. Выявлена специфика распространения и залегания нижнехвалынских отложений. На правом берегу Среднего Поволжья преобладают шоколадные глины, занимающие небольшие участки заливов, балок и устья рек, впадающих в р. Волгу. На левобережье распространены пески и шоколадные глины, занимающие обширные участки низовьев крупных притоков р. Волги. В Нижнем Поволжье шоколадные глины приурочены к древним палеодепрессиям.
3. Определен минералогический состав нижнехвалынских отложений: в глинистой фракции преобладает иллит и каолинит, в тяжелой фракции - ильменит, эпидот, гранат и циркон. В геохимическом составе шоколадных глин отмечается высокое содержание оксида железа, который определяет их цветность.
4. Предложена гипотеза формирования шоколадных глин. В Среднем Поволжье накопление шоколадных глин происходило в озерно-лагунных условиях. В Нижнем Поволжье глины накапливались под влиянием солоноватоводных условий. Установлен основной источник привноса глинистого материала в раннехвалынский бассейн, который осуществлялся с северо-западной части волжского бассейна. Основным материалом для этого служили моренные отложения московского и валдайского комплексов. На начальном этапе снос материала происходил за счет деградации поздневалдайского ледникового покрова. После отступления

поздневалдайского ледникового покрова с территории волжского бассейна часть материала транспортировалась за счет прорыва приледниковых озер и активизации криогенных процессов.

5. Выявлено, что в начальную эпоху развития раннехвалынского бассейна преобладали группы моллюсков видов *Didacna protracta*, *Monodacna caspia*. В период максимального развития раннехвалынского бассейна преобладающим видом стала *Didacna ebersini*. В заключительную фазу господствующей группой стали моллюски *Monodacna caspia* и *Dreissena polymorpha*. Распределение видов связано с их палеоэкологическими особенностями и условиями водной среды бассейна.
6. Сделан вывод о ландшафтно-климатической обстановке раннехвалынского этапа, который был охарактеризован развитием перигляциальных условий. В холодные стадии позднеледниковья преобладали перигляциальные степи. В теплые фазы господствовали перигляциальные лесостепи, в составе которых произрастали и широколиственные породы.
7. Рассчитан возраст основных этапов развития раннехвалынского бассейна на изучаемой территории, которые хорошо коррелируют с позднеплейстоценовыми климатическими событиями. В период последнего ледникового максимума (25-18 тыс.л.н.) на территории Среднего и Нижнего Поволжья стали отлагаться шоколадные глины. В раннем дриасе (~16-14,6 тыс.л.н.) раннехвалынский бассейн достиг максимального уровня. В беллинге (14,6-14,1 тыс.л.н.) уровень бассейна упал до +20-22 м абс. в связи со стоком вод в Маныч. В среднем дриасе (14,1-13,9 тыс.л.н.) уровень бассейна стабилизировался, происходило накопление глинистых и песчаных осадков. В аллерёде (13,9-12,9 тыс.л.н.) происходит увеличение стока на общем регрессивном фоне бассейна, в составе отложений преобладают глины. В позднем дриасе (12,9-11,7 тыс.л.н.) продолжающаяся регрессия приводит к сокращению площади бассейна. Начиная с 12,3 тыс.л.н. волжский эстуарий и большая часть Нижней Волги освободилась от морских вод, ознаменовав тем самым конец раннехвалынского периода на рассматриваемых территориях.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

По теме диссертации опубликованы 55 научных работ, основные труды приведены ниже.

В изданиях, включенных в базы Scopus, WoS и RSCI:

1. Svitoch A.A., **Makshaev R.R.** Incompleteness of the geological record in Middle-Upper Pleistocene key sections of the Northern Caspian Lowland // *Quaternary International*, – 2019, – doi: 10.1016/j.quaint.2019.04.030. (2.378).

2. Болиховская Н.С., **Макшаев Р.Р.** Раннехвалынский этап развития Каспия: палинофлора и климато-фитоценотические реконструкции // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 5. География. – 2019. – № 3. – С. 57-71. (0.733).
3. Свиточ А.А., **Макшаев Р.Р.** Взаимосвязи палеогеографических событий в Понт-Маныч-Каспийской системе в позднем плейстоцене-голоцене // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 5. География. – 2017. – № 2. – С. 24-32. (0.733).
4. **Makshaev R.R.**, Svitoch A.A. Chocolate clays of the northern Caspian Sea region: distribution, structure, and origin // Quaternary International, – 2016, – №409, – P. 44–49. (2.378).
5. Arslanov KhA., Yanina T.A., Chepalyga A.L., Svitoch A.A., **Makshaev R.R.**, Maksimov F.E., Chernov S.B., Tertychnyi N.I., Starikova A.A. On the age of the Khvalynian deposits of the Caspian Sea coasts according to ^{14}C and $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ methods // Quaternary International, – 2016, – № 409, – P. 81–87. (2.378).
6. Свиточ А.А., **Макшаев Р.Р.** Шоколадные глины Северного Прикаспия (распространение, условия залегания и строение) // Геоморфология. – 2015. – № 1, – С. 101-112. (0.605).
7. Свиточ А.А., **Макшаев Р.Р.** Новейшая тектоника Манычской депрессии // Геоморфология. – 2013. – № 1, – С. 43-53. (0.605).
8. Svitoch A.A., **Makshaev R.R.** Hydrological benches on Manych // Water Resources. – 2012. – Vol. 36, – № 6. – P. 640-647. (0.618).
9. Svitoch A.A., **Makshaev R.R.** Neotectonics of the Manych Trough // Doklady Earth Sciences. – 2011. – Vol. 441, – № 1. – P. 1572-1575. (0.637).

Публикации в журналах из перечня ВАК:

10. Свиточ А.А., **Макшаев Р.Р.** К вопросу о происхождении шоколадных глин Северного Прикаспия // Природа. – 2015. – № 5, – С. 58-60.
11. Свиточ А.А., **Макшаев Р.Р.** Гидрологические пороги Маныча // Водные ресурсы. – 2012, – том 39, – № 6, – С. 590-597.
12. Свиточ А.А., **Макшаев Р.Р.** Новейшая Тектоника Манычского Прогиба // Доклады Академии наук. – 2011, – том 441, – № 2, – С. 258-261.

Монографии:

13. Свиточ А.А., **Макшаев Р.Р.**, Ростовцева Ю.В., Ключиткина Т.С., Березнер О.С., Трегуб Т.Ф., Хомченко Д.С. Шоколадные глины Северного Прикаспия. – М.: географ. ф-т МГУ, 2017, – 140 с.
14. Янина Т.А., Болиховская Н.С., Полякова Е.И., Свиточ А.А., Бадюкова Е.Н., **Макшаев Р.Р.**, Лобачева Д.М., Штыркова Е.И. Дельта Волги. Эволюция природной среды в условиях изменений климата. – М.: географ. ф-т МГУ, 2019, – 168 с.

Прочие публикации:

15. **Макшаев Р.Р.** Геохимические особенности нижнехвалынских отложений Нижней Волги // Литология осадочных комплексов Евразии и шельфовых областей: материалы IX Всероссийского литологического совещания. – Казань: Издательство Казанского университета. – 2019, – С. 273-274.
16. **Makshaev R.R.**, Lobacheva D.M., Zastrozhnov A.S., Zastrozhnov D.A., Tkach N.T. Grain-size and geochemical characterization of Baer knolls sediments in the Volga delta // Proceedings of UNESCO-IUGS-IGCP 610 and INQUA POCAS. – 2018. – P. 112-115.
17. **Makshaev R.R.**, Svitoch A.A. The role of periglacial processes in the formation of chocolate clays // Proceedings of 5th European Conference on Permafrost. – 2018. – P. 107-108.
18. **Макшаев Р.Р.**, Свиточ А.А., Хомченко Д.С., Ткач Н.Т., Сычёв Н.В. Хвалынские террасы Среднего Поволжья // Сборник докладов XXXVI Пленума геоморфологической комиссии РАН. – Барнаул: Издательство Алтайского государственного университета. – 2018, – С. 252-255.
19. **Makshaev R.R.** Chemical composition of Lower Khvalynian deposits in the Middle and Lower Volga region // Proceedings of IGCP 610 and INQUA IFG POCAS. – 2017. – P. 118-120.
20. **Макшаев Р.Р.** Условия формирования шоколадных глин в Среднем и Нижнем Поволжье // Пятая Российская Школа по Глинистым минералам "Argilla Studium", – ИГЕМ РАН, – 2017. – С. 132-135.
21. **Макшаев Р.Р.**, Свиточ А.А., Хомченко Д.С., Ощепков Г.В. Асимметрия берегов Средней Волги как фактор осадконакопления на примере нижнехвалынских отложений // Вопросы геоморфологии и палеогеографии морских побережий и шельфа. — МГУ, — 2017. — С. 104-105.
22. **Makshaev R.R.**, Svitoch A.A., Khomchenko D.S., Oshchepkov G.V. Clay minerals provenance of Lower Khvalynian deposits in the Middle and Lower Volga River valley // Proceedings of IGCP 610. — 2016. — P. 115-116.
23. **Makshaev R.R.**, Svitoch A.A., Yanina T.A., Badyukova E.N., Khomchenko D.S., Oshchepkov G.V. Lower Khvalynian sediment record of the Middle and Lower Volga Region // Proceedings of IGCP 610. — 2015. — P. 126-128.
24. **Makshaev R.**, Svitoch A., Yanina T., Badyukova E., Khomchenko D., Oshepkov G. New data on the Khvalynian history of the Ergeni bench of Kalmykia // Stratigraphy and sedimentology of oil-gas basins. — 2014. — № 1. P. 88-89.