

Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования «Казанский  
(Приволжский) федеральный университет»

Отчет по гранту ВР:

Секвенс-стратиграфия и астрономическая калибровка хронологии  
морских и континентальных отложений поздней перми на правом берегу р.  
Волга вблизи г. Казани

Исполнители: Гильманова Д.М.

Крылов П.С.

Казань 2013

## Содержание

1.	Введение.....	3
2.	Тектоника .....	4
3.	Стратиграфия .....	7
4.	Овраг «Черемушка».....	17
5.	Дистанционные методы.....	22
6.	Прямые методы	
6.1	Магнитная восприимчивость отложений.....	24
6.2	Коэрцитивная спектрометрия.....	28
6.3	Терромагнитный анализ.....	30
7.	Заключение.....	35
8.	Список литературы.....	36

## 1. Введение

Данный проект посвящен изучению обнажений на берегу р. Волги, в овраге «Черемушка». Здесь представлена граница между морскими (казанский ярус, биармийский отдел, пермская система) и континентальными (уржумский ярус, биармийский отдел, пермская система) отложениями.

Исследование данного объекта является интересным, поскольку здесь четко прослеживается граница между морскими и континентальными отложениями, представлены разнообразные фации континентальных отложений, и так же хорошо наблюдается слоистость различного масштаба (от 0.1 мм до десятков метров).

Перед нами стояла задача выделения слоистости по дистанционным методам и подтверждение полученных данных прямыми методами.

В процессе выполнения данной работы авторами было получено более 700 фотографий правого берега Волги, для фотограмметрической обработки, отобрано более 600 образцов, для измерения магнитной восприимчивости и для проведения терромагнитного анализа.

Таким образом, целью данной работы являлось получение детальных фотографий, изучаемых отложений, отбор проб, с периодичностью 2-5 см, на некоторых участках, обработка цифровых данных с использованием программных средств: как коммерческих (ERDAS Imagine 2010 и ArcGIS 10.1), так и авторских программ. Для подтверждения данных дистанционного метода образцы были изучены прямыми методами: измерение магнитной восприимчивости и терромагнитных измерений

Вследствие проведения работ выделена слоистость отложений на полученных трехмерных изображениях. По прямым методам выделены времена различных условий осадконакопления пород, магнито-минералогический состав.

## 2. Тектоника

Территория Республики Татарстан расположена в центральной части Волго-Уральской антеклизы, занимающей восточную часть Восточно-Европейской платформы. Фундамент Волго-Уральской антеклизы образован складчато-метаморфическими породами архейского, ранне- и среднепротерозойского возраста и расчленен разломами на крупные и мелкие блоки. Приподнятые блоки фундамента стали ядрами, над которыми в последующем образовались своды, над опущенными элементами фундамента формировались прогибы и впадины.

Современные структурные соотношения поверхности фундамента и палеозойского осадочного чехла отражают суммарный результат взаимодействия тектонических и седиментационных процессов, протекавших в течение длительной геологической истории - от архея по настоящее время.

Поверхность фундамента оказала решающее влияние на формирование структурного плана всего осадочного чехла. Тектонический облик фундамента определяет дизъюнктивная блоковая структура. Предполагается, что блоковые тектонические движения передаются в осадочную толщу через

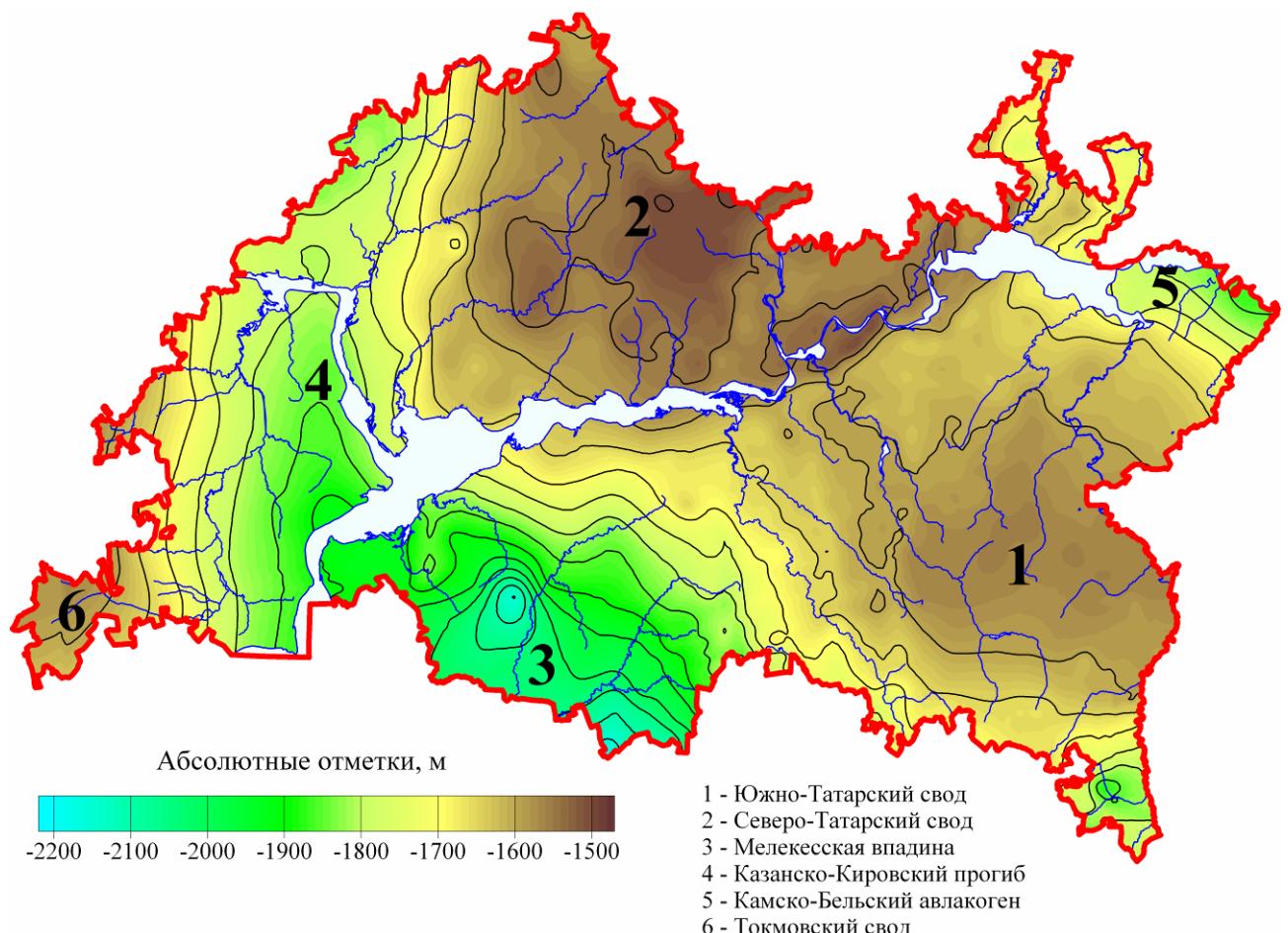


Рисунок 1. Рельеф кристаллического фундамента и тектонические структуры

гетерогенный кристаллический фундамент преимущественно в форме пликативных структур. Доминирующее развитие на территории республики имеют разломы субмеридионального направления.

В осадочном чехле территории Республики Татарстан выделяются четыре крупных тектонических элемента Волго-Уральской антеклизы: Южно-Татарский и Северо-Татарский своды, Мелекессую впадину и Казанско-Кировский прогиб (рис. 1). На крайнем западе территорию ограничивает восточный склон Токмовского свода. Северо- и Южно-Татарские своды разделяются Сарайлинским прогибом, который унаследует строение Прикамского разлома в кристаллическом фундаменте. В пределах Сарайлинского прогиба и Мелекесской впадины распространена Камско-Кинельская система погребенных внутриформационных прогибов, созданная структурным планом верхнефранско-фаменского и турнейско-нижневизейского комплексов.

**Южно-Татарский свод** по поверхности кристаллического фундамента представляет собой крупный массив, вытянутый с юго-востока на северо-запад. Со всех сторон он ограничен разломами, а с востока и юга - погребенными рифей-венскими впадинами - авлакогенами, в которых фундамент погружен до отметок -3000-5000 м и более. Амплитуда колебания рельефа фундамента в пределах свода 180-380 м. Современная структура Южно-Татарского свода окончательно сложилась в ходе неотектонического этапа, хотя геологические границы в основном унаследованы с протерозоя, палеозоя и мезозоя. В составе центральной части свода по поверхности фундамента можно выделить четыре крупных блока, к которым приурочены высокопродуктивные зоны нефтегазонакопления и многочисленные залежи нефти в девонских и каменноугольных отложениях. Наиболее известной положительной структурой Южно-Татарского свода является Ромашкинский купол, который занимает самое высокое гипсометрическое положение по поверхности терригенной толщи девона с отметками до минус 1410 м. К куполу приурочено уникальное Ромашкинское нефтяное месторождение.

**Северо-Татарский свод** относится к тектоническому элементу с полным (нормальным) соответствием структур по всему разрезу. Границы свода проходят по разломам фундамента, с которыми связаны прогибы, авлакогены и впадины разного времени заложения. С запада, востока и юга Северо-Татарский свод ограничивается соответственно Казанско-Кировским прогибом, Верхнекамской впадиной и Мелекесской впадиной. В составе Северо-Татарского свода выделяются три крупных блока: Камский, Кукморский и Ковалинский.

**Мелекесская впадина** занимает южную и юго-западную часть Республики Татарстан. Она отчетливо выражена в современном структурном плане и разобщает Южно-Татарский, Северо-Татарский и Токмовский своды. Современные границы впадины четко фиксируются по всем горизонтам палеозоя и в рельефе кристаллического фундамента.

**Казанско-Кировский прогиб** является южной составной частью Казанско-Кажимского авлакогена, генетически сочетающего в себе рифейский грабен, девонский прогиб и систему валов в верхнедевонско-каменноугольных и пермских отложениях. Ширина прогиба 70-80 км. Борта его сопряжены с системой дизъюнктивных нарушений, которые фиксируются уступами в рельефе фундамента. Генетическая связь характера дислокаций по нижним и верхним структурным этажам проявляется в форме сложных зависимостей.

### 3. СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении территории Республики Татарстан участвуют архейские и раннепротерозойские метаморфические и магматические породы кристаллического фундамента, позднепротерозойские (рифейские и вендские), палеозойские (девонские, каменноугольные и пермские), мезозойские (юрские, меловые), неогеновые и повсеместно распространенные четвертичные образования платформенного чехла.

#### ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРА ТЕМА (PZ)

Палеозойские образования на территории республики представлены отложениями девонской, каменноугольной и пермской систем.

**Девонская система (D).** Отложения девонской системы представлены средним и верхним отделами.

**Средний отдел (D<sub>2</sub>).** Среднедевонские отложения относятся к эйфельскому и живетскому ярусам. Наиболее полные разрезы среднего девона встречаются в пределах Южно-Татарского свода и восточной части Северо-Татарского свода.

**Верхний отдел (D<sub>3</sub>).** Отложения верхнего девона представлены франским и фаменским ярусами и развиты на территории республики повсеместно.

**Каменноугольная система (C).** Для каменноугольных отложений республики характерно преобладание карбонатных пород. Терригенные породы залегают в основании визейского яруса (радаевский и бобриковский горизонты) и слагают нижнюю часть московского яруса (верейский горизонт). Каменноугольные отложения представлены всеми тремя отделами.

**Нижний отдел (C<sub>1</sub>).** Нижнекаменноугольные отложения представлены турнейским, визейским и серпуховским ярусами.

**Средний отдел (C<sub>2</sub>).** Среднекаменноугольные отложения представлены башкирским и московским ярусами.

**Верхний отдел (C<sub>3</sub>).** Верхнекаменноугольные отложения представлены касимовским и гжельским ярусами.

**Пермская система (P).** Пермская система представлена тремя отделами (Приуральский, Биармийский, Татарский).

**Нижний (приуральский) отдел (P<sub>1</sub>).** Нижнепермские отложения распространены на всей территории Республики Татарстан. Они представлены асельским, сакмарским, артинским, кунгурским и уфимским ярусами. В восточном направлении увеличивается стратиграфическая полнота разреза нижней перми и, соответственно, мощность отложений возрастает от 50 до 450 м.

**Ассельский ярус (Р<sub>1</sub>а).** Отложения распространены повсеместно, согласно залегая на верхнекаменноугольных породах. Ярус сложен доломитами и известняками с прослойми ангидритов и гипсов. В нижней части яруса доломиты прослоями глинистые и алевритистые, тонкослоистые.

**Сакмарский ярус (P<sub>1s</sub>)** на территории РТ распространен почти повсеместно и отсутствует только на юго-западе и в области развития наиболее переуглубленных палеодолин Волги, Камы, Вятки. Нижняя граница яруса проводится по смене карбонатно-сульфатных сакмарских отложений ассельскими органогенно-обломочными загипсованными известняками и доломитами.

Сакмарский ярус на западе РТ представлен доломитами, ангидритами и гипсами, в восточном направлении роль доломитов возрастает, появляются прослои и пласти известняков. На востоке РТ ярус практически полностью сложен карбонатными породами, причем верхняя часть его разреза представлена преимущественно известняками.

**Артинский ярус (Р<sub>1а</sub>)** распространен в восточной части РТ. Нижняя граница яруса проводится по смене сульфатно-карбонатных артинских

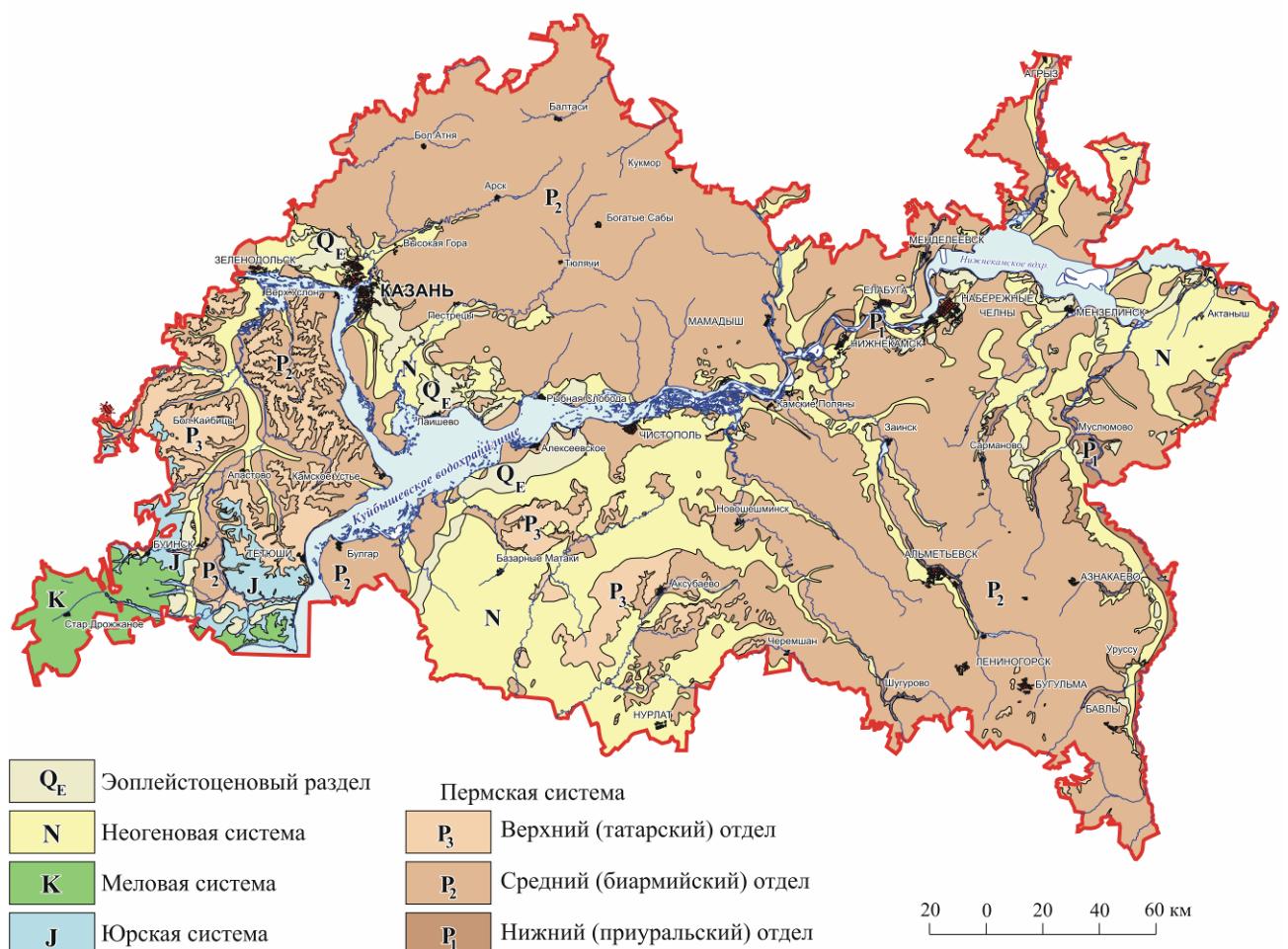


Рисунок 2. Геологическая карта Татарстана

отложений сакмарскими органогенно-обломочными известняками с кораллами и фораминиферами. Артинский ярус представлен ангидритами, гипсами и доломитами, в меньшей мере известняками и глинами.

**Кунгурский ярус (Р<sub>1к</sub>).** Кунгурские отложения распространены на востоке РТ несколько шире, чем подстилающие артинские. Нижняя граница яруса проводится по смене артинских сульфатно-карбонатных пород на кунгурские доломиты глинистые, тонкослоистые, прослойками оолитовые. По литологическим особенностям кунгурский ярус подразделяется на филипповский и иренский горизонты. Отложения яруса представлены доломитами, ангидритами, гипсами с подчиненными прослойками известняков, мергелей, глин.

**Уфимский ярус (Р<sub>1u</sub>)** развит в центральных и восточных районах РТ. Отложения яруса трансгрессивно перекрывают эродированную поверхность ниже залегающих раннепермских образований. Ярус подразделяется на соликамский и шешминский горизонты, между которыми, как правило, отмечаются следы размыва.

Соликамский горизонт сложен известняками, доломитами, мергелями, глинами, алевролитами, песчаниками, брекчиями, ангидритами, гипсами.

Шешминский горизонт представлен во многих разрезах ритмичным чередованием терригенных красноокрашенных пород: песчаников, глин, алевролитов, конгломератов.

**Средний (биармийский) отдел (Р<sub>2</sub>).** Среднепермские отложения занимают под четвертичными образованиями более 2/3 территории Республики Татарстан. Отложения слагают поверхность дочетвертичного рельефа, на юго-западе перекрыты породами мезозоя, а в долинах крупных рек – неогеновыми образованиями. Отсутствуют лишь на отдельных участках в долинах крупных палеорек. Средний отдел включает отложения казанского и уржумского ярусов. Их общая мощность достигает 300 м.

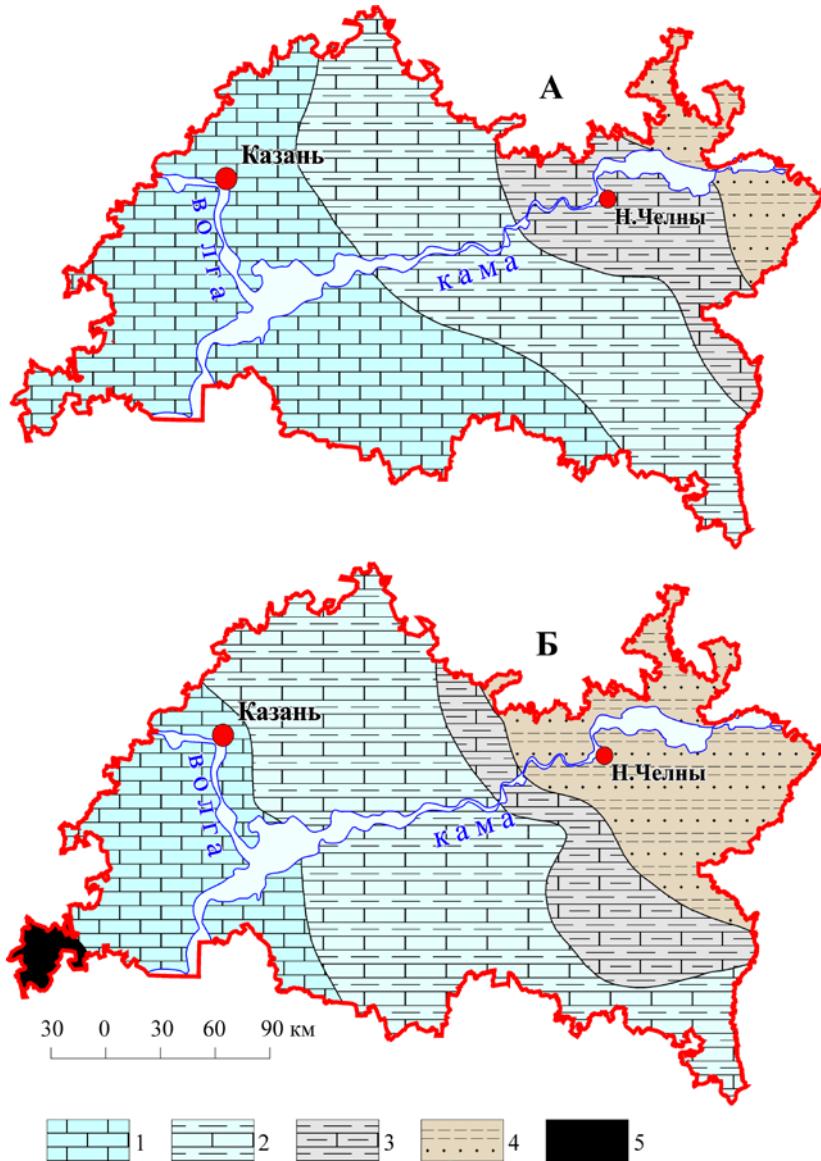


Рисунок.3. Схема литолого-фациальной зональности казанских отложений

А – нижнеказанский подъярус; Б – верхнеказанский подъярус;  
 1 – зона фаций нижнего шельфа (карбонатный тип разреза); 2 – зона фаций верхнего шельфа (терригенно-карбонатный тип); 3 – зона переходных фаций (карбонатно-терригенный тип); 4 – зона

**Казанский ярус (P<sub>2</sub>кz).** Отложения яруса наиболее широко представлены в современном эрозионном срезе. Они развиты практически на всей территории РТ, исключая участки глубоких врезов неогеновых речных долин. Казанский ярус подразделяется на два подъяруса: нижний и верхний. В западной части республики на дневную поверхность выходят преимущественно верхнеказанские образования, в восточной части обнажен весь разрез яруса. В Мелекесской впадине ярус преимущественно вскрыт скважинами.

Стратотип нижнеказанского

подъяруса находится в районе Сокско-Шешминских поднятий непосредственно у юго-восточной окраины РТ. Стратотип верхнеказанского подъяруса расположен на правом берегу р. Волга напротив Казани у с. Печиши. Оба стратотипа представлены морскими разрезами, тогда как в восточной части РТ в составе яруса преобладают континентальные фации (рис. 3). Изменчивость фациального облика отложений яруса обуславливает затруднения с корреляцией разрезов.

Нижняя граница казанского яруса проводится по изменению состава пород, фауны и флоры. В Предволжье, Западном Предкамье и Западном

Закамье морские терригенно-карбонатные и карбонатные отложения казанского яруса залегают с размывом на закарстованной поверхности карбонатных и карбонатно-сульфатных образований ассельского, сакмарского и, реже, уфимского ярусов. В Восточном Предкамье и Восточном Закамье морские казанские отложения залегают на поверхности шешминского горизонта уфимского яруса. Верхняя граница проводится в морских разрезах по исчезновению брахиопод рода *Licharewia*, а в континентальных и переходных типах разрезов – в основании мощных линз косослоистых песчаников и конгломератов с галькой метаморфических пород, которые относятся к уржумскому ярусу.

Казанский ярус представлен на западе в основном морскими образованиями и характеризуется разнообразной фауной фораминифер, брахиопод, пелеципод, гастропод, мшанок, кораллов, наутилоидей, конодонтов. В восточном направлении наблюдается обеднение морской фауны и постепенное замещение ее солоноватоводной и континентальной. С востока на запад мощность яруса сокращается от 190–200 м до 15–20 м.

**Нижнеказанский подъярус (P<sub>2</sub>kz<sub>1</sub>)** представлен полифациальными отложениями (рис. 3), относящимися к байтуганской, камышлинской и барбашинской толщам (слоям). Преимущественное развитие нижнеказанские образования получили в восточной части Республики Татарстан.

**Верхнеказанский подъярус (P<sub>2</sub>kz<sub>2</sub>)** по сравнению с отложениями нижнеказанского подъяруса, распространен более широко. В составе верхнеказанского подъяруса выделяются четыре толщи (слоя): приказанская, пецищинская, верхнеуслонская и морквашинская. Строение верхнеказанского подъяруса характеризуется значительной фациальной изменчивостью (рис.3) и четко выраженной ритмичностью. На западе развиты типы разрезов, целиком представленные морскими образованиями с соответствующим комплексом фаунистических остатков. На востоке разрезы подъяруса состоят из образований континентальных фаций с пресноводной раковинной фауной, костями наземных позвоночных, богатыми растительными комплексами. Между двумя крайними типами разрезов существует достаточно широкая (50-100 км) переходная зона, в пределах которой морские слои чередуются с континентальными красноцветными отложениями.

**Уржумский ярус (P<sub>2</sub>ur).** Уржумские отложения широко распространены на территории республики, слагая многие водораздельные и приводораздельные пространства. В западной ее части они развиты почти

повсеместно и отсутствуют лишь в долинах рек Волга, Кама, Свияга и их притоков. Здесь нижняя граница яруса проводится отчетливо по смене в разрезе сероцветных карбонатно-глинистых пород с остатками морской фауны казанского века пестроокрашенными карбонатно-глинисто-алевролитовыми породами с остатками солоноватоводной фауны татарского века. В восточной части уржумские отложения слагают вершины водоразделов, нижняя граница яруса проводится по подошве аллювиальных песчаников и конгломератов, залегающих с размывом на мелководноозерных и озерных глинисто-алевролитовых породах, содержащих характерный для верхнеказанского подъяруса комплекс пелеципод и остракод. На остальной территории уржумские отложения вскрыты скважинами под перекрывающими их верхнепермскими, юрскими, неогеновыми и четвертичными образованиями. Детальность расчленения уржумского горизонта позволяет выделять в его составе четыре пачки (толщи): максимовскую, ильинскую, белохолуницкую и сырьянскую. На большей части территории Республики Татарстан, основываясь на ритмичности строения, литологических и палеонтологических данных, данные стратоны распознаются достаточно надежно.

**Верхний (татарский) отдел ( $P_3$ ).** Отложения верхнего отдела представлены северодвинским и вятским ярусами. Наиболее полные разрезы развиты в Предволжье, где максимальная их мощность достигает 150-200 м.

**Северодвинский ярус ( $P_3sv$ ).** Отложения яруса сравнительно широко распространены в западной части территории республики. Нижняя граница яруса проводится отчетливо по смене бледноокрашенных карбонатно-глинистых пород с пелециподами и остракодами уржумского века яркоокрашенными песчано-алевролитово-глинистыми породами северодвинского века, содержащими позднепермский фаунистический комплекс.

**Вятский ярус ( $P_3v$ ).** Отложения яруса распространены только в правобережье р. Волга. Обладая значительным литологическим сходством с подстилающими северодвинскими отложениями, вятские породы отличаются меньшей контрастностью и изменчивостью фаций в пространстве и в вертикальном направлении, более широким распространением аллювиально-речных и аллювиально-дельтовых образований.

## МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРА ТЕМА (MZ)

Мезозойские отложения ограниченно развиты на территории Республики Татарстан, занимая площадь около 4 % и встречаясь только на

юго-западе. Восточной границей их распространения является р. Волга южнее г. Тетюши. Достоверно установлены образования юрского и мелового периодов.

**Юрская система (J)** Юрские отложения распространены юго-западнее линии Тетюши-Апастово до административной границы РТ и занимают площадь 1159 км<sup>2</sup> (1,8 %). Выделяются средний (батский и келловейский ярусы) и верхний (оксфордский, кимериджский и волжский ярусы) отделы. Первый из них развит на водоразделе рек Свияга, Улема, Кубня, Кильна, а также в обрывистом коренном склоне р. Волга (Куйбышевское водохранилище). Породы представлены серыми тонкослоистыми безизвестковистыми глинами с прослойями алевролитов и песков с гравием и галькой кварца и кварцитов. Верхнеюрский отдел встречается южнее и юго-восточнее Карлинской структуры вплоть до правого берега р. Волга. Севернее Карлинской структуры верхнеюрские отложения залегают на водоразделах в виде останцов. Отложения представлены серыми известковыми глинами с прослойями песков, мергелей, горючих сланцев, галькой фосфоритов, с кристаллами гипса, пирита и лимонит-гипсовыми конкрециями.

**Меловая система (K)** Меловые отложения распространены на крайнем юго-западе исследуемой территории на водоразделе Волги и Свияги, а также на водоразделе левых притоков Свияги (Карла и Цильна). Отложения представлены нижним (готеривский, барремский, аптский и альбский ярусы) и верхним (туронский, коньянский, сantonский и кампанский ярусы) отделами. Общая площадь развития меловых отложений составляет 1351 км<sup>2</sup> или 2,1 % территории РТ.

## **КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРА ТЕМА (KZ)**

На территории Татарстана в составе кайнозоя сравнительно полно представлены отложения неогенового и четвертичного периодов. Они обладают рядом объединяющих их характерных особенностей. В основном это континентальные образования, исключение составляют лишь маломощные морские слои акчагыльского яруса. Распространение кайнозойских образований тесно увязано с рельефом и новейшей тектоникой. Неогеновая эрозионная сеть в своих основных чертах совпадает с современной, но располагается, в большинстве случаев, левее современных русел на 5-10 км, а у Волги в Западном Закамье на 50-70 км.

**Неогеновая система (N).** Неогеновые отложения в пределах территории Республики Татарстан представлены образованиями аллювиального, реже – аллювиально-озерного и озерно-болотного происхождения, которые формировались в позднем неогене (плиоцене).

**Плиоцен (N<sub>2</sub>).** Плиоценовые отложения занимают 22 % территории Республики Татарстан (рис. 2). Нижняя часть плиоцена (понтический, киммерийский ярусы) выполняет наиболее углубленные врезы донеогенового рельефа в палеоруслах Волги, Камы, а также их крупных притоков – Свияги, Вятки, Белой, Ика, Зая и др. (рис. 4). В западной части республики переуглубления палеодолин сложены песками и гравийно-галечными отложениями с прослойями глин, в восточной части – преимущественно глинами с прослойями алевролитов и песков. Верхняя часть плиоцена (акчагыльский ярус) широко распространена и выходит за пределы палеоврезов. Акчагыльские отложения представлены песками, глинами, алевролитами, алевритами, песчаниками с маломощными прослойями полуразложившихся торфов, бурых углей, глинистых мергелей и сидеритов, включениями вивианитов.

**Четвертичная система (Q).** Образования четвертичного периода повсеместно распространены на территории Республики Татарстан, отсутствуя лишь на обрывистых склонах речных долин. Четвертичные образования повсеместно покрывают пермские, мезозойские, неогеновые отложения и характеризуются значительным разнообразием, сложностью

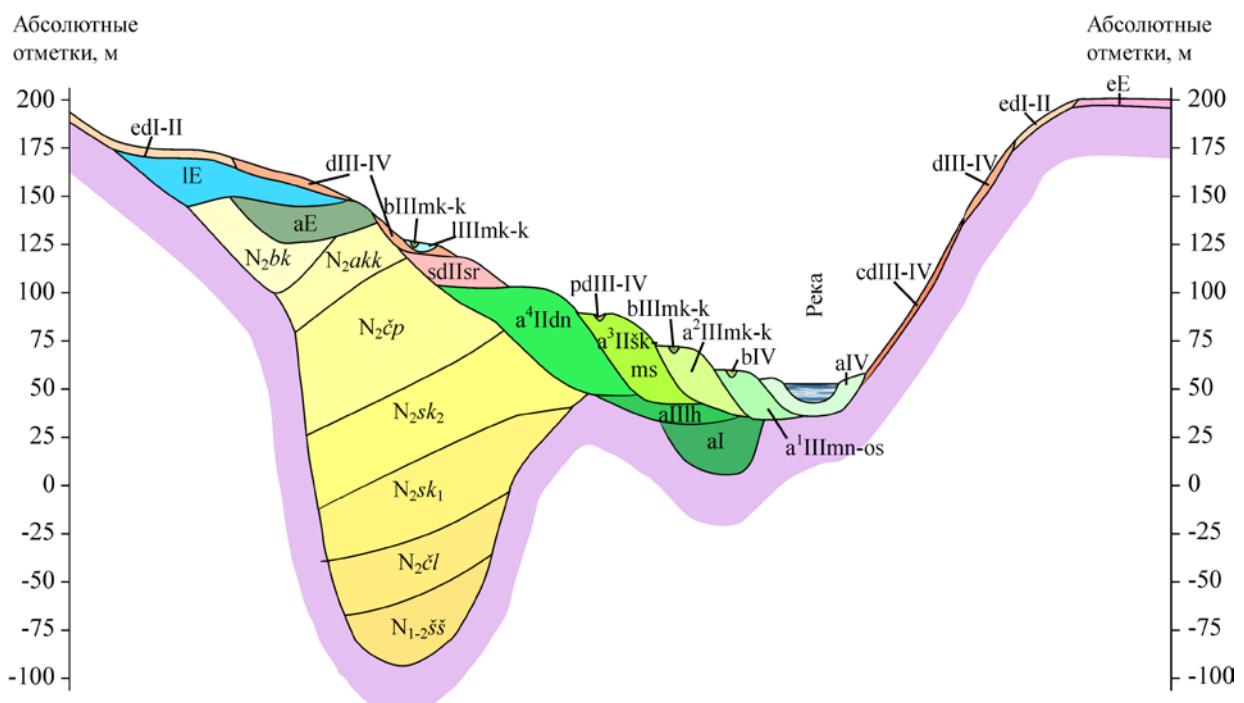


Рисунок. 4. Схема соотношения кайнозойских образований в палео-, пра- и современных речных долинах крупных рек

строения, большой пестротой фациального и литологического состава, изменчивостью мощностей. Формирование четвертичных образований определялось строением рельефа, составом подстилающих пород, характером новейших тектонических движений, а также климатическим особенностям.

На территории РТ выделяются образования всех разделов четвертичной системы (эоплейстоцена, неоплейстоцена и голоцена), которые относятся к аллювиальному, озерно-аллювиальному, элювиально-делювиальному, эоловому, болотному и техногенному генетическим типам. Наиболее распространены аллювиальные отложения, занимающие значительные площади на левобережье р. Волга, правобережье р. Кама и в долинах рек Казанка, Меша. Образования квартера имеют мощность от первых сантиметров до 120 метров.

**Эоплейстоцен.** Эоплейстоценовые отложения широко распространены на территории РТ. В долинах Волги и Камы они слагают пятую надпойменную террасу. Эоплейстоценовые отложения представлены преимущественно аллювиальными образованиями. Подстилаются неогеновыми и пермскими отложениями и сверху обычно перекрываются покровными лессовидными суглинками и супесями. Мощность эоплейстоценовых отложений составляет 40-50 м.

**Неоплейстоцен.** Выделяются отложения нижнего, среднего и верхнего звеньев. Нижненеоплейстоценовые отложения включают аллювиальные осадки прадолин Волги и Камы, а также элювиальные образования, покрывающие тонким прерывистым чехлом как дочетвертичные, так и более древние эоплейстоценовые четвертичные отложения. Средненеоплейстоценовые отложения слагают четвертую и третью надпойменные террасы Волги и Камы. Верхненеоплейстоценовые отложения включают аллювий и озерно-аллювиальные образования, слагающие первую и вторую надпойменные террасы Волги, Камы, их притоков. Элювиально-делювиальные и эоловые образования развиты на водоразделах и склонах речных долин. Данные образования обладают сравнительно небольшой мощностью, возрастающей только на пологих склонах речных долин. Эоловые образования развиты на поверхности среднечетвертичных террас рек Волга и Кама. В рельефе эоловые отложения представлены дюнами, которые сложены песками мощностью до 10-15 м.

**Голоцен.** Современные аллювиальные отложения слагают пойменные террасы и русла большинства рек Республики Татарстан. Пойменные отложения представлены, главным образом, песками кварцевыми,

косослоистыми с прослойми супесей, суглинков, в нижних горизонтах появляются прослои более грубых песков и галечников из местных коренных пород. Общая мощность голоценового (современного) аллювия составляет 25-30 м. Озерно-аллювиальные отложения голоцена представлены песками, суглинками, глинами, супесями серыми илистыми с остатками органических веществ. Мощность данных отложений от 1-2 до 10-12 м. Современные биогенные (болотные) отложения представлены торфом, глинами, суглинками мощностью до 1-2 м. Техногенные отложения, связанные с деятельностью человека, распространены в основном на территории городов и других населенных пунктов, в местах добычи полезных ископаемых, по линиям железных и шоссейных дорог.

## 4. Овраг Черемушка.

Овраг Черемушка прорезает правый склон Волги примерно в 1,5 км выше западной окраины Печищ, длина его составляет около 500 метров. Вершина оврага подходит к одной из вышек сотовой связи, расположенной у дороги на Набережные Морквashi, проходящей по водоразделу почти параллельно берегу. Относительно ровная поверхность водораздела, бронируется карбонатными пачками уржумского яруса и слабо наклонена в сторону Волги. Устье оврага циркообразное, залесенное. Когда-то здесь располагался небольшой карьер по добыче гипса из пачки «подбой», расширяющейся на данном участке до 10 м. Берег Волги вблизи устья осложнен древними оползнями, образующими террасовидные площадки. Наличие оползней хорошо фиксируется в обнажениях волжского берега, располагающихся в приустьевой части оврага прямо у бечевника. Ниже устья оврага Черемушка вскрываются пограничные слои пачек «серый камень» и «шиханы», выше устья — верхняя часть пачки «ядреный камень», полный разрез «слоистого камня» и пачка «подбой». По тальвегу оврага и в его склонах, начиная с пачки «серый камень», обнажены породы верхней части верхнеказанского подъяруса вплоть до его границы с уржумскими красноцветами. Далее следует непрерывный и практически полный разрез уржумского яруса, состоящего из двух свит — сулицкой и ишевской. В овраге отсутствуют лишь самые верхние слои яруса — его верхняя глинисто-карбонатная пачка «крутоовражная». Но в соседних обнажениях — в оврагах Стрела и Утчий — эта пачка сохранилась от размыва и там можно наблюдать его границу с северодвинскими отложениями.

### УРЖУМСКИЙ ЯРУС Сулицкая свита

#### Пачка 1 (глинисто-песчаная)

Слои 2–6. Песчаник глинисто-алевритовый, кварцевый, буровато-коричневый, в основании иногда с кремневым гравием, неяснослоистый. По простиранию песчаник местами переходит в алевролит, а вверху — в алевролит глинистый тусклово-коричневый, волнистослоистый (мощностью до 1,15 м). Мощность пачки 3,15 м.

#### Пачка 2 (мергельная)

Слои 7 и 8. Мергель светло-серый с зеленоватыми и розоватыми оттенками, кавернозный, горизонтально- или волнистослоистый, плитчатый.

В составе пелитовой фракции пород отмечается уменьшение количества монтмориллонитовых пакетов в смешаннослоистнике, и увеличение концентрации палыгорскита; анкерит становится почти чистым доломитом, а в полешпатовой компоненте появляется максимальный микроклин, что свидетельствует о снижении общего дефицита калия в системе. Указанная закономерность характерна и для вышележащих пачек (с 3 по 6). Мощность пачки 2,05 м.

### **Пачка 3 (глинистая)**

Слои 9-18. Алевролиты и глины коричневые, волнистослоистые, с тонкими прослойками песчаника зеленовато-серого, полимиктового, мелкозернистого, а в средней части — мергеля светло-серого, песчанистого; в глинах встречаются чешуйки рыб. Мощность пачки 4,60 м.

### **Пачка 4 (доломитовая)**

Слои 19-36. Доломиты и доломитовые мергели светло-серые с зеленоватыми и розоватыми оттенками, кавернозные или плотные, с горизонтальной и волнистой слоистостью; с отпечатками кристаллов каменной соли. Встречаются прослои коричневых, красновато-бурых глин и алевролитов; содержащие редкие чешуйки ганоидных рыб. Мощность пачки 5,05 м.

### **Пачка 5 (песчано-глинистая)**

Слои 37-39. Глины и алевролиты тускло-коричневые, бурые, плотные, волнистослоистые, с редкими тонкими прослойками тонкозернистых песчаников. Песчаники кварцевые зеленовато-серые и полимиктовые бурые. В середине слоя на песчанистых плоскостях наслойения рассеяны створки раковин конхострак и редкие чешуйки рыб. Мощность пачки 2,55 м.

### **Пачка 6 (глинисто-мергельная)**

Слои 40-52. Переслаивание мергелей светлосерых, розоватых, зеленоватых, коричневых, плотных, плитчатых с подчиненными прослойками алевролитов и глин красновато-коричневой окраски. Для пород характерна горизонтальная и волнистая слоистость. Встречаются прослои кавернозных и брекчиевидных мергелей.

В кровле пачки, в слое 51, встречена камуфлированная пирокластика, представленная примесью амфибола и клиноптилолита. Мощность пачки 5,85 м.

### **Пачка 7 (глинисто-песчаная или пачка «кварцевых песчаников»)**

Слои 53-64. В основании пачки залегает песчаник кварцевый (1,80-2,90 м) светло-серый, местами желтовато-оранжевый, мелкозернистый, на слабом глинисто-известковистом цементе. По простиранию нижняя часть (0,90-1,10 м) песчаника замещается либо красновато-коричневым алевролитом, либо полимиктовым буровато-коричневым песчаником, содержащим линзочки гравия из пестрых глин и мергелей. Верхняя половина пачки (2,80 м) представлена глинами и алевролитами светло-коричневой окраски с желтоватыми и красноватыми оттенками. Слоистость пород волнистая, чаще неясно выраженная. В самой кровле пачки залегает массивный доломитовый мергель (до 0,65 м) серый, зеленоватый, песчанистый, включающий примазки ярко-красной глины. Мощность пачки 5,55 м.

### **Ишевская свита**

#### **Пачка 8 (песчано- глинистая с зелеными глинами или пачка «зеленых глин»)**

Слои 65-87. Глины красновато-коричневые, волнистослоистые с многочисленными тонкими прослойками желтовато-коричневых алевролитов и зеленовато-серых песчаников. Для пачки характерны подчиненные тонкие прослои (обычно 0,1–0,2 м) темно-зеленых аргиллитоподобных глин. В основании пачки залегает алевролит (0,25-0,60 м) коричневато-красный с фиолетовым оттенком, переходящий по простиранию в песчаник зеленовато-серый, полимиктовый, мелкозернистый, с гравием из кремневых, карбонатных и глинистых пород. Выше следует пласт (0,60-1,00 м) зеленой глины с тонкой горизонтальной слоистостью. На плоскостях наслоения глины наблюдается охристая присыпка, а у кровли и подошвы — обычны корочки и желваки белого мелоподобного мергеля. Мощность пачки 7,30 м.

#### **Пачка 9 (глинисто-известняковая или пачка «черемушка»)**

Слои 88-100. Нижняя половина пачки сложена пелитоморфным доломитом, который вверх по разрезу постепенно переходит в доломитовый мергель. В верхней половине пачки развиты водорослевые известняки, содержащие обломки раковин остракод и двустворок. Пласти карбонатных пород, залегающие в подошве и кровле пачки отличаются повышенной твердостью. Для известняков характерна тонкая волнистая слоистость и многочисленные ветвистые пустоты, сохранившиеся от корневых систем высших растений. Среди доломитов, мергелей и известняков присутствуют

тонкие подчиненные прослои глин и алевролитов, окрашенные в красновато-коричневые, розовые, зеленые и серые цвета. Мощность пачки 6,00 м.

#### **Пачка 10 (песчано-глинистая с ленточными мергелями или пачка "ленточных мергелей")**

Слой 101-109. Глины коричневые («шоколадные») с красными и желтыми оттенками, плотные, преимущественно с тонкой горизонтальной слоистостью. Содержат прослойки зеленовато-серых полимиктовых песчаников и коричневых алевролитов. В средней части пачки залегает пласт (1,70-2,70 м) плитчатого мергеля с пестрой окраской и тонкой горизонтальной слоистостью, выраженной чередованием слойков зеленых и коричневых оттенков («ленточный мергель», слой 104). В кровле пачки (слой 109) зафиксировано повышенное содержание примеси пирокластического материала, палыгорскита и амфибола. Мощность пачки 6,65 м.

#### **Пачка 11 (глинисто-известняковая с малиновыми глинами или пачка «воробьевка»)**

Слои 110-126. Известняки и мергели серые, светлых и темных оттенков, переслаивающиеся с глинами и алевролитами яркой окраски: красной, малиновой, коричневой, желтой.

Породы пачки характеризуются непостоянным и специфичным минеральным составом дисперсной компоненты. В основании пачки (слой 110) появляется корренсит (триоктаэдрический упорядоченно смешаннослоинный хлорит-смектит) в парагенетической ассоциации с палыгорскитом; одновременно отмечается почти полное исчезновение хлорита. Данная минеральная ассоциация является типичной для эвапоритовых обстановок. Карбонатная составляющая слоя 110 представлена кальцитом и вторичным сидеритом, при этом анкерит и доломит практически отсутствуют. Отмечается заметное количество марказита, свидетельствующего о восстановительных условиях водной среды.

Вверх по разрезу корренсит исчезает и ему на смену снова приходят иллит-монтмориллонитовые смешаннослоинные фазы и хлорит; одновременно уменьшается количество палыгорскита.

В верхних слоях пачки (слой 125) зафиксировано присутствие минералов камуфлированной пирокластики — амфибола, клиноптиолита и пироксена. Этот «пирокластический репер» подтверждается геохимической аномалией по меди, свинцу, хрому и цирконию. Мощность пачки 6,60 м.

## **Пачка 12 (песчано-глинистая с табачными песчаникам или пачка «табачных песчаников»)**

Слои 127-137. Глины коричневые («шоколадные») с красными и желтыми оттенками, с горизонтальной слоистостью, вверху сменяющиеся песчаником (2,00-3,25 м) зеленовато-серой («табачный») окраски. Песчаник полимиктовый, с плохо отсортированными и плохо окатанными зернами разной размерности, косослоистый. Над песчаником наблюдается (2,00-2,40 м) тонкое переслаивание пестрых волнистослоистых аргиллитов, мергелей и известняков, завершающих разрез пачки. В 1,2-1,5 м ниже кровли пачки залегает корковидный мергель, разбитый глубокими (до 2 см) трещинами усыхания; этот слой прослеживается на всей территории Приказанского района. Мощность пачки 7,50 м.

## **Пачка 13 (глинисто-известняковая, пачка «крутоовражная»)**

Литологический состав и характер наслоения пачки хорошо наблюдаются в обнажениях, расположенных к западу от оврага Черемушка в верховьях оврагов Стрела и Утчий. В этих разрезах вскрывается также граница между уржумским и северодвинским ярусами.

Слои 138-147. Известняк водорослевый серый, светлых и темных оттенков, крепкий, массивный, с ветвистыми пустотами, сохранившимися от корневой системы высших растений. В верхней половине пачки сменяется толщиной красных и малиновых алевролитов, переслаивающихся с тонкими прослойками пестрых (розовых, зеленых, сиреневых) мергелей. Мощность пачки 6,60 м.

## 5. Дистанционные методы

В рамках гранта ВР в ходе полевых работ в июле 2013 года было получено порядка 700 фотографий правого берега Волги Верхнеуслонского района на протяжении от станции Верхний Услон до станции Камское Устье (рис 5). Съемка производилась с теплохода «Метеор» на камеру Canon EOS 550D с временным интервалом 5 секунд. Данный интервал времени был выбран исходя из скорости «Метеора» - 55км/ч и области перекрытия одного снимка другим - порядка 30-35%. Для координатной привязки точки съемки использовался GPS приемник.



Рисунок 5. Некоторая часть фотографий, полученных в ходе полевых работ.

Далее фотографии обрабатывались в специализированном программном обеспечении Cinema 4D для построения 3-х мерной модели

берегового склона (рис 6). Такая модель очень удобна с точки зрения проведения секвенс - стратиграфического анализа, и прослеживания изменения мощности слоя (рис 7).

На полученной 3-х мерной модели детальность объекта позволила выделить лишь глобальные циклы изменения процессов осадконакопления. Для послойного расчленения обнажения необходимы более качественные фотографии, более точная привязка координат места съемки и чистота обнажения.



Рисунок 6. 3-х мерная модель правого берега Волги



Рисунок 7. Пример выделения слоев непосредственно на 3-х мерной модели.

Однако, по сравнению с прошлым годом, в этом году обнажения были перекрыты обильными осыпями, и сопоставление прямых и косвенных методов оказалось затруднительным процессом. На разрезах прослеживаются лишь несколько слоев Уржумского яруса, Казанский ярус оказался под осыпью.

## 6. Прямые методы

### 6.1. Магнитная восприимчивость отложений.

В течение последних двух десятилетий измерение магнитной восприимчивости ( $\chi$ ) стало одним из стандартных методов, применяемых на стратиграфических разрезах донных отложений морей и озер, а также континентальных отложений.

На изменения значений магнитной восприимчивости оказывают влияния различные факторы: изменения окружающей среды, связанные с изменчивостью климата; процессы выветривания и эрозии; а также различные условия переноса и осаждения материала; из-за разнообразного состава отложений с различным содержанием и/или составом магнитных минералов.

Для изучения прямыми методами было отобрано 604 образца. Мощность разреза, где производился отбор проб, составила 79 метров. На некоторых участках производился детальный отбор образцов, каждые 5 см. Для определения значений магнитной восприимчивости, использовался измеритель фирмы Bartington MS2-B. Перед измерением все образцы были просушенны, затем каждый образец измельчался в немагнитной (агатовой) ступке, и для измерений высыпался в пластиковый контейнер. При пробоподготовке использовались только немагнитные предметы, во избежание загрязнения образца. Нормировка проводилась по массе при одинаковом объеме проб. Была построена кривая изменения  $\chi$  с глубиной (рис.8).

Обычно в донных осадках парамагнитная составляющая вносит наибольший вклад в значения магнитной восприимчивости. Это связано с тем, что в донных отложениях маленькое содержание ферромагнитного материала. В принципе все исследуемые образцы парамагнитны (доломиты, известняки, песчаники...). Повышенные значения  $\chi$  говорят об изменении условий осадконакопления и привносе ферромагнитного вещества извне (изменение количества терригенного материала). По изменениям значений магнитной восприимчивости мы можем проследить увеличение концентрации магнитных минералов. По полученным данным выделено несколько этапов с повышенным значением  $\chi$  (таблица 1).

Анализируя таблицу 2, видим, что увеличение значений  $\chi$  соответствует заглинизированности осадка, прослои глин в алевролитах и мергеля. Глина, являясь вторичным продуктом земной коры, образовавшимся

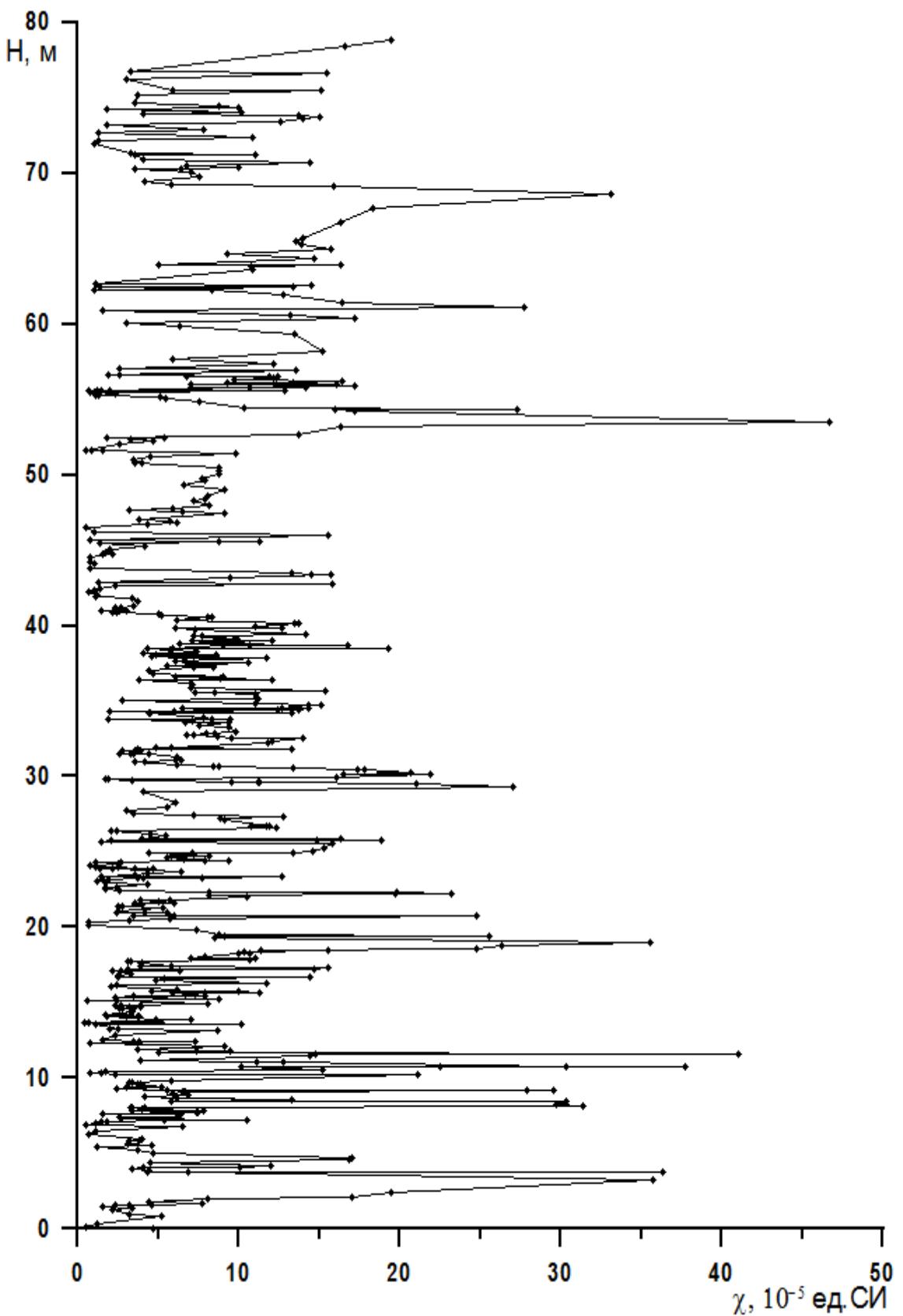


Рисунок 8. Изменения магнитной восприимчивости по разрезу.

в результате разрушения скальных пород преимущественно при химическом выветривании пород, несет с собой дисперсные слоистые и слоисто-цепочечные силикаты в состав которых входят ферромагнитные минералы. В биармийскую эпоху начинается резкая регрессия океана,

сопровождающаяся усилением речного стока, которая приводит к тому, что реликтовый бассейн распадается на несколько водоемов. Некоторые из них полностью теряют связь с Мировым океаном. Затем эти водоемы снова восстанавливают связь с океаном. И такие флюктуации происходят в течение всего уржумского века. При регрессиях и большом речном стоке в эти регионы как раз привносится глинистый материал с Урала, с которым и связано повышение значений магнитной восприимчивости.

Таблица 1.

Уровень отбора, пачка	$\alpha, 10^{-5}$ ед.СИ	Породы
3.3 м, Пачка 1, глинисто-песчаная	35,7	песчаника известковистого кварцевого
3.8 м,	36,3	Тонкое переслаивание светло-зелено-серых, зелено-серых и светло-розовых мергелей.
8.135 м, Пачка 3 глинистая	31.4	тонкое переслаивание коричневых глин и алевролитов
9.17 м, Пачка 3 глинистая	29,6	алевролит бурый с субгоризонтальной слоистостью, с линзочками (2 мм) светлого розовато-серого мергеля
10.77 м, Пачка 3 глинистая	37.7	алевролит пятнистый зеленовато-коричневый (тусклый), обусловленный линзовидным переслаиванием коричневых и зеленых глин
11.625 м, Пачка 3 глинистая	41	глина кирпично-красная средней крепости, слабо алевритистая, с линзочками зеленовато-серой глины
18,97 м, Пачка 5, песчано-глинистая	35.6	Глина алевролитовая ярко буровато-коричневая
20.775 м, Пачка 6, глинисто-мергельная	24.8	песчанистый розовато-серый, тусклый алевролит глинисто-известковистый
22.215 м, Пачка 7, «кварцевых песчаников»	23,2	Мергель буровато-коричневый и пестрый
29.325 м, Пачка 7, «кварцевых песчаников»	27	Алевролит яркий буровато-коричневый

53.5 м, Пачка 10, ленточных мергелей	46.7	Глины коричневатые с субгоризонтальной слоистостью	с
61,075 м, Пачка 11, воробьевка	27.7	Ритмичное переслаивание песчаника зеленовато-серого, мелкозернистого с алевролитом буровато-коричневым	
68,6 м, Пачка 12, «табачных песчаников»	33.1	Песчаник зеленовато-серый с подчиненными прослойками коричневатых глин	с
78.81 м, Пачка 13. «Крутоовражка»	19.5	песчаник буровато-красный	

## 6.2 Коэрцитивная спектрометрия

Магнитный гистерезис, или память ферромагнетиков о процессе намагничивания-размагничивания, является очень удобным инструментом для изучения ансамблей магнитных зерен в горных породах, поскольку вид гистерезисной петли, величины гистерезисных характеристик и их соотношений зависят от размеров магнитных частиц и носителей намагниченности. Размеры магнитных частиц в отложениях закономерно изменяются в зависимости от географического положения отложений и несут информацию о различии физико-химических условий осадконакопления под воздействием климата.

Коэрцитивные спектры были получены с помощью коэрцитивного спектрометра J\_meter (рисунок 9), позволяющего в автоматическом режиме измерять кривые нормального остаточного намагничивания образцов объемом около 1 см<sup>3</sup> при непрерывном росте внешнего магнитного поля. Прибор позволяет получать высокоразрешенные кривые нормального намагничивания для достаточно слабомагнитных образцов.



Рисунок 9 - Общий вид коэрцитивного спектрометра J\_meter. Результаты отображаются на экране компьютера в виде петель гистерезиса и сохраняются автоматически (рисунок 10).

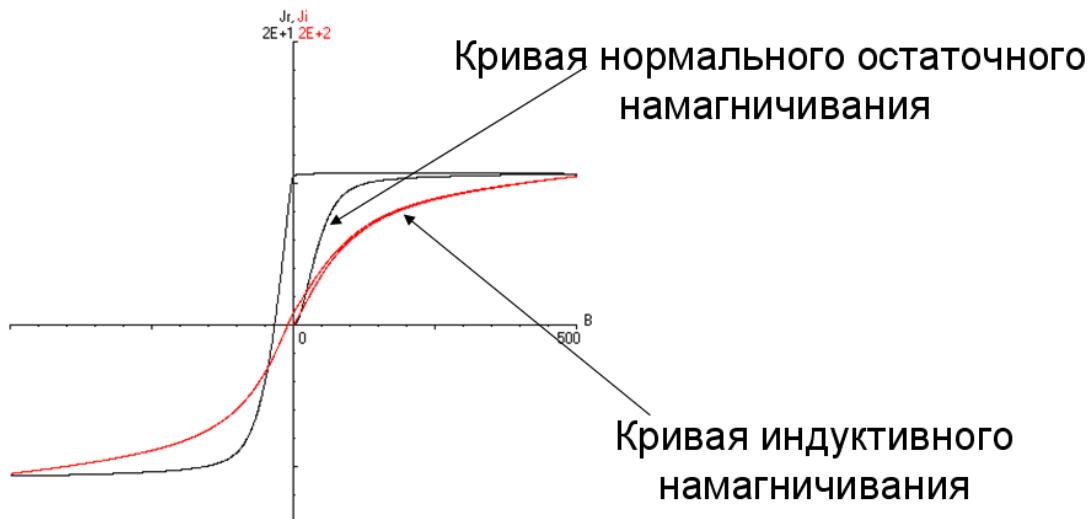


Рисунок 10 – Кривые получаемые при помощи коэрцитивного спектрометра.

По кривой индуктивного намагничивания можно рассчитать значения общей магнитной восприимчивости и парамагнитной ее составляющей. Общая  $\chi$  вычисляется по наклону касательной к индуктивной кривой намагничивания в полях от 0 до 100 мТ, а  $\chi$  парамагнитная – в полях от 1400 до 1500 мТ. Ферромагнитная составляющая магнитной восприимчивости вычисляется после снятия парамагнитного фона, путем вычитания этих значений из значений индуктивной намагнченности, также по углу наклона касательной в полях от 0 до 60 мТ.

В результате обработки были получены данные, представленные в таблице 2.

Таблица 2.

Образец	$\chi$ общая, $10^{-5}$ ед.СИ	$\chi$ ferro, $10^{-5}$ ед.СИ	$\chi$ param, $10^{-5}$ ед.СИ
P01/2	$29,26 \pm 0,5$	$25,78 \pm 0,2$	$2,54 \pm 0,2$
P03/12	$4,2 \pm 0,2$	$0,75 \pm 0,1$	$3,7 \pm 0,2$
P04/39	$6,2 \pm 0,5$	$1,6 \pm 0,2$	$4,9 \pm 0,5$
P05/85	$9,36 \pm 0,2$	$5,83 \pm 0,5$	$4,46 \pm 0,3$
P09/115	$4,77 \pm 0,2$	$2,04 \pm 0,1$	$2,89 \pm 0,2$

В основном для образцов характерно, что больший вклад в магнитную восприимчивость вносит парамагнитный материал (доломиты, известняки, глинистые породы). При росте значений увеличивается вклад ферромагнитного материала, что указывает на значительную роль нового

материала (вулканизм, резкие тектонические движения), а также - возможную роль биогенного магнитного материала при высокой биопродуктивности бассейнов седиментации.

### 6.3 Термомагнитные исследования

Основным видом диагностики состава ферримагнитной фракции горных пород является термомагнитный анализ. Термомагнитный анализ основан на изучении зависимости одной из важнейших магнитных характеристик ферримагнитных минералов – точки Кюри от температуры. При достижении температуры Кюри происходит разрушение магнитного упорядочения и ферримагнетик становится парамагнетиком.

Дифференциальный термомагнитный анализ по индуцированной намагниченности выполнялся на авторегистрирующих крутильных магнитных весах, действующих по нулевому методу (рисунок 11). При проектировании установки термомагнитного анализа выбор метода измерения намагниченности был остановлен на пондеромоторном, так как при измерении механической силы (пондеромоторной) достигнуть высоких чувствительностей несравненно проще, нежели в каком-либо другом методе. Механическую силу проще всего измерять с помощью весов. Преимуществом крутильных весов перед коромысловыми или маятниковыми является практически полное отсутствие влияния изменения веса образцов, как правило, имеющих место в ходе нагревания (при дегазации, дегидратации, окислении ж т.д.), на результаты измерения, т.е. на показания весов.

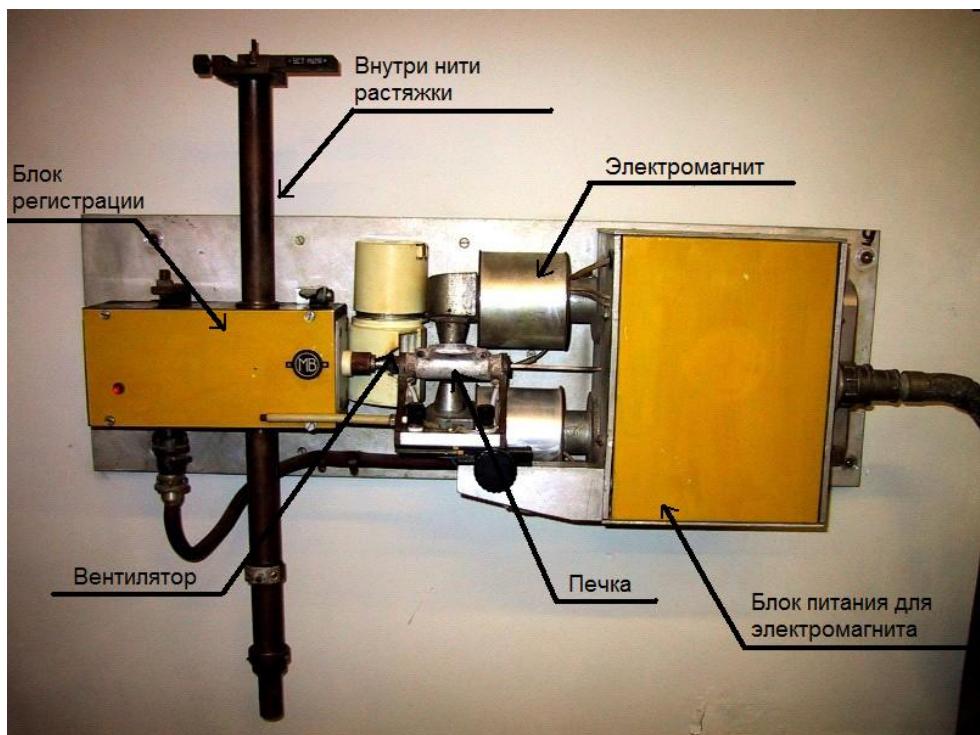


Рисунок 11 - Прибор для дифференциального термомагнитного анализа.

Чувствительной системой описываемых весов является крутильный рычаг, подвешенный на тонких упругих стальных нитях и изготовленный из тонкостенной кварцевой трубки. Конец рычага с размещенным на нем контейнером с исследуемым образцом вводится в электропечь, размещенную между полюсами электромагнита.

Нагрев исследуемых образцов, необходимый для выполнения ДТМА и ТМА, производится в трубчатой печи сопротивления. На кварцевой трубке с внутренним диаметром 8 мм намотан бифилярно никромовый провод диаметром 1 мм. Теплоизоляция изготовлена из асбестового шнура с пропиткой силикатным клеем. После включения электромагнита возникает пондеромоторная сила, стремящаяся втянуть образец в область между полюсными наконечниками с максимальной напряженностью магнитного поля и смещающая крутильный рычаг из нулевого положения. В результате возникает сила, уравновешивающая измеряемую пондеромоторную силу и возвращающая крутильный рычаг в исходное нулевое положение.

В качестве меры магнитного момента пробы используется угол смещения ползунка реохорда, прямо пропорциональный величине пондеромоторной силы, а значит и магнитному моменту пробы, измеряемый с помощью реостатного преобразователя.

Результаты измерений регистрируются графопостроителем в виде зависимостей  $\frac{\partial I}{\partial T}$  (Т), либо  $J(T)$ .

Вносимые весами труднораспознаваемые искажения связаны, в основном с инерционностью схемы управления (отличием от нуля постоянной времени) и неравномерностью прогрева пробы (существованием заметного градиента температуры внутри пробы).

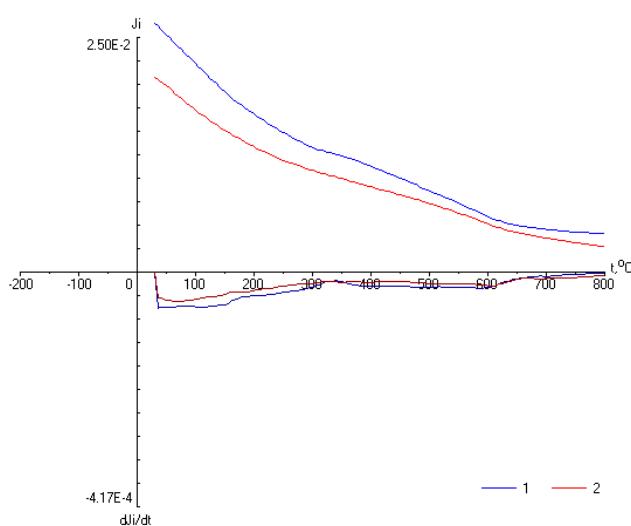


Рисунок 12. Интегральная и дифференциальная кривые 1-го и 2-го нагрева образца Р04/39

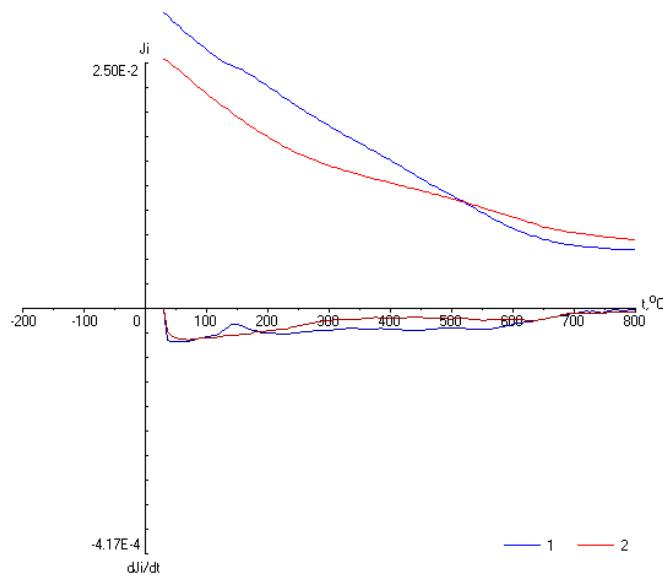


Рисунок 13. Интегральная и дифференциальная кривые 1-го и 2-го нагрева образца P09/85

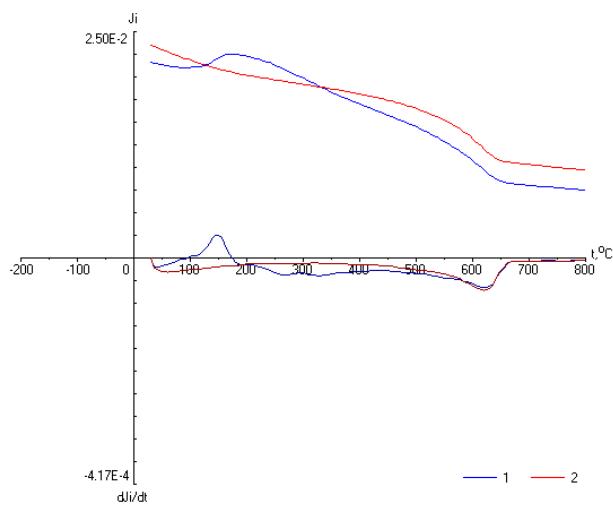


Рисунок 14. Интегральная и дифференциальная кривые 1-го и 2-го нагрева образца P09/115

У образцов P04/39 и P04/85 диаграммы ДТМА схожи (Рис.12, Рис.13). После первого нагрева намагниченность образцов уменьшается, что говорит о том, что в процессе нагрева не произошло образования новых минералов, это в свою очередь свидетельствует о предельной окисленности магнитного материала. Характерной чертой этих термомагнитограмм является размазанность процесса спада намагниченности на весь температурный интервал. На диаграммах не прослеживается существенных эффектов, отражающих переход ферромагнитного материала пробы через точку Кюри. Интерпретация таких кривых практически невозможна. Почти весь ферромагнитный материал находится в тонкодисперсном состоянии.

На диаграмме, полученной для образца Р09/115 (Рис. 14), наблюдаем подъем дифференциальной кривой первого нагрева при температуре 130-170 °С. Это обусловлено эндоэффектом, возникающим за счет потери адсорбционной воды, тот же эффект мы наблюдаем и у образца Р09/85. Эффект связанный с гематитом не явно прослеживается на кривой, отодвигая Тс гематита в область более низких температур ~ 620°С. Это связано с тонкодисперсным состоянием материала.

К сожалению, в образцах методом ДТМА не удалось выявить наличие металлического железа, которое по нашим предположениям должно быть связано с выпадением на Землю космической пыли. Таким образом говорить о связи увеличения магнитной восприимчивости с космическим веществом в данное время не представляется невозможным. Однако терромагнитным методом измерена очень маленькая часть коллекции, возможно, при дальнейших исследованиях, мы обнаружим следы металлического железа, связанного с повышенным значением  $\alpha$ .

## Заключение.

Обобщая результаты, полученные в процессе выполнения данного проекта, можно сделать следующие выводы:

1. отработана методика построения 3-х мерного объекта от «сырой» фотографии к полноценной реалистичной 3D модели. Показана возможность создания такой модели для протяженных объектов - разрезов пермских отложений вдоль р. Волга.

2. Показана возможности выделения и анализа слоев непосредственно с 3-х мерного фотографического изображения. Проведено расчленение разреза на слои различной мощности, позволяющее провести ритмический анализ стратиграфической записи для анализа временного масштаба.

3. С целью выявления природы изменения цвета образцов, реконструкции изменений окружающей среды, отражающейся как проявление слоистости различного порядка в разрезах, образцы пород были исследованы методами магнетизма горных пород: измерена их магнитная восприимчивость, получены гистерезисные параметры по кривым нормального намагничивания (петли гистерезиса), проведен термомагнитный анализ.

4. Магнитная восприимчивость является параметром, которые может быть легко измерен, и в то же время является вполне информативным для интерпретации фотограмметрических данных и их использования для создания секвенс-стратиграфических моделей пермских отложений р. Волга.

5. Результаты анализа кривых нормального остаточного намагничивания, полученные с использованием коэрцитивного спектрометра, позволили установить, что намагниченность образцов связана в большинстве случаев с парамагнитными минералами (это обычно - глинистые минералы, многократно переотложенный материал). В то же время вклад магнитомягких ферримагнитных минералов (магнетит, маггемит) в некоторых случаях достаточно велик (до 50%), что указывает на значительную роль "свежего" материала (вулканизм, резкие тектонические движения), а также - возможную роль биогенного магнитного материала при высокой биопродуктивности бассейнов седиментации.

6. Полученные данные и разработанные методики позволяют создать 3D секвенс-стратиграфические модели пермских отложений р. Волга, которые можно будет использовать в процессе полевой учебной практики студентов-геологов.

7. Собрана большая коллекция образцов (более 600) для лабораторных исследований, получены снимки разрезов. Продолжается их обработка.

## Список литературы

1. Стратотипы и опорные разрезы верхней перми Прикамского района (Материалы к Международному симпозиуму «Верхнепермские стратотипы Поволжья») – М.: ГЕОС, 1998. – 105 с.
2. Котельников Д.Д., Конюхов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. – М.: Недра, 1986. 247с.
3. Фаттахов А.В., Нургалиев Д.К., Кузина Д.М., Косарева Л.Р. Анализ магнитной восприимчивости донных осадков озера Балхаш // материалы международной школы-семинара «Проблемы палеомагнетизма и магнетизма горных пород», 2013.
4. Старовойтов А.В, Лунева О.В. Фотограмметрические и GNSS методы геодезического обмера как часть локальной инфраструктуры пространственных данных для ведения археологических исследований. Научная конференция молодых ученых «Актуальная археология: археологические открытия и современные методы исследования» (Санкт-Петербург, 22-23 апреля 2013 г., Институт истории материальной культуры Российской академии наук) (УДК 902/904, ББК 63.4, ISBN 978-906168-03-0) - С. 16-18.
5. Iassonov, P.G., Nourgaliev D.K., Burov B.V., Heller F. A modernized coercivity spectrometer // Geologica Carpathica. 1998. V.49.P.224-226.
6. Буров Б.В., Нургалиев Д.К., Ясонов П.Г. Палеомагнитный анализ. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1986. - 168 с.
7. Геология для всех. /Под ред. Проф., д. г.-м. н. Р.С. Хасанова – Казань. Изд-во «Фэн» Академия наук Республики Татарстан, 2011, - 404 с.
8. Tracking environmental change using lake sediments. Volume 1: Basin analysis, coring and chronological techniques / William M. Last, John P. Smol. London. – Kluwer academic publishers, P-549.