

# СТРОЕНИЕ, МОРФОГЕНЕЗ И КИНЕМАТИКА ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНОГО ПОКРОВА ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

Ю.А. Лаврушин<sup>1</sup>, М.П. Антипов<sup>1</sup>, Н.П. Кураленко<sup>1</sup>, Е.А. Спиридонова<sup>2</sup>, А. Тудрин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Геологический институт РАН

<sup>2</sup>Институт археологии РАН <sup>2</sup>

<sup>3</sup>GEOPS, Univ. Paris-Sud, CNRS, France<sup>3</sup>

В пределах пологого рельефа Северного Прикаспия установлено наличие маломощного позднечетвертичного гравитационного покрова. Разработаны индикаторы проявления гравитационных кинемато-динамических процессов. Важнейшим результатом исследований явился вывод об их постседиментационном происхождении в парагенезе с высокоскоростными регрессивными событиями Каспия. Созданы модели формирования изученных типов бэровских бугров, важнейшими среди которых явились: будинированные, протрузионные, бугры зон сжатия, а также очагово-сейсмический тип. Предложенная в настоящей статье концепция о строении, морфогенезе и кинематике молодого позднечетвертичного гравитационного покрова может представить интерес для исследователей, изучающих древние аналогичного типа структуры.

Ключевые слова: гравитационный покров, индикаторы гравитационных процессов, бэровский бугор, палеошельф, поздний квартал, пластическое течение, скольжение, взброс, диапиры, грязевые излияния, трещиноватость.

DOI: 10.34756/GEOS.2019.4.77-2

## 1. Предварительные замечания

Исследования проведенные в последние годы в юго-западной части Северного Прикаспия показали, что в толще приповерхностных позднечетвертичных отложений, сложенной морскими и континентальными отложениями имеются различного типа разрывные и пластические деформации. Эти деформации обнаружены как в морских, так и, частично, в континентальных отложениях. В морских отложениях эти деформации приурочены к позднеплейстоценовым образованиям хвалынского этапа гидрологического развития Каспия, представленного осадками гирканского, раннехвалынского и позднехвалынского морей. Отложения перечисленных палеоморей в значительной части исследованного района слагают единую толщу, разделенную перерывами, которая нами рассматривается в качестве регионального осадочного бассейна. Естественно, в зависимости от площади распространения хвалынских палеоморей строение осадочного бассейна изменялось. Тем не менее в его отложениях

оказались регионально распространенные упомянутые выше деформации. Как показали наши исследования природа возникновения последних была обусловлена, постседиментационными гравитационными процессами. **Активизация данного типа процессов была обусловлена неоднократными изменениями уровня Каспия, с которыми было связано положение регионального базиса эрозии. При этом особую роль в возникновении гравитационных текстур и деформаций, по нашему мнению, должна быть отведена высокоскоростному процессу регрессивных эпизодов хвалынских бассейнов, что в значительной степени определяло интенсивность проявления гравитационных процессов.** Не исключена роль также возможно существовавших сейсмических событий, но их проявления могли иметь лишь локальную выраженность. По-существу, региональное распространение выделенных деформаций в отложениях хвалынских морей послужило одним из оснований для рассмотрения комплекса сформирова-

рованных образований в качестве единого хвалынского позднечетвертичного постседиментационного гравитационного покрова. При этом необходимо особенно подчеркнуть, что в отличие от известных описанных гравитационных покровов дочетвертичного возраста, находящихся в парагенетической связи с древними орогенетическими областями, рассматриваемая в настоящей статье структура, была сформирована в пределах платформы. Но, как было отмечено выше, основы массового проявления разномасштабных гравитационных процессов были обусловлены достаточно значительной нестабильностью гидрологического режима Каспия. Кроме того, значительную роль в этом же плане, как будет показано, оказывала влияние одна из важнейших особенностей структуры Северного Прикаспия. В данном случае речь идет о многочисленных проявлениях активности соляной тектоники, а также существующих нефтегазовых месторождениях. Эти особенности структуры способствовали возникновению в этой области зоны сверхвысоких давлений в подземной лито-газо-гидросфере. В некоторых случаях, возникавшие на дневной поверхности излияния подземной газо-гидросферы, оказывали заметную морфогенетическую роль, что способствовало также увеличению роли гравитационных процессов.

Важно отметить, что начало формирования отложений хвалынского осадочного бассейна, по имеющимся данным радиоуглеродной хронологии и геологическим материалам, можно оценивать около 60 тыс. л. н., т. е., скоррелировать этот момент с началом морской изотопной стадии МИС-3. Однако, постседиментационные гравитационные преобразования отложений могли начаться лишь в кратковременный регрессивный интервал времени (в связи с малой известностью гидрологических событий Каспия в гирканское время). Таким образом, образование собственно гравитационного покрова произошло существенно позднее и, как будет показано, еще не завершено.

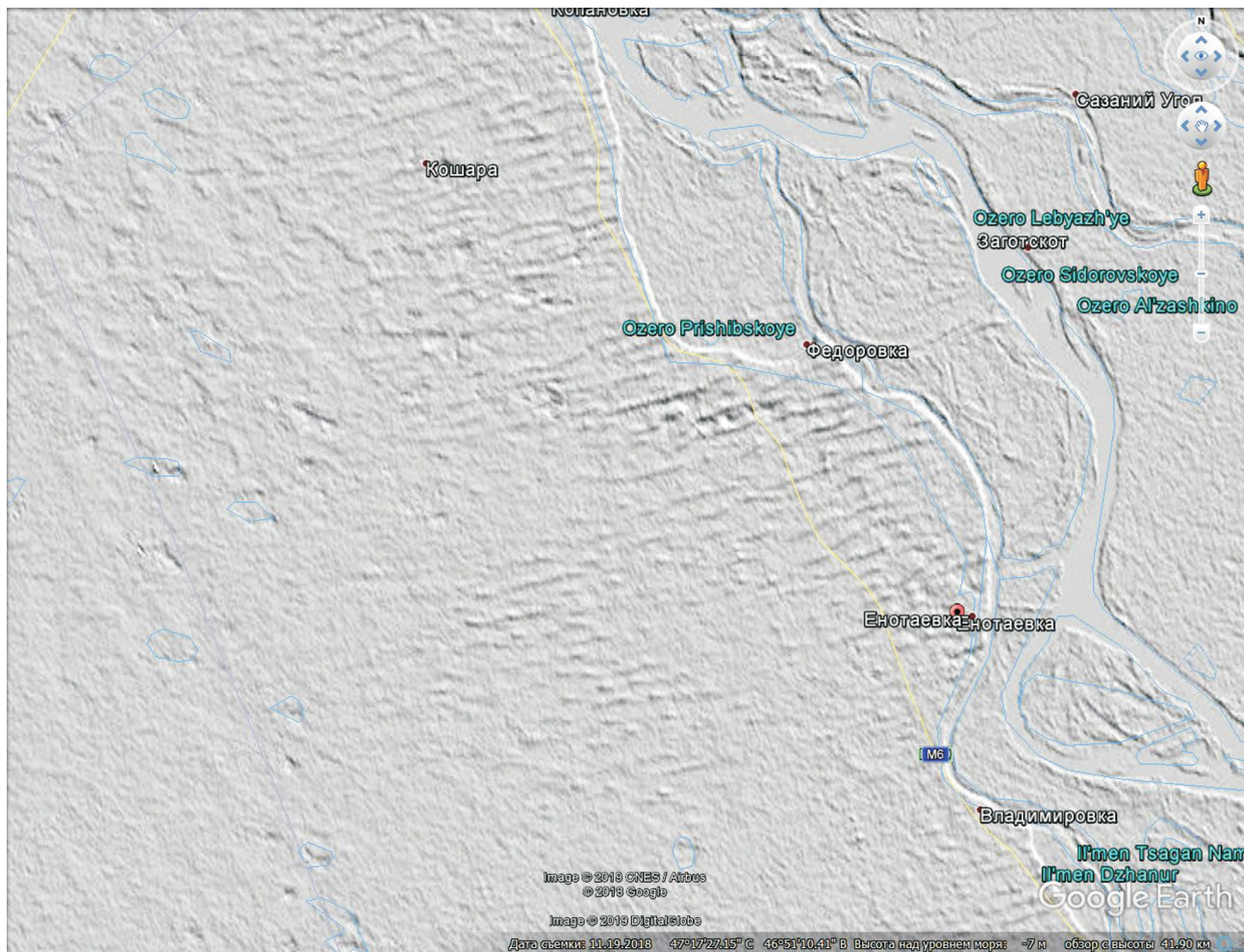
Юго-западная часть Северного Прикаспия, где проводились исследования, представляет собой слабо наклонную равнину, основной уклон которой направлен в сторону Каспия. Наиболее масштабные изменения в рельефе связаны с наличием солянокупольной структуры Большое Богдо (абс. отметка 150 м) в районе озера Баскунчак и сравнительно недавно возникшей значительной Волго-Ахтубинской долиной (шириной до 30 км), «рассекающей» толщу четвертичных отложений, слагающих Прикаспийскую низменность, по виртуальной линии Волгоград-Астрахань.

Что касается геолого-структурного и геоморфологического строения территории, в настоящей работе рассматриваются три ее элемента. Первый

из них – это отложениями палеошельфов хвалынских морей. Второй элемент – палеоуступ шельфа, этих морей, обращенный к Каспию. Третий элемент-территория дельты современной Волги.

Что касается шельфов хвалынских морей рельеф их поверхности несколько осложнен бэровскими буграми, выделенного нами в настоящей работе в качестве так называемого будинированного типа. Известно, что бэровские бугры юго-западной окраины Северного Прикаспия имеют широкое распространение на суше вдоль обоих берегов Волги примерно от широты месторасположения пос. Каменный Яр на севере, а в пределах волжской дельты совсем немного не доходят до современной береговой линии Каспия (рис. 1). В изученном районе бэровские бугры имеют близкую к субширотной ориентировку и представляют собой прерывисто расположенные параллельные гряды. Они известны также в северной части акватории Северного Каспия. Восточнее в Казахстане их наличие фиксируется в низовьях рек Урала и Эмбы, а также на отдельных участках восточной прибрежной зоны Каспия [последнее – по устному сообщению М.Л. Коопа].

О происхождении бэровских бугров, точнее гряд было высказано много различных представлений, как с позиций различного типа морского, так и континентального седиментогенеза. В связи с этим было опубликовано более 10 (может быть и больше) различных идей о происхождении этих форм рельефа. Поскольку в строении бэровских бугров участвуют морские и континентальные отложения, произошло естественное разделение исследователей на две группы. Исследователи первой из них, бывшие сторонниками морского генезиса этих образований, развивали представления об их возникновении в результате проявления различных особенностей собственно морского седиментогенеза. В этом отношении интересно отметить, что известный отечественный специалист по этому типу седиментогенеза О.Н. Леонтьев, также изучавший бэровские гряды, позиционировал генезис этих форм рельефа в качестве эоловых образований и считал невозможным их генезис связывать с морским осадконакоплением [Леонтьев, Фотева, 1965] (Leontev, Foteeva, 1965). Исследователи, представления которых о возникновении бугров Бэра основаны на процессах континентального седиментогенеза, связывают их с эоловым, аллювиальным (аккумулятивными и эрозионными процессами) и, главным образом, водно-потоковым осадконакоплением, включая авандельтовую обстановку. В некоторых публикациях высказываются идеи об их неотектоническом происхождении, но аргументации в обосновании своих представлений почти не приводилось [Аристархова, 1980; Свиточ, Кловиткина, 2006; Геология дельты..., 1951; Бадю-



**Рис. 1.** «Поле» бэрзовских бугров в окрестностях поселка Енотаевка, из Google Earth, с высоты 42 км.

**Fig. 1.** Baer knolls «Field» in the Enotaevka village vicinity. Google Earth space view from an altitude 42 km.

кова, 2005; Бэр, 1856; Владимиров, 1953; Волков, 1960; Жуков, 1935; Иванова, 1952; Православлев, 1929, Рычагов, 2009] (Aristarkhova, 1980; Svitoch, Klyuvitkina, 2006; Geologiya delty..., 1951; Badyukova, 2005; Baer, 1856; Vladimirov, 1953; Volkov, 1960; Zhukov, 1935; Ivanova, 1952; Pravoslavlev 1929; Rychagov, 2009).

Наконец, следует упомянуть о наших представлениях, опубликованных в 1995г. [Леонов и др., 1995] (Leonov et al., 1995), в которых развивались представления о гравитационном происхождении этих форм рельефа. В настоящей статье, в соответствии с дополнительными собранными материалами, высказанные ранее представления были существенно уточнены.

Естественно основу геологического строения покрова четвертичных отложений исследованного района авторы настоящей работы предварительно почерпнули из многочисленных публикаций. При этом особо внимательное отношение уделялось

исследованиям, в которых имелся анализ материалов, полученных при изучении отложений как в естественных разрезах, так и по результатам бурения [Попов, 1970; Родзянко, 1970] (Popov, 1970; Rodzianko, 1970). Естественно не игнорировались данные коллег из МГУ им. Ломоносова, опубликованные в последние два десятилетия, выполненных под руководством П.А. Каплина, а в последующем Т.А. Яниной. В представляемой работе приводится лишь ограниченное количество ссылок на публикации данного коллектива, поскольку основная идея развиваемая сотрудниками МГУ оказалась чрезвычайно далекой, от изложенной в настоящей статье. Остается лишь упомянуть о работах ученых Геологического института Академии наук, которые внесли фундаментальный вклад в понимание гидрологической истории квартера Каспия [Федоров, 1978 и др. работы; Москвитин, 1962; Васильев, 1961] (Fedorov, 1978; Moskvitin, 1962; Vasilev, 1961).

Новизна настоящей работы состоит в том, что в ней на основе новых данных, полученных в процессе полевых исследований, анализа опубликованных материалов космической съемки удалось разработать необходимость выделения маломощного позднечетвертичного гравитационного покрова в пределах юго-западной части Северного Прикаспия. Важнейшей основой для создания единой гравитационной и даже сейсмической концепции кинемато-динамических процессов данного покрова, явилось исследование возникновения различных морфогенетических типов бэровских бугров, в которых эти процессы оказались наиболее полно представленными. Исследование строения бэровских бугров позволило выявить среди них различные морфогенетические типы и их приуроченность к различным палеогеоморфологическим уровням. Одновременно это послужило обоснованием как для возникновения бэровских бугров в результате проявления приоритетной роли различного типа гравитационных кинемато-динамических процессов, так и понимания общей кинематики выделенного гравитационного покрова.

По нашим представлениям, наибольшая интенсивность кинемато-динамических процессов происходила в субаэральной обстановке в начальной фазе регрессивных эпизодов при еще достаточно высокой влажности отложений, слагавших толщу компетентных отложений. Это способствовало даже при очень малых уклонах подошвы компетентных отложений, возникновению ряда гравитационных преобразований. Оригинальность разработанной концепции состоит также в том, что наиболее интенсивные проявления гравитационных процессов оказались зафиксированы в строении бэровских бугров, которые рассматриваются в качестве постседиментационных образований. Это послужило одной из важнейших основ выделения этим элементам рельефа достойного внимания.

Нами не исключается, что реконструкции некоторых особенностей формирования и кинематики позднечетвертичного гравитационного покрова возникшего в специфической обстановке территории платформы, граничащей с крупным водоемом, отличающимся крайне нестабильным гидрологическим режимом, может заинтересовать исследователей более древних гравитационных покровов в качестве одной из возможных моделей геологического развития этих образований.

## **2. Краткая информация об особенностях строения гравитационного покрова**

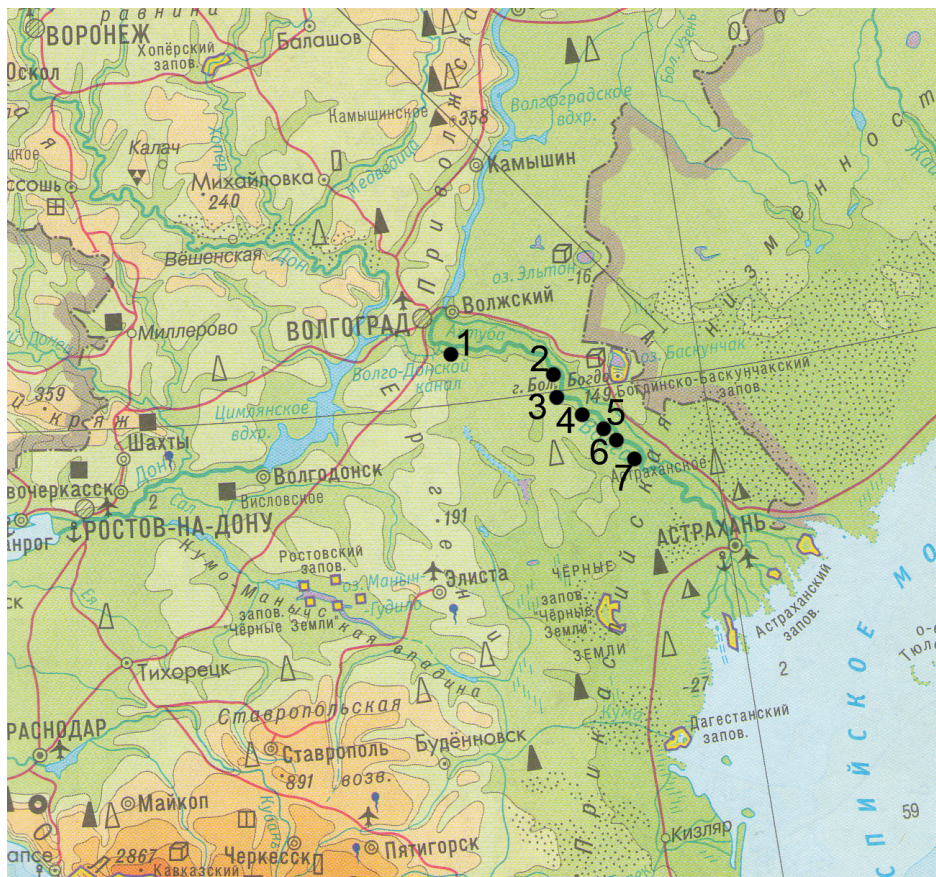
В настоящем разделе приводятся только самые общие сведения о строении выделяемого гравита-

ционного покрова в юго-западной части Северного Прикаспия. Такая ограниченность излагаемого материала в данном разделе обусловлена стремлением уменьшения количества повторений, поскольку материал разных разделов оказывается тесно увязанным друг с другом. Территория, показанная на рис. 2, показывает район в пределах которого проводились исследования. По существу вся эта территория является зоной распространения рассматриваемого гравитационного покрова.

В строении гравитационного покрова выделяется три толщи морских хвалыньских отложений. Наиболее древняя из них – это отложения гирканского бассейна, береговая линия которого по данным Г.И. Попова [1966] (Поров, 1966) фиксируется на абс. отметке +20м. В настоящее время общепринятым считается распространение раннехвалыньского бассейна до Жигулей до отметки +50–55м. Наконец, позднехвалыньский бассейн распространялся до нулевой отметки. Согласно приведенным данным следует полагать, что максимальная мощность рассматриваемого покрова могла быть в южной части осадочного бассейна, в пределах которой распространены все три толщи. На самом деле это далеко не так, поскольку к этой части покрова был приурочен максимальный «сброс» крупных фрагментов-пластин покрова по палеосклону уступа шельфа. Учитывая имеющиеся в нашем распоряжении результаты исследований, а также анализ опубликованных материалов предыдущих исследователей, мощность рассматриваемого гравитационного покрова составляет не более 20–25 м, а площадь его превышает несколько сотен тыс. кв. км. В этом плане достаточно отметить, что площадь срывающихся фрагментов с его прибрежной части могла достигать не менее 1200 км<sup>2</sup>.

В пределах рассматриваемой территории геологическое строение покрова представлено толщей морских позднечетвертичных хвалыньских отложений, а также широко распространенными эоловыми образованиями и отложениями озерных и аллювиальных отложений. Последние распространены на правобережье Волги, где они перекрывают хвалыньские морские отложения. Поскольку последние две группы осадочных образований не отражают проявлений каких-либо гравитационных процессов, рассмотрение их в настоящей работе отсутствует. Что касается Волго-Ахтубинской долины, то ее отложения и процесс образования также не рассматривается в настоящей работе, поскольку этим вопросам посвящается специальная публикация.

В структуре покрова нами выделяются две части: бассейн осадконакопления и склон уступа палеошельфа бассейна. В отложениях в преде-



**Рис. 2.** Район исследования

Цифрами обозначены местоположение основных разрезов, упоминаемых в тексте: 1 – Райгород, 2 – Черный Яр, 3 – Нижнее Займище, 4 – Солёное Займище, 5 – Цаган Аман, 6 – Копановка, 7 – Енотаевка; местоположение остальных разрезов имеется на карте.

**Fig. 2.** The study area

Numbers indicate the location of the main sections mentioned in the text: 1 – Raygorod, 2 – Cherny Yar, 3 – Nizhnee Zaimishche, 4 – Solionoe Zaimishche, 5 – Tsagan Aman, 6 – Kopanovka, 7 – Enotaevka; the location of other sections is available on the map.

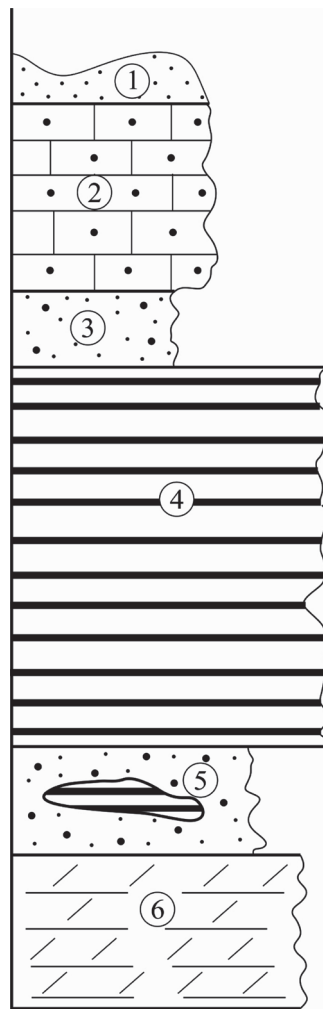
лах бассейна установлено наличие разного типа гравитационных текстур, важнейшие закономерности строения отложений, а также характерные морфологические особенности представленные особым типом «бэровских бугров» – гряд и межгрядовыми западинами. Кроме того, к морфологическим особенностям строения бассейна нами также относятся вычитываемые из направленной ориентировки бугров их пространственные концентрации в виде крупных лопастей, предполагаемых зон гравитационного сжатия, гравитационных потоков, их разновозрастных дельт, расположенных в акватории Северного Каспия. По нашим представлениям весь перечисленный комплекс особенностей бассейна осадконакопления свидетельствуют о проявлении в нем направленной гравитационной кинематики. В своей значительной части процессу возникновения этого процесса способствовало строение и литология морских от-

ложений. Важным моментом в этом плане является наличие в морских отложениях переслаивания толщ компетентных и некомпетентных отложений (маломощные пески, прибрежно-морских отложений трансгрессивно-регрессивных фаз Каспия, а также толщи слабо сцементированных песчаников. К компетентным образованиям отнесены толщи так называемых шоколадных глин.). Но в настоящем разделе особенно важно отметить, что некоторые деформации гравитационной кинематики имеются не только в морских отложениях, но и в залегающих поблизости континентальных образованиях. Этот факт имеет принципиальное значение, поскольку позволяет некоторые текстуры, обычно распространенные в хвалынских толщах морских отложений и обычно принимаемых за седиментационные, перекалифицировать в гравитационные. Важно также отметить, что с некоторыми процессами оказывается связано уни-

кальное высокоскоростное рельефообразование. В этом случае, как будет показано, речь пойдет о специфических протрузионных процессах.

В вертикальном разрезе в бассейне осадконакопления даже при отмеченной его сравнительно небольшой мощности имеется возможность выделения в его строении нескольких разновозрастных «этажей». По имеющимся данным возраст раннехвалынского бассейна Каспия оценивается не совсем определенно в интервале от 13–14 тыс. лет и даже от 15,5 примерно до 9 тыс. лет [Рычагов, 2009; Свиточ, Клювиткина, 2006] (Rychagov, 2009; Svitoch, Klyuvitkina, 2006). Пока совершенно отсутствуют более или менее надежные датировочные материалы по гидрологическим событиям позднехвалынского моря, особенно, наиболее важным для нас являются его регрессивные эпизоды. Что касается наиболее раннего «этажа» гирканского, то это был наиболее длительный этап, продолжительность которого оценивается около 40 тыс. лет (от 60 до 20 тыс. л.). Тем не менее необходимо иметь в виду, что продолжительность существования заключительных «этажей» данного бассейна даже с имевшимися регрессивными фазами составляла не более 8–10 тыс. лет. Это позволяет говорить о достаточно значительной скорости гравитационного преобразования отложений. Типовое строение покрова представлено на (рис. 3), а в разделе 5, приведено соответствующее описание разреза. Такая «разорванность» определяется соответствующей тематикой разделов. Остается лишь добавить, что принципиально приведенное строение разреза оказывается аналогичным как для гирканских, так и раннехвалыньских отложений.

Что касается особенностей структуры гравитационного покрова в ходе проведенных исследований, нами было выделено два элемента: собственно покров и шлейф покрова. Последний представлен своеобразными пластиноподобными «оползневыми лопастями,» выдвинувшимися на уступ хвалынского палеошельфа, а также громадным аллохтонным отторженцем, лежащим в пределах дельты Волги. Распространение шлейфа гравитационного покрова приурочено к уступу шельфа и дельте Волги. Имеющиеся материалы позволяют говорить о продолжающемся процессе формирования гравитационного покрова. В этом плане об этом свидетельствуют имеющиеся на склоне сползшие достаточно крупные пластиноподобные оползневого типа фрагменты приповерхностной части палеоднища гравитационного покрова (рис. 4), который ниже рассматривается в качестве фрагмента шлейфа гравитационного покрова. На приводимом рисунке во первых показан фрагмент, который частично перекрыл без отрыва от покрова почти весь уступ палеошельфа.



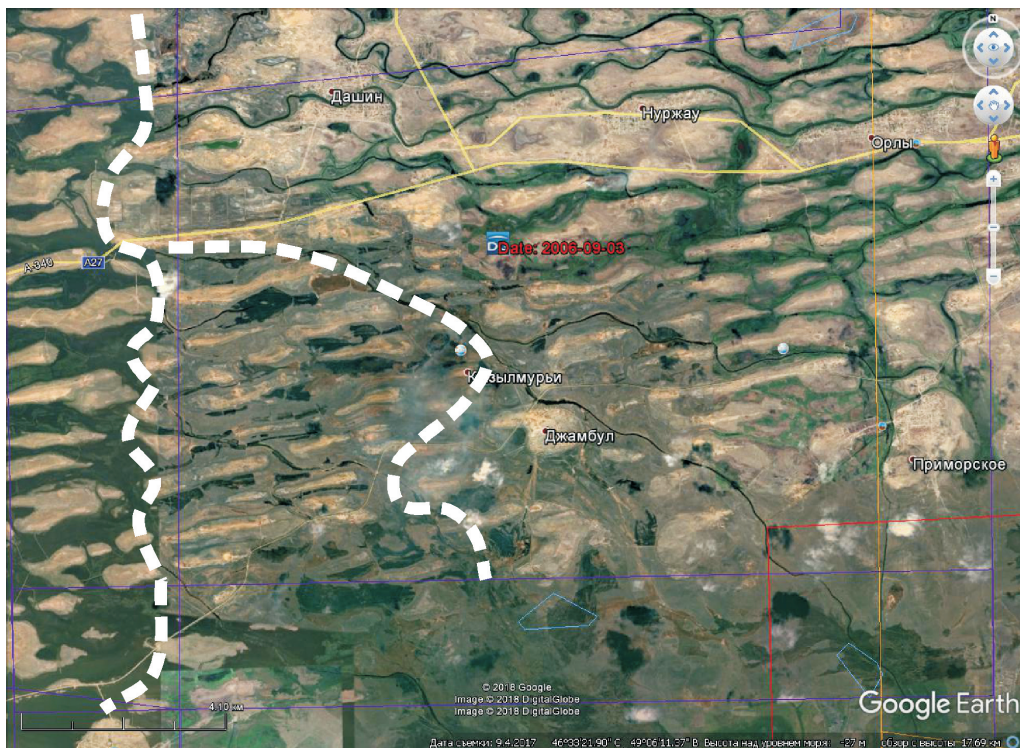
**Рис. 3.** Типовое строение разреза гравитационного покрова. Объяснение разреза приведено в разделе 5.

**Fig. 3.** The typical structure of the gravitational cover section. Explanation of the section in Part 5.

С другой стороны на этом же снимке видны более ранние проявления поверхностной части выхода покрова на тот же уступ. Таким образом, данный снимок в какой-то степени позволяет говорить о нестабильности положения латерального края покрова и тем самым о его кинетике. Особенности строения «лопастного типа пластин» на уступе хвалынского палеошельфа, а также упомянутого аллохтонного отторженца рассматриваются в последующих разделах настоящей работы.

### 3. Постседиментационные гравитационные текстурно-структурные преобразования отложений хвалынского бассейна осадконакопления

Как ясно из имеющихся многочисленных публикаций и картографических материалов



**Рис. 4.** Разновозрастные пластиноподобные фрагменты гравитационного покрова лопастного типа на поверхности уступа палеошельфа. Космоснимок из Google Earth, с высоты 31 км.

**Fig. 4.** Plate-like fragments of different ages of the blade type gravity cover on the surface of the paleo shelf cliff. A Google Earth space view from an altitude of 31 km.

геолого-съёмочных работ, осадочные бассейны хвалынских морей в Северном Прикаспии располагались на различных участках Прикаспийской низменности. Максимальное распространение было свойственно зафиксировано для раннехвалынского бассейна. Поскольку отложения хвалынских бассейнов, по нашему мнению, имеют примерно одинаковый тип строения в настоящей работе нами сочтено возможным изложить данные о гравитационных преобразованиях этих толщ в едином плане, подразумевая, при этом, что каждая из них является лишь элементом определенного структурного этажа рассматриваемого гравитационного покрова.

Естественно, особенности накопления раннехвалыньских шоколадных «глин» или идентичных им по своему строению толщ алевритовых образований, (несколько отличающихся по цвету) не оставались без внимания предыдущих исследователей. В этом плане генезис шоколадных глин трактовался неоднозначно. Допускалось что седиментация этих образований происходила в открытом море, в аванделтовой обстановке или даже в лиманах. Основанием для подобных выводов, являющихся противоположными по фациальной характеристике, были осно-

ваны на нескольких аргументах. В первую очередь этому способствовал анализ малакофауны из песчаных образований трансгрессивно-регрессивных эпизодов Каспия (при отсутствии или единичном нахождении раковин в глинисто-алевритовых образованиях). Значительное влияние в этом плане мог иметь специфический «гипноз» современной Волги, хотя долина этой реки располагалась западнее у подножия Ергеней. Наконец, некоторыми исследователями учитывалось непосредственное региональное распространение глинисто-алевритовых толщ (например, шоколадных глин) без какой-либо попытки проведения литолого-фациального анализа этих почти «немых» толщ. Ранее, в наших публикациях также специально эта проблема не рассматривалась, но отмечалось лишь, что накопление шоколадных глин происходило в обширном водоеме, глубина которого могла быть неодинакова в разных местах. Вблизи, например, Жигулей она могла быть около 30–40 м, а на уроне современного уреза воды Каспия могла несколько превышать 100 м. Тем не менее какого-либо обсуждения природы текстурных особенностях толщ шоколадных глин не обсуждалось [Леонов и др., 1995] (Leonov et al., 1995). Необходимо отметить, что сравнительный анализ шоколад-

ных глин или несколько отличных от них по цвету, но аналогичных по текстурным особенностям преимущественно алевроитовых толщ, с более древними (дохвалынскими) четвертичными морскими отложениями Каспия позволяют говорить об уникальности рассматриваемых образований. Подобный вывод основан на том, что в более древних морских отложениях, как правило, отсутствует плитчатая текстура, характерная для хвалынских образований.

**В результате проведенных в последние годы работ был сделан вывод о том, многие текстурно-структурные особенности хвалынских морских отложений возникли в результате воздействия гравитационных кинематодинамических процессов. При этом приоритетными среди них оказались процессы возникновения разнопорядковых межпластовых, внутрипластовых плоскостей скольжения разного порядка, способствовавших возникновению гравитационных динамических текстур, являющихся следствием послойно-пластического течения, в ходе которого возникали складчатые и разрывные деформации, а также плоскости скольжения первого порядка, которые свидетельствуют о возникновении в толще гравитационного покрова не просто плоскостей, а зон расслоенности.** Возникшая гравитационная кинематика способствовала также проявлению межслоевого движения между контактирующими компетентными и некомпетентными толщами осадочных образований, иногда сопровождавшегося процессом будинажа. Постседиментационные процессы гравитационного скольжения способствовали возникновению необычных особенностей литолого-фациального строения отложений трансгрессивных и регрессивных гидрологических эпизодов Каспия, а также ассимиляционных контактов разновозрастных отложений, содержащих своеобразные сочетания неодинаковых по возрасту раковин морской фауны.

Развитию гравитационных процессов непосредственно в хвалынском осадочном бассейне способствовали, как мы полагаем, несколько благоприятных факторов. Среди них следует упомянуть, хотя и незначительный, но генеральный уклон поверхности палеоднища бассейна в южном направлении к Каспию. Значительные неоднократные изменения регионального и локальных базисов эрозии, обусловленных резкими кратковременно-прерывистыми, но значительными снижениями уровня Каспия способствовали увеличению интенсивности рассматриваемых процессов. В этом отношении полезно напомнить, что по данным многих исследователей, в хвалынское время в эпизоды регрессии, уровень Каспия мог находиться на различных отметках, но наибо-

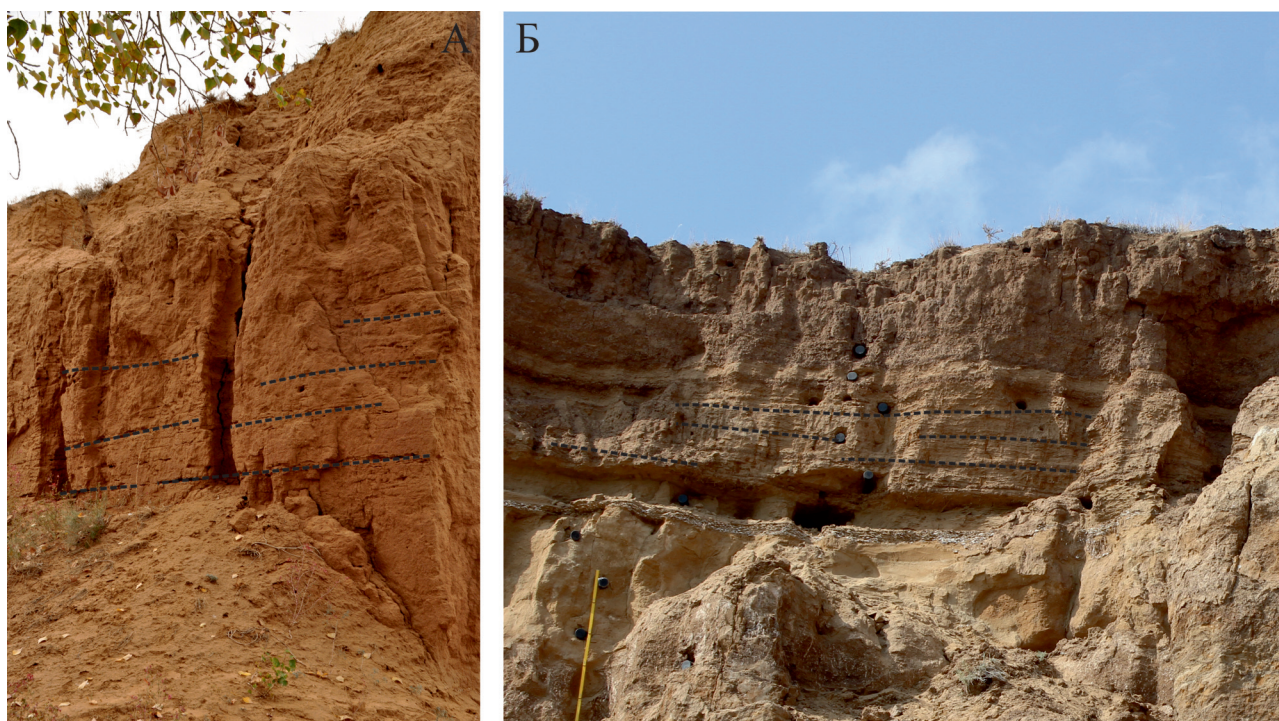
лее низкий из них находился на отметке около минус 100 м. Естественно это существенно увеличивало относительные уклоны поверхности. Одновременно нами допускается, что в регрессивные эпизоды происходил ускоренный режим снижения уровня Каспия. Это допущение позволяет думать, что в возникшей субаэральной обстановке под воздействием гравитационной кинематики оказывались значительно увлажненные отложения. Высказанное допущение подтверждается, как палеобиологическими, так и палеодинамическими данными. В отношении первых можно напомнить, что в хвалынское время палеоклиматическая обстановка в рассматриваемом районе была принципиально отличной от современной. В целом это был интервал господства мамонтовой фауны. Чрезвычайно важные материалы существенно уточняющие палеоландшафтную ситуацию были получены Е.А. Спиридоновой по данным палинологического анализа, позволяющие утверждать о существовавшем в это время в целом умеренно-гумидной и семиаридной, но существенно холодной климатической обстановке [Лаврушин и др. 2015; Спиридонова, Лаврушин, 2002] (Lavrushin et al., 2015; Spiridonova, Lavrushin, 2002). Поэтому полностью переносить современные процессы иссушения на хвалынское время вряд ли уместно. Важнейшим фактором послужили также литологические особенности отложений, слагающие приповерхностную часть палеошельфа, для которых оказалось свойственно переслаивание компетентных и некомпетентных толщ отложений. Все перечисленное явилось благоприятным для развития в приповерхностных частях рассматриваемого осадочного бассейна различных типов проявления гравитационных процессов. **Почти повсеместное распространение в хвалынских отложениях гравитационных преобразований послужило одним из оснований для выделения специфического маломощного гравитационного покрова позднечетвертичного времени, возникшего на платформенном основании в весьма специфической обстановке, возникновение которой было обусловлено в своей значительной степени наличием крупного водоема с экстремальной неустойчивым гидрологическим режимом. Для данного покрова было свойственно не только оригинальное строение, но также формирование, как будет показано, своеобразного высокоскоростного процесса рельефообразования. Специфическая особенность данного гравитационного покрова состоит в том, что в его южной приповерхностной части были установлены признаки активного движения, которые проявляются в виде «сползания» на поверхность уступа палеошельфа, утон-**



**ченных лопастного типа фрагментов, а также очень крупного аллохтонного отторженца.**

Ниже мы проиллюстрируем важнейшие из высказанных положений конкретными примерами. В этом отношении прежде всего обратим внимание на распространение однотипных гравитационных преобразований как в континентальных, так и морских отложениях. С этой целью мы сочли возможным продемонстрировать (рис. 5), на котором представлено 2 фотографии: А – разрез Цаган-Аман, верхняя толща, представленная слабо сцементированными песчаниками эпизода экстремальной штормовой деятельности. На фото видны многочисленные разнопорядковые плоскости скольжения. Важно отметить, что плоскости наиболее низкого ранга имеют «шаг» аналогичный подобным же образованиям в шоколадных глинах. На фото Б – фрагмент разреза Нижнее Займище. В этом разрезе обнажены континентальные отложения, представленные в нижней части

аллювием местной реки с постоянным водотоком, который перекрыт мощной толщей оплывневых отложений. Венчается разрез древним почвенным горизонтом, который датируется по данным А.С. Тесакова по фауне грызунов концом среднего плейстоцена [Застрожных и др., 2019] (Zastrozhnov et al., 2019). Замечательной особенностью строения толщ, вскрытых в данном разрезе является также наличие плоскостей скольжения разного ранга, часть из которых оказывается полностью сопоставима с аналогичными текстурами, которые можно наблюдать в шоколадных глинах. С целью подтверждения данного высказывания представлен (рис. 6), на котором достаточно хорошо различимы два типа плоскостей скольжения. Плоскости более высокого ранга подчеркиваются на фото двумя светлыми полосками мелкозернистого песка. Плоскости более низкого ранга образуют в толще шоколадных глин широко распространенную плитчатую текстуру. Толщина плиток состав-



**Рис. 5.** Часть наиболее крупных плоскостей скольжения в разрезах Цаган-Аман и Нижнее Займище, подчеркнутые штриховкой

А – Разрез Цаган-Аман слабосцементированные песчаники в кровле гирканских отложений с многочисленными субпараллельными разнопорядковыми плоскостями скольжения. Б – Разрез Нижнее Займище: плоскости скольжения в толще пльвунных образований и аллювии местной реки. Фото сделано с помощью БПЛА А.С. Застрожныхым. Генетическая интерпретация отложений в данном разрезе принадлежит Ю.А. Лаврушину.

**Fig. 5.** Part of the largest sliding surface in the sections Tsagan-Aman and Nizhnee Zaimishche, underlined by hatching

А – Tsagan-Aman section friable sandstones on top of the Girkan deposits with numerous of multi-ordinal subparallel sliding surfaces. Б – section of the Nizhnee Zaimishche: sliding surface in the thickness of quicksand formations and alluvia of the local river. Photo taken by A. S. Zastrozhnov with the drone. Yu. A. Lavrushin made the genetic interpretation of this section deposits.



**Рис. 6.** Шоколадные глины ранневолынской трансгрессии

Глины рассечены двумя типами разнопорядковых плоскостей скольжения. Наиболее крупные из них «внутрипластовые» подчеркнуты более мощными прослоями песков. «Межплитчатые» тонкие прослои отражают проявления возникшего внутрислойного течения плитчатой отдельности.

**Fig. 6.** Chocolate clays of the early Volyn transgression

Clays dissected by two types of multi-ordinal sliding surfaces. The largest of them are «intraformational» underlined by more powerful layers of sand. The «interplate» thin interlayers shows the arisen of intralayer flow of the platy parting.

ляет 5–7 см. По-существу каждая плитчатая отдельность оказывается сверху и снизу ограничена плоскостями скольжения. В ходе гравитационной кинематики из возникших лент шоколадных глин зажатых между плоскостями скольжения из-за возникших напряжений начинает активно выжиматься обогащенная закисным железом поровая вода. В субаэральной обстановке закисное железо моментально окисляется и придает глинам шоколадный цвет. Одновременно происходит уплотнение глин и в итоге происходящего, которое можно назвать гравитационным диагенезом формируется готовый осадок, который наблюдается в многочисленных разрезах Северного Прикаспия. Известно, что шоколадные глины, широко распространены практически по всей территории Северного Прикаспия. Шоколадные глины по данным практически всех исследователей данного региона формировались в хвалынский этап гидрологических событий Каспия. В гранулометрическом плане «глины» на самом деле являют-

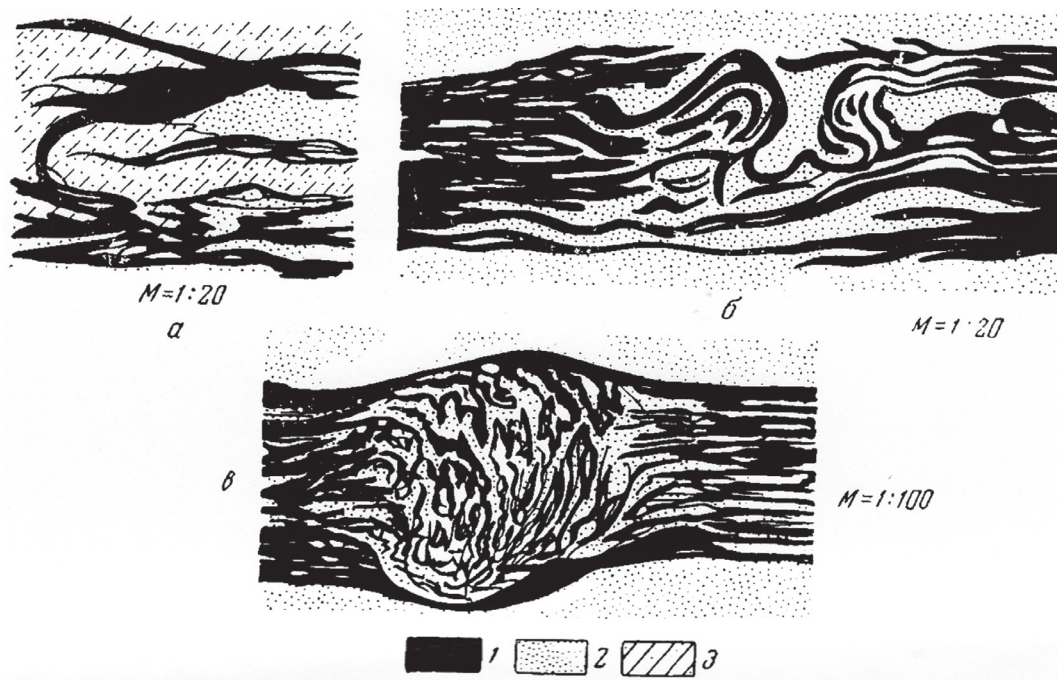
ся тонко наслоенной толщей прослоев глинистых алевритов, крупных алевритов и даже иногда тонких прослоев мелкозернистых песков. В толще данных компетентных отложений гравитационных кинемато-динамических процессов, помимо плитчатой, встречается сланцевидная текстура. Иногда наблюдалось в разрезах переслаивание этих текстур. Возможно, это отражает меняющуюся интенсивность гравитационных процессов.

В генетическом плане текстурные особенности строения шоколадных глин практически не анализировались. По существу в знакомых нам публикациях, имеется лишь работа С.А. Архипова [1957] (Arkhipov, 1957), в которой приведены материалы об особенностях литолого-фациальной характеристики шоколадных глин. Этот исследователь на основе анализа тщательно выполненных зарисовок в тончайших слоях глин был выделен тип слоистости, которая была названа этим исследователем (не очень удачным термином) клиновидно-изогнутой. Для этого типа слоистости – по С.А. Архипову – были свойственны элементы причудливой

изогнутости тончайших слойков, как в виде зигзагов, так и гофрировки, а также флексуровидных перегибов антиклинальновидных структур (рис. 7) и т.д. Отмечается также, что местами «измятость» оказывается настолько интенсивной, что становится близкой к «котлам кипения». Одновременно отмечается, что имеющиеся в шоколадных глинах прослойки нередко теряют целостность, оказываются разорванными и надвинуты друг на друга. В целом, С.А. Архипов совершенно справедливо в отношении генезиса текстур отмечал их специфичность и возможную связь с малоизвестными особенностями гидродинамики среды седиментации. Более того С.А. Архипов не исключал даже связь обнаруженных микродеформаций с палеомерзлотными процессами.

По нашему мнению, несмотря на высказанную неопределенность генезиса внутрислоевых текстур, приведенные С.А. Архиповым зарисовки и блестящие наблюдения свидетельствуют скорее всего о гравитационных деформациях как пластического, разрывного-надвигового с образованием чешуйчатой структуры микрослойков, так и пльвунного типов. Возникавшие в обстановке достаточно интенсивной кинематики и динамики деформации, способствовали, возникновению как микро складчатых, так и разрывных и микронадвиговых

деформаций. Чрезвычайно важным моментом в данной публикации явились данные о повышенной плотности глин, что отражается в данных по объемному весу (в среднем 1,9 гр./см<sup>3</sup>). Подобные данные о плотности очень молодых морских отложений вряд ли можно объяснить процессами морского седиментогенеза. Скорее подобная плотность возникла в результате возникшего послонно-пластического течения, в ходе которого происходило уплотнение возникшей текстуры наслоенности, выдавливание, содержащейся в алевритах пленочной воды, и образования тончайших пленок окислов железа. Кроме того практически все исследователи морской генезис шоколадных глин связывают с наличием хвалынской фауны подстилающих и перекрывающих соответственно песчаные образования трансгрессивно-регрессивных хвалынских событий Каспия. В комплексе последних образований встречаются раковины моллюсков обитающие, как в прибрежной обстановке, так и дельтовой. В собственно шоколадных глинах находки раковины моллюсков встречаются редко. В какой-то степени глины можно отнести к «немым» отложениям. В связи с рассмотрением данного вопроса необходимо упомянуть также публикацию Е.Н. Бадюковой [2005] (Badyukova, 2005), в которой развиваются



**Рис. 7.** Некоторые микротекстуры в шоколадных глинах, по С.А. Архипову [1957].

1 – глина, 2 – песок, 3 – супесь

**Fig. 7.** Some micro-textures in chocolate clay, according to S.A. Arkhipov [1957].

1 – clay, 2 – sand, 3 – sandy loam

представления о накоплении шоколадных глин в лиманах. Но, как правило, в лиманах подобные образования, с соответствующими характерными текстурами, как правило, отсутствуют. *По нашему мнению, хорошо выраженная плитчатая и даже иногда сланцевидная текстура в толще шоколадных глин, являются результатом возникновения плоскостей внутрислойного скольжения.* В результате образуется плитчатая или сланцевидная текстура наложенности (термин наложенность, в данном случае, подчеркивает не седиментационное происхождение этой текстуры. Возникновение ее произошло в результате воздействия гравитационных кинемато-динамических процессов, способствовавших появлению соответствующего текстурного и структурного преобразования. Данная текстура в какой-то степени может напоминать колоду сдвинутых игральные карты. Наличие этих проявлений в толщах подстилающих отложений позволяет полагать о значительной интенсивности воздействия возникавших гравитационных процессов, охватывающих не только шоколадные глины, но также в некоторых случаях оказываются развиты в толщах континентальных отложений, подстилающих хвалынские образования. Необходимо иметь в виду, что толщина слоев, образующих плитчатую текстуру в разных разрезах в толщах шоколадных глин неодинакова. По нашему мнению, это может быть связано с проявлениями разной интенсивности проявления кинематики образования внутрислойных плоскостей скольжения. Последнее зависит, как от угла наклона подошвы шоколадных глин, так и от от нагрузки со стороны перекрывающих отложений.

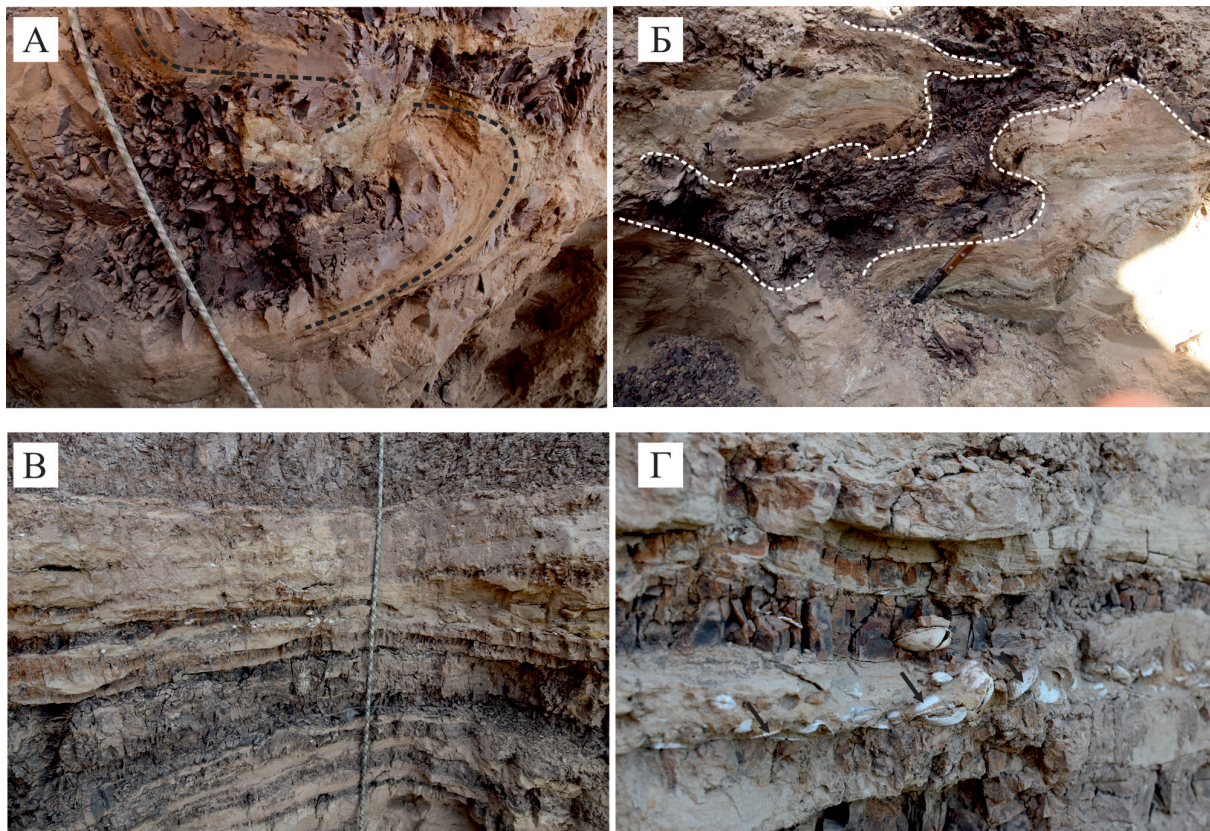
По своей сути предлагаемая в настоящей работе природа плитчатой и сланцевидной текстур, по нашему мнению, хорошо вписывается в развиваемую концепцию, в свете которой данные текстуры возникли в результате послойно-пластического течения в субаэральной обстановке скорее всего в первой половине регрессии, когда отложения были еще достаточно влажными, сохранившими свою наибольшую пластичность. В этом плане следует упомянуть разрез Райгород, который частично рассматривается нами ниже в данном разделе. На приводимой фотографии (рис. 8Г) в одной из лент песка, отражающей текстуру захвата основанием шоколадных глин ниже залегающих песчаных отложений отложений трансгрессивного эпизода, видны раковины, для некоторых которых свойственно черепитчатое залегание. Подобное положение раковин возникло в связи с возникшей компонентой кинетики сдвига. При этом некоторые из раковин оказались «вдавленными» в нижележащую ленту шоколадных глин. Отсюда можно полагать о достаточно значительной пла-

стичности данного фрагмента шоколадных глин. Необходимо также отметить, что в отдельных разрезах в толщах прибрежно-морских отложений встречаются тонкие линзы скоплений целых или частично разрушенных раковин морских хвалынских моллюсков, для которых характерно иногда также черепитчатое залегание раковин, отражающее также сдвиговую компоненту, проявляющуюся в ходе гравитационных смещений. Не исключено, что эти скопления отражают наличие не только сохранившихся седиментационных процессов, но также имеют признаки проявления последующей гравитационной кинематики, что находит свое отражение в отмеченном особом типе залегания раковин, позволяющих говорить о проявлениях послойно-пластического течения.

*Что касается особенностей строения толщи шоколадных глин, необходимо отметить еще один важный момент.* В этом плане в некоторых разрезах примерно в средней части данной толщи можно было наблюдать (разрез Средняя Ахтуба) прослой мелкозернистого песка мощностью до 0,1 м с фауной мелких морских раковин. При этом нижнее и верхнее ограничения песчаного прослоя имели крутое падение на север. Нами не исключается, что данный песчаный прослой представляет собой протрузионную кластическую дайкоподобную структуру, возможно, отражающую клиноподобное строение толщи шоколадных глин, возникшее также в результате гравитационных процессов. Сохранность раковинного материала позволяет допустить, что возникшую трещину заполнял значительно обводненный песок, содержащий раковины моллюсков.

***Следующий тип постседиментационных преобразований связан с наличием в строении гравитационного покрова зон расслоенности с проявлением кинематики процесса скольжения.***

В этом отношении необходимо обратить внимание на контактную зону, возникшую в основании гирканских отложений, залегающих на аллювии местной реки в нижней части разреза Цаган-Аман. Эта толща неплохо представлена у уреза воды Волги в поблизости расположенном разрезе Копановка. В данной контактной зоне была обнаружена крупная шифероподобной структуры с бороздами скольжения глубиной 0,5–0,7 м. В этой структуре хорошо выражена тонкая полосчатая текстура, в которой ее образующие слои сложены песком нижележащей толщи аллювия переслаивающимися со слоями глинисто-алевритового состава, материал которых был «захвачен» из основания толщи гирканских отложений. Некоторые из слоев оказались «разорванными» что может свидетельствовать о меняющейся кинематике [Лаврушин и др., 2013] (Lavrushin et al., 2013). Такой состав строе-



**Рис. 8.** Разрез Райгород вблизи подножия Ергеней

А – «рулеты» фронтальной части оползневого блока; Б – субгоризонтально лежащая клиновидная структура, заполненная брекчией трения мелкоземистого состава «растертых» шоколадных глин; В – наслоенные прослой шоколадных глин и песков с ракушей; Г – в песчаном прослое фиксируется черепитчатое положение раковин, что трактуется как результат внутрислойного гравитационного сдвига вышележащего прослоя шоколадных глин. Фото А.О. Макеева. Приведенная генетическая интерпретация принадлежит Ю.А. Лаврушину.

**Fig. 8.** Section Raygorod near the foot of Ergeni

А – «rolls» of the frontal part of the landslide block; Б – subhorizontal lying wedge-shaped structure filled with friction breccia of fine-grained composition of “crushed” chocolate clay; В – layered layers of chocolate clay and sand with shells; Г – in the sandy interlayer, the tiled position of the shells is recorded, which is interpreted as a result of the intralayer gravitational shift of the overlying interlayer of chocolate clays. Photo by A.O. Makeev. The given genetic interpretation by Yu.A. Lavrushin.

ния данной зоны позволяет в ее образовании выделить два этапа. В первом из них толща движущихся гирканских алевритов активно экзарировала нижележащий аллювий. В результате был сформирован ассимиляционный контакт. Со вторым этапом связано возникновение более интенсивного скольжения, которое раздробило, разорвало возникшую полосчатость на отдельные короткие фрагменты. Говоря другими словами, возникшие более значительные напряжения спровоцировали возникновение процесса будинажа. В этой зоне имеется еще несколько интересных деталей, но на них в настоящей статье мы останавливаться не будем.

Признаки проявления процесса скольжения были обнаружены в отложениях, также непосредственно подстилающих шоколадные глины и представленных серовато-желтыми песками.

Эти песчаные образования первоначально были сформированы в трансгрессивную фазу Каспия. Отличительными особенностями их строения в этом плане являются следующие проявления. К ним относятся: наличие ассимиляционной зоны в основании вышележащей толщи шоколадных глин. В этой зоне последние представлены иногда окатышами глин крупнозернистой или гравийной размерности. В ряде разрезов (Копановка, Цаган-Аман, Черный Яр и др.) в песках трансгрессивного этапа встречаются небольшие по протяженности (от 0,5 м до 2,5 м) линзоподобные или полосчатоподобные включения шоколадных глин с хорошо выраженной плитчатой или сланцевидной наслоенностью. Таким образом, в ряде разрезов в отложениях прибрежно-морских образований трансгрессивного этапа Каспия наблюдается

смесь разнофациальных образований. Возникновение подобных сочетаний разнофациальных отложений также было обусловлено кинемато-динамическими гравитационными процессами, в ходе проявления которых в процессе движения толщи происходил частичный «захват» фрагментов прибрежно-морских отложений.

Имеется также зона расслоенности между кровлей шоколадных глин (или темно-серых алевроитов) и толщей песчаников, завершающих разрез как гирканской, так и раннехвалынской свит, о которых будет говориться в следующем подразделе.

Наконец, следует упомянуть о наличии гравитационных ассимиляционных контактов, в которых имеется смешение элементов хазарской и хвалынской фаун моллюсков. В случае наличия контакта гирканских алевроитов с подстилающими их позднехазарскими образованиями в разрезе наблюдалась разорванность пачки на отдельные фрагменты со следами проявления процесса скольжения, первоначальная текстура которой состояла из полого волнистых шифероподобного или гофрированного типа песчано-глинистых слоев, образованных из разновозрастных отложений позднехазарского и гирканского возраста. Это подтверждает представления Г.И. Попова [1970] (Роров, 1970) о разновозрастности гирканских и позднехазарских образований.

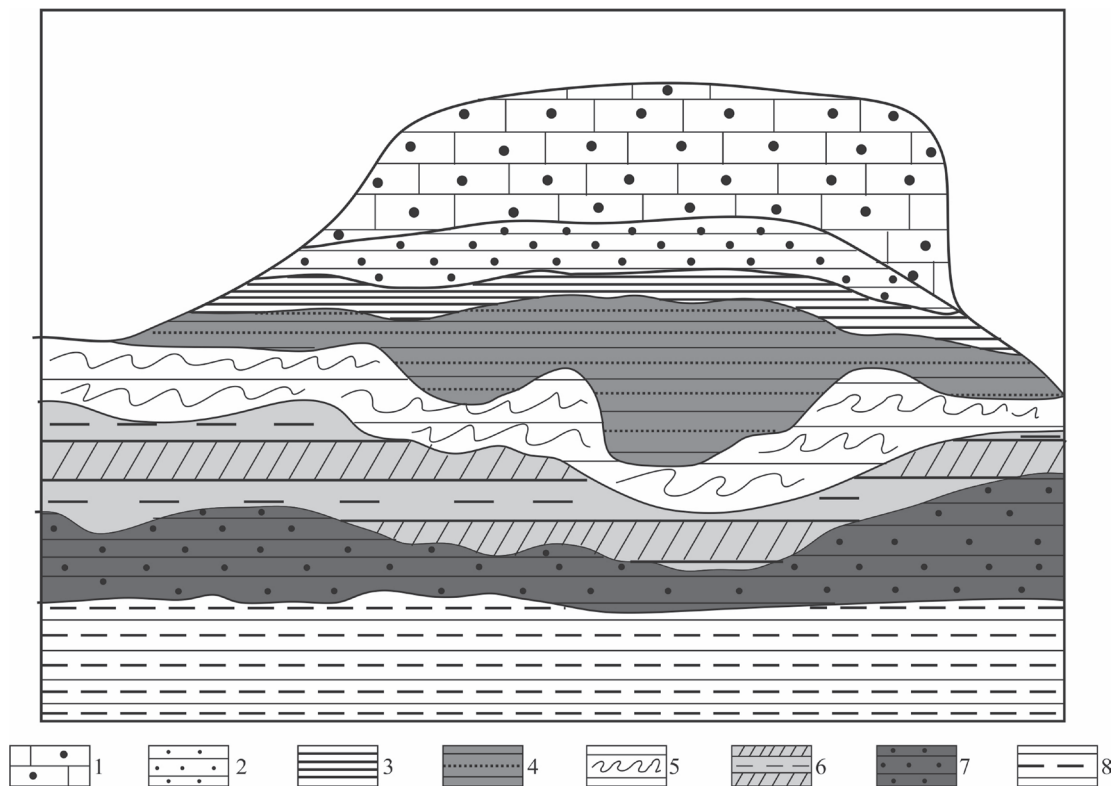
В выше перечисленных разрезах на контактах разновозрастных морских толщ было обнаружено несколько зон расслоения. Остается пока не всегда ясным возраст в них активного проявления процессов скольжения. Тем не менее в настоящее время мы считаем, что по этим зонам внутри разновозрастных толщ также проявлялась активная кинетика. Естественно этот вопрос требует своего дальнейшего уточнения. Однако, наличие в разрезах достаточно частых индикаторов процессов скольжения позволяет полагать, что это явление было характерным для рассматриваемого типа гравитационного покрова.

Важно отметить, что наличие некоторых из перечисленных особенностей строения хвалынских отложений в данном районе, которые нами интерпретируются в качестве гравитационных, отмечались и ранее, но какой либо генетической трактовки при этом не приводилось. В этом плане, нами было сочтено возможным сослаться на очень детальное описание строения бэровских бугров, опубликованное А.Г. Доскач [1958] (Doskach, 1958). Для нас значительный интерес представил, разрез бугра Бэра у сел. Ленино, описанный этим исследователем. В этом разрезе под толщей шоколадных глин (рис. 9) залегают слоистые отложения, состоящие из переслаивания разновозрастных отложений с «верхнекаспийской и древнекаспийской фауной моллюсков (терминология А.Г. Доскач), иногда со

складчатыми деформациями. При этом, что касается возникновения особенностей строения разреза, автор прямо отмечает, что затрудняется дать какую либо их интерпретацию. Тем не менее, по нашему мнению анализ материалов, описанные А.Н. Доскач особенности строения разреза относятся к отложениям, представляющей собой ассимиляционный контакт, возникший в ходе гравитационного скольжения.

Необходимо отметить еще один важный момент. В подстилающем морские отложения аллювии иногда оказываются хорошо выражены достаточно крупные преобразования, отражающие чешуйчатую наслоенность структуры выдавливания с проявлением кинетики сдвиговой компоненты (рис. 10).

***В заключение данного раздела необходимо кратко остановиться на особенностях проявления гравитационных процессов вблизи подножия крутого уступа Ергеней.*** В данном случае речь идет об известном в литературе разрезе Райгород, расположенном сравнительно недалеко от подножия Ергеней. В данном разрезе фиксируются наличие фрагмента оползневого блока «съехавшего» со склона Ергеней. В разрезе оказалось представлено хорошо выраженное «ложбиноподобное» углубление в толще шоколадных глин, подчеркнутое наслоенностью, возможно являющееся «каналом», возникшим при движении оползневого блока. В зоне контакта хорошо выражены структуры, близкие по своей форме к рулетам (рис. 8А), возникновение которых возможно связано с динамическим выпихивающим воздействием движущегося оползневого блока. В центральной части в «рулетах» находятся линзы остроугольной щебенкой шоколадных глин, а по периферии в основном песчано-глинистым материалом, захваченным из отложений регрессивной фации хвалынского бассейна. Остроугольность щебенки нами связывается с активным разрушительным динамическим воздействием оползневого блока на кровлю шоколадных глин, что подтверждается «свежестью граней щебенки» (обычно щебенка процессов выветривания имеет «стертые» грани). Сход оползня скорее всего мог произойти в весеннее время, когда приповерхностная часть отложений регрессивной фации уже оттаяла и была пропитана насыщенной карбонатами талой водой, что способствовало сохранению песчано-глинистой латеральной оторочки «рулетов». Кинемато-динамическое воздействие на верхнюю часть нижней толщи шоколадных глин и лежащих на них песков движущимся оползневой блоком вызывало также образование в них, «лежащих» клиновидных структур, заполненных преимущественно материалом тонко раздробленных шоколадных глин, нередко пред-



**Рис. 9.** Схема строения бэрвовского бугра вблизи поселка Ленино по А. Г. Доскач

Рисунок был осовременен авторами статьи. Это коснулось лишь использования более современных знаков для удобства читателя и изложения собственных представлений. Наше название данной схемы: Разрез, иллюстрирующий проявление локального процесса гравитационного скольжения (имеются краткие пояснения в тексте) 1 – слабо сцементированные песчаники бурого цвета, мощность до 2,5 м; 2 – песок с окатышами шоколадных глин и хвалынской фауны от 0,5 до 2 м; 5 – прослой шоколадных глин со складчатыми деформациями; 4, 6 – переслаивание шоколадных глин с песками; 7 – пачка песков с окатышами шоколадных глин; 8 – переслаивание шоколадных глин с прослоями серых глин, в которых содержится малакофауна позднеазарского возраста. В шоколадных глинах есть элементы хвалынской фауны.

**Fig. 9.** The schematic structure of the Baer knoll near the village of Lenino according to A.G. Dorskach

Modernized illustration by the paper authors. This concerned only the modern signs use for reader's convenience and presenting own ideas. Our title for this scheme: Section illustrating the local gravitational sliding process (see brief explanations in the paper). 1 – poorly cemented brown sandstones, thickness up to 2.5 m; 2 – sand with chocolate clay pellets and Khvalynsky fauna, thickness from 0.5 to 2 m; 5 – interlayer of chocolate clays with folded deformations; 4, 6 – intercalation of chocolate clays with sands; 7 – band of sand with balls of chocolate clays; 8 – intercalation of chocolate clays with interlayers of gray clays, which contain late-Azar malacofauna. Chocolate clays with elements of the Khvalyn fauna.

ставленных листоватыми пластинками. По нашим представлениям, возникновение клиновидных структур было также связано с процессом динамического воздействия оползневого блока. Это воздействие имело направленность на «разрыв» сплошности верхней части шоколадных глин, что вызвало, возможно, локальное зарождение плоскости разрыва или даже скольжения. В этом отношении отложения, заполняющие клиновидные структуры нами рассматриваются в качестве дресвы трения. Более того, как видно на представленной фотографии (рис. 8Б) в верхней части лежащих клиновидных структур имеется даже небольшой «бугор выдавливания». Эти структуры по строению заполняющего их материала принципиально от-

личаются от клиновидных структур мерзлотного происхождения особенно по составу заполняющих отложений и их строению и скорее всего отражают разрывы, возникшие в результате динамического воздействия оползневого блока. Нами также не исключается, что «ядро» рулетов, состоящее из остроугольной щебенки шоколадных глин, возникновение которой было связано с динамическим воздействием оползневого блока. Что касается собственно толщи шоколадных глин, то для них оказалась характерна плитчатая наслоенность, с преобладающей толщиной плиток до 5–7 см.

Важной особенностью морфологии покрова является наличие в его строении участков поверхности палеошельфа, в пределах которых существу-



**Рис. 10.** Мелкочешуйчатая структура направленного процесса гравитационного выдавливания в толще песчаных отложений, подстилающих шоколадные глины.

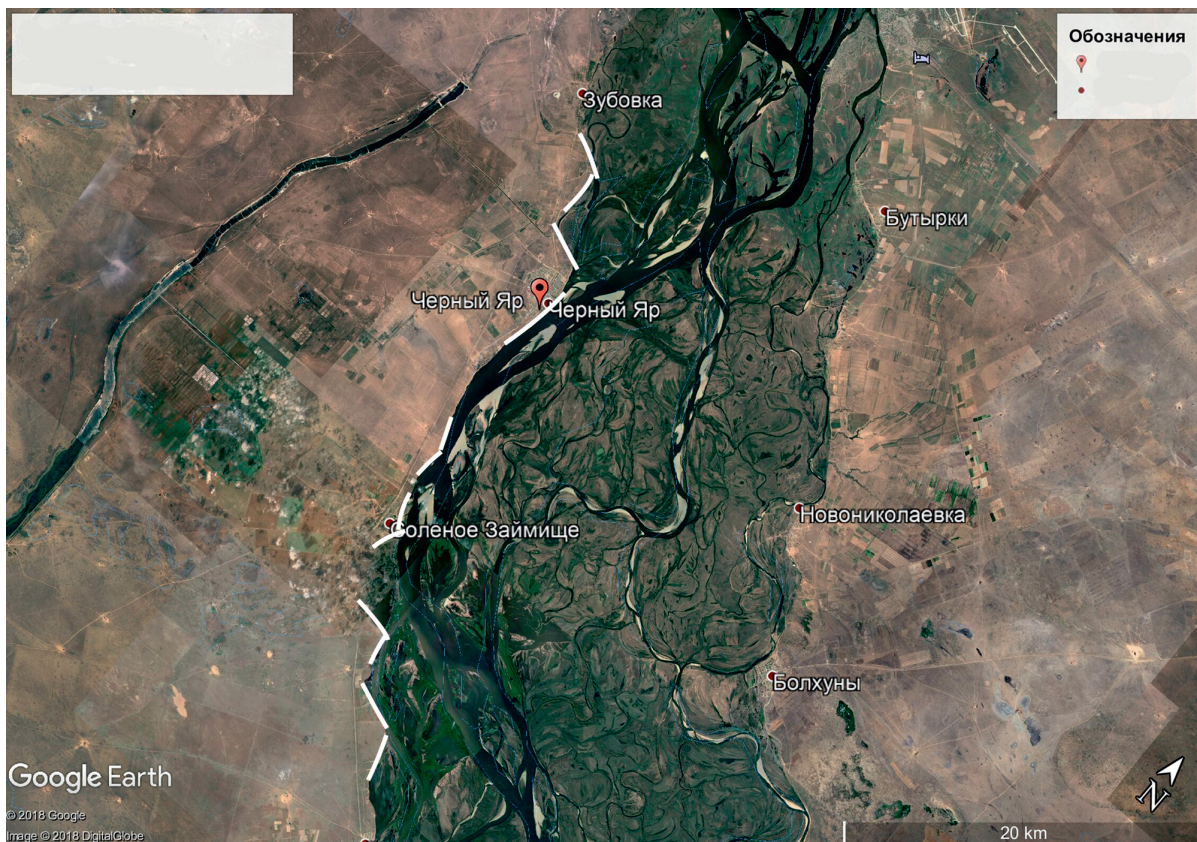
**Fig. 10.** Fine-grain structure of the gravitational extrusion process directed in the sandy deposits, underlying chocolate clay.

ет разная ориентировка гряд (рис. 12). Пока эти участки выделяются только по геоморфологическим индикаторам. При этом контакты фрагментов с разной ориентировкой бугров могут отражать так называемые зоны сдвига или несогласия (рис. 13) возможно даже несколько разновозрастных частей покрова. В гравитационном покрове помимо тонких крупных пластиноподобных фрагментов выделяется также участок, значительного «гравитационного потока» и даже его «дельты». В этом плане не исключено, что вновь созданная долина Волги от Волгограда до Астрахани в своей начальной стадии унаследовала «долину» существовавшего гравитационного потока, поскольку наблюдается полная совместимость этих двух образований. По нашему мнению в основу реконструкции «долины» гравитационного потока нами положено своеобразное очертание верхней части уступа Волго-Ахтубинской долины на уровне шоколадных глин (рис. 11), имеющий своеобразную «зубчатую» форму, которая, по нашим представлениям» отражает разрывный тип кинематики разрушения шоколадных глин по заложенной в них чешуйчатой структуре гравитационного потока. Важным моментом является распространение этой структуры только в пределах реконструированного «потока». Что касается «дельты» гравитационного потока, то наличие в ее строении скопления многочисленных «пластин», частично слагающие бэровские бугры в пределах современной дельты Волги, как раз и подтверждает высказанное соображение.

Как ясно из изложенного, большая часть настоящего раздела посвящена обоснованию парагенетического сочетания структурных и текстурных особенностей формирования постседиментационных индикаторов в толще шоколадных глин, имеющих практически региональное распространение в пределах Северного Прикаспия. Естественно возникает вопрос о первичной природе отложений, которые, например, впоследствии превратились в шоколадные глины. По нашим представлениям это были толщи преимущественно алевритового состава коричневатого-серого цвета с горизонтальной слоистостью при мощности слоев до 15–20 см, обладавшие значительной пластичностью, незначительной плотностью, в которых содержались лишь единичные раковины морских моллюсков. Подобного типа морские образования можно наблюдать в береговых разрезах проток Волги в пределах ее дельты, а также в некоторых карьерах кирпичных заводов в пределах той же территории. Возраст этих алевритов был определен около 9 тыс. лет [Свиточ, Клювитина, 2005] (Svitoch, Klyuvitkina, 2005), хотя этот вопрос активно дискутируется [Рычагов, 2009] (Rychagov, 2009).

Шоколадные глины, как было показано отличаются повышенной плотностью, не полностью аналогичной, но все же приближающийся к типичным гравитационным образованиям даже морен покровных оледенений, распространенных в пределах платформенных областей. Отмеченная плотность шоколадных глин совершенно не ти-





**Рис. 11.** «Зубчато-пилообразный» тип бортов Волго-Аллаиховской долины на уровне выхода толщи шоколадных глин

Возникновение подобной формы связывается авторами статьи с кинемато-динамическим воздействием существовавшего гравитационного потока, для которого была свойственна чешуйчатая внутренняя структура.

**Fig. 11.** The Volga-Allaikhov valley sides «saw-toothed» type shape at the level of exit of chocolate clay layer

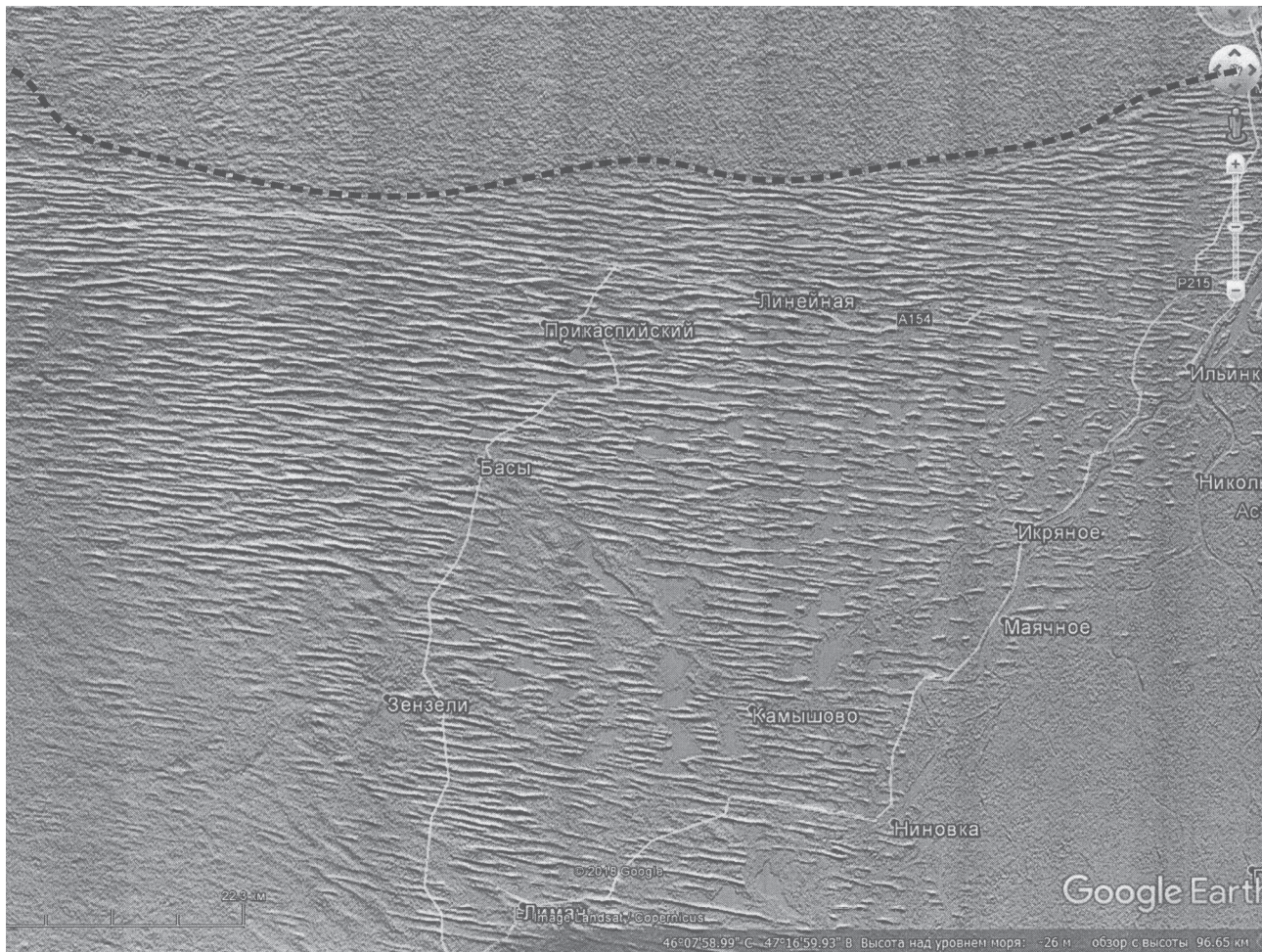
Authors think that genesis of such a form is associated with the kinematic-dynamic effect of the existing gravitational flow, characterized by fine-grain structure.

пична для морских молодых отложений. По нашему мнению возникновение подобной плотности шоколадных глин было связано с изложенными гравитационными процессами. В ходе проявления активной кинематики в последних из возникшей плитчатой основы происходило выдавливание поровой воды, обогащенной трехвалентным железом. Поскольку этот процесс происходил в субаэральной обстановке закисное железо окислялось и соответственно возникали отмеченные выше пленки на поверхности плиток, придающие глинам соответствующий цвет. С нашей точки зрения совершенно уникальными (хотя пока еще и редкими) являются установленные проявления гравитационного внутрислоевого сдвига и проявления индикаторов соответствующих плоскостей скольжения не только в толще шоколадных глин, но иногда в соответствующей благоприятной обстановке, в подстилающих отложениях совершенно иного генезиса.

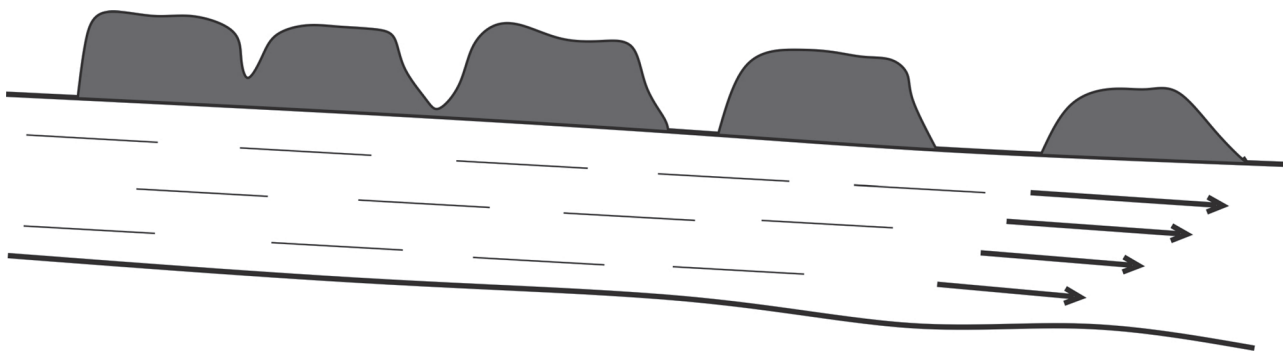
В настоящем разделе не рассматривались постулируемые морфогенетические особенности рассматриваемого гравитационного покрова. Этим вопросам посвящены последующие разделы, в которых рассматриваются разные типы бэровских бугров. Анализ строения этих форм рельефа позволил выделить особый быстротечный тип формирования геоморфологических ландшафтов, а также выявить структурные и текстурные парагенетические сочетания проявлений гравитационных процессов, сопровождавших, а иногда даже игравших ведущую роль в их образовании.

### ***3.1. Бугры Бэра на поверхности гравитационного покрова: их возникновение и кинематика***

Бугры Бэра на поверхности гравитационного покрова осадочного бассейна представлены грядами, распространенные на обширной поверхности



**Рис. 12.** Несогласный контакт двух различно ориентированных бэровских систем.  
**Fig. 12.** Unconformable contact of two differently oriented Baer knolls systems.



**Рис. 13.** Фрагмент модели строения «поля» бэровских бугров будинированного типа.  
**Fig. 13.** A model fragment of the structure of the «field» of boudinaged type Baer knolls.

дна хвалынских морей, которые на космических снимках представлены в виде системы гряд или напоминают по своему внешнему виду «застывшие волны» (рис. 1). По нашим наблюдениям, северо-восточнее Астрахани в пределах территории Рын-

песков, а также вблизи Волго-Ахтубинской долины, гряды имеют относительную высоту до 4–5 м. В поперечном профиле верхняя поверхность гряд иногда может быть плоской или слегка выпуклой за счет маломощной толщи эоловых песков.

Максимальная ширина привершинной части гряд обычно редко превышает 100 м. Межгрядовые понижения имеют плоское или слабо вогнутое днище, ширина которого до 50–70 м. Часто в днищах располагаются мелкие водоемы, на прибрежных частях которых имеется маломощный покров соли. Данный тип гряд многими исследователями относятся к группе форм рельефа, выделенных в качестве бэровских бугров. В районе непосредственно наших исследований эти гряды имеют преимущественно субширотную ориентировку. Формирование бугров данного типа происходило, как мы полагаем, вследствие возникших напряжений в толще некомпетентных отложений (слабо сцементированных песчаниках), под влиянием гравитационных преобразований происходивших в толще компетентных образований (глинистые алевроиты с плитчатой наслоенностью шоколадного или серого цвета). Эти напряжения способствовали возникновению разрывов в толще песчаников. В этом плане необходимо отметить еще одну важную особенность отложений, вскрытых в упоминавшемся разрезе Цаган-Аман. Речь идет о том, что толща песчаников, лежащих на глинисто-алевритовых отложениях гирканского бассейна, оказалась разорвана на отдельные фрагменты. По нашему мнению наблюдавшуюся разорванность пласта песчаников можно отнести к одной из начальных фаз образования бэровских бугров рассматриваемого типа, которое по механизму своего образования оказывается близким к процессу будинажа. Это послужило основанием отнести рассматриваемые бэровские бугры к специфическому будинированному типу. «Будинированные» гряды пассивно транспортировались под воздействием гравитационной кинематики, возникшей в нижележащей толще компетентных образований. В результате образовывались межгрядовые западины, являющиеся индикатором горизонтального смещения данного типа бэровских бугров.

Таким образом по развиваемым представлениям, возникновение бугров Бэра на пологонаклонной поверхности осушенного днища могло проявиться под воздействием гравитационных процессов только при благоприятном геологическом строении. Одной из важнейших основ разработанной модели формирования бугров в пределах данной геоморфологической обстановки является, как отмечалось, наличие в строении приповерхностной толщи отложений палеошельфа переслаивания компетентных и некомпетентных отложений. Что касается уклонов поверхности дна, то эта составляющая в данном районе также благоприятна для развития необходимой интенсивности гравитационных процессов особенно на значительном, но все-таки относительно близком

расстоянии от бровки палеошельфа. В этом плане особенно значимым является хорошо известная нестабильность положения уровня Каспия, что сопровождалось изменениями положения регионального и локального базиса эрозии. Подобная неустойчивость уровня можно представить себе в виде кратковременной динамики «маятникового типа». При этом наибольшая интенсивность проявления гравитационных процессов, как мы полагаем, возникла в субаэральной обстановке на начальном этапе регрессивных эпизодов. Изложенное предполагает наличия еще остаточной значительной влажности в толще компетентных отложений и соответственно возможности проявления в них кинемато-динамических процессов. Что касается повышенного увлажнения интересующих нас отложений в локальном плане, то это может быть связано с гидрогеологическими процессами. Подземные воды в данном районе часто находятся под высоким давлением, проникают в приповерхностные отложения и даже нередко имеют выход на дневную поверхность. Одним из подобных участков является южная бровка позднихвалынского шельфа, прилегающая к восточной окраине дельты Волги, отличающийся повышенной увлажненностью дневной поверхности межгрядовых днищ, из которых вытекают небольшие ручьи.

Следующим моментом нашего обсуждения является рассмотрение, как отмечалось, особенностей геологического строения отложений, слагающих данный тип бэровских бугров. В этом плане кратко в самом общем виде рассмотрим наиболее важные особенности строения приповерхностных отложений хвалынского шельфа. В соответствии с имеющимися опубликованными материалами в строении приповерхностной части хвалынского шельфа сверху вниз по разрезу выделяется несколько толщ (описание приводится сверху вниз, сознательно избегая некоторых важных особенностей строения, в частности, не упоминаются, например, имеющиеся в некоторых разрезах погребенные почвы, перерывы в осадконакоплениях и т.д.) Подобный подход обусловлен стремлением автора сосредоточить большее внимание читателя, главным образом, на основной идеи статьи. В этом плане наибольшее внимание сосредоточено на компетентных отложениях, представленных шоколадными глинами и некомпетентных отложениях, которые образованы слабо сцементированными песчаниками (описание приводится сверху вниз (рис. 3):

Пачка рыхлых мелкозернистых полимиктовых песков эолового генезиса, частично покрывающая как бэровские гряды, так и межгрядовые ложбины. Мощность их изменчива от нескольких сан-

тиметров до 2–3 м и даже до 5–6 м., когда этими песками сложены типично эоловые формы рельефа в виде дюн и барханов. В строении дюн, в соответствии с результатами наших исследований имеется несколько погребенных почв, к которым приурочены стоянки древнего человека [Лаврушин и др., 1995], что позволяет говорить (почвы и стоянки) по крайней мере об уменьшении интенсивности или даже прерывистости эолового осадконакопления.

Пачка песчаников бурого или коричневатобурого цвета, со значительной примесью алевритовых частиц. Песчаники слабо сцементированы железисто-карбонатным цементом. В отложениях встречаются тонкие прослойки раковинного детрита. Иногда в нижней части песчаников можно наблюдать тонкую горизонтальную наслоенность. Максимальная мощность данной толщи достигает иногда 4–5 м.

Глины (алеувиты) шоколадные, карбонатные тонкослоистые с хорошо выраженной плитчатой и сланцевидной текстурой; встречаются единичные раковины моллюсков хвалынской фауны. В шоколадных глинах имеются мелкие друзы гипса, есть выделения карбонатов. В сухом виде, в изучавшихся разрезах, шоколадные глины распадаются на тонкие алевритовые пластинки миллиметровой толщины типа мелкой щебенки. На поверхности отдельностей поверхности шоколадных глин имеются пленки окислов железа. В редких случаях на нижней поверхности плиток шоколадных глин нами наблюдался шифероподобный микрорельеф, возникновение которого могло быть связано с процессом проскальзывания некоторых тонких пластин в толще шоколадных глин.

Не всегда, но все-таки нередко поверх шоколадных глин и в их основании встречаются в некоторых разрезах пачки мелкозернистых песков с линзочками, а иногда даже маломощными скоплениями хвалынских моллюсков как целых, так и перетертых в раковинную дресву. В песках, особенно в верхней подпачке встречаются окатыши шоколадных глин. Весьма своеобразными по своему строению является подпачка песков подстилающая шоколадные глины. Своеобразие этой подпачки состоит в том, что в слагающей ее песках иногда встречаются маломощные прослои или линзы шоколадных глин, а в некоторых разрезах также имеются окатыши этих глин. Данные пески нами относятся к преобразованным отложениям соответственно трансгрессивной (нижняя подпачка) и регрессивной фациям (верхняя подпачка) гирканско-хвалынского бассейна. Общая мощность пачки может достигать 6–8 м. В разрезе Ленино, котором протокой Волги вскрыто строение бэровского бугра еще А.Н. Доскач [1958] (Doskach,

1958) отмечала переслаивание основания шоколадных глин с позднехазарскими морскими отложениями. Напомним, что весь комплекс отложений, подстилающих шоколадные глины, был отнесен нами к кинемато-динамической зоне локального проявления гравитационного скольжения. В ходе проявления этого процесса в более древних отложениях трансгрессивной подпачки оказались включены мелкие фрагменты более молодых образований (шоколадных глин). Под воздействием этого же процесса возникла зона ассимиляционного контакта, в которой было обнаружено смешение элементов разновозрастной малакофауны, в частности, хвалынской и позднехазарской.

Что касается наличия прослоев ракушечной дресвы в верхней песчаной подпачке, то раздавливание раковин было обусловлено скорее всего кинемато-динамическим воздействием пассивно транспортируемых блоков вышележащих песчаников. Надо полагать, что одним из условий растаскивания на блоки явилось первоначальное отсутствие какого-либо упора у компетентного слоя с развитым послонно пластичным течением [Леонов и др., 1995] (Leonov et al., 1995), что также контролировалось существовавшими уклонами дневной поверхности. Таким образом, основа модели бэровских бугров рассмотренного типа связана с пассивным перемещением пачки песчаников, которое сопровождалось процессом будинажа. В конечном итоге было сочтено возможным отразить этот момент в названии этих элементов рельефа, а именно бэровские бугры будинированного типа. Необходимо обратить внимание на меняющуюся ширину межгрядовых ложбин. Ее непостоянство возможно отражает изменчивость интенсивности проявления пластического течения, возможно, с еле заметными меняющимися уклонами местности. На основании изложенного, была разработана схема образования бэровских бугров будинированного типа (рис. 13), являющаяся составной частью модели их формирования. На приводимом рисунке прежде всего необходимо обратить внимание читателя на некоторое увеличение ширины межгрядовых западин, что для нас послужило одним из оснований рассматривать эти элементы рельефа в качестве индикатора движения.

Наконец, необходимо дать краткую информацию о происхождении слабосцементированных песчаников, перекрывающих шоколадные глины. В этом отношении необходимо обратить внимание на гранулометрический состав этих отложений. Главная особенность этого состава состоит в сочетании смеси мелкозернистого песка со значительным количеством частиц коричневого цвета алевритов. По нашему мнению подобное сочетание было связано с катастрофическим природным

событием. Существо этого события состояло в наличии в самом конце позднего плейстоцена эпизода резкой аридизации, во время которого происходило распространение аридной зоны на север. Одним из важных атмосферных событий этого эпизода было возникновение мощных пыльных бурь, источником материала которых были песчаные толщи среднеазиатских пустынь. Мощный поток наносов этих воздушных потоков состоял, главным образом, из мелкозернистого песка, который выпадал не только на суше, но и в море. Одновременно мощные ветра способствовали появлению в акватории интенсивной волновой деятельности. Во время возникшей штормовой деятельности происходил размыв ранее выпавших осадков алевритового состава выстилавших дно. В результате состав потока наносов в толще придонной воды оказался интенсивно обогащен как песчаными, так и алевритовыми частицами. В моменты уменьшения штормовой деятельности образовавшаяся смесь в потоке наносов достигшая повышенной насыщенности и плотности особенно в основании потока наносов, что могло способствовать аккумуляции наносов без дифференциации по фракциям. Таким образом, по нашим представлениям, данная толща, которая впоследствии стала слабо сцементированными песчаниками, свидетельствует о важных природных событиях. Это прежде всего активное распространение на север аридной зоны, возникновения на море интенсивной штормовой деятельности, индикатором которой явился своеобразный гранулометрический состав большой насыщенности несомым материалом морского потока наносов и специфической седиментации. Наконец, наличие тонкой наслоенности в нижней части песчаников скорее всего было связано с возникновением не только пассивного переноса образовавшихся блоков, но также иногда было обусловлено возросшей активностью их транспортировки.

### ***3.2. Элементы морфогенеза латеральной части гравитационного покрова, как индикаторы активности кинемато-динамических процессов. Образование локальных зон сжатия, индикатором которых является соответствующий тип бэровских бугров***

В ходе анализа космических снимков, было обнаружено, что на уступе палеошельфа имеется несколько достаточно крупных фрагментов гравитационного покрова, несколько отличающиеся обводненностью межгрядовых понижений, различной морфологической выраженностью бэровских бугров (рис. 14А). На приводимом космическом

снимке (цифры в кружках) фиксируются следующие морфологические особенности рассматриваемого участка приборочной части гравитационного покрова. Цифрой 1 (рис. 14) отмечена собственно поверхность покрова с севера непосредственно прилегающая к данной приборочной части. На (рис. 14Б) пунктиром обозначена намечающаяся здесь трещиноватость. К ней нами отнесены субширотно ориентированные русла небольших ручьев, которые могли унаследовать эти деструктивные нарушения. Кроме того на этом же снимке видны небольшие округлые западинки, заполненные водой, часть из которых образует «виртуальные цепочки», которые впоследствии, как мы полагаем, могут трансформироваться в долинообразные межгрядовые понижения.

На (рис. 14А) цифрами 1, 2, 3 с соответствующими пунктирными линиями показаны сектора с разной формы межгрядовых понижений и собственно гряд. Цифрой 2 обозначен сектор гряд, для которых свойственна четко выраженная удлиненность и имеющиеся неровности верхней поверхности гряд. Для последних характерны иногда неплохо выраженные неровности «выпуклой формы», лишь незначительно возвышающиеся над общей поверхностью гряды. При этом, выпуклые, шишкоподобные неровности часто расположены поблизости друг от друга, но не сливаясь, образуют единую поверхность. При этом, как удалось наблюдать на снимках, данные неровности поверхности, зарождающихся гряд, обычно примыкают к их южным склонам, придавая зачаточную асимметричность верхней поверхности. В целом, гряды в секторе 2 нередко имеют форму «ласточкина хвоста». Для наиболее широких грядоподобных повышений заметно распадение их на более узкие фрагменты. В секторе 4 хорошо виден четко выраженный грядовый рельеф также, как и в секторе 2, имеющий пунктирное пространственное расположение. К южным более крутым склонам гряд нередко оказываются приурочены межгрядовые водоемы. В секторе 3 хорошо представлены более удлиненные гряды.

Анализ морфологии грядового рельефа на склоне уступа палеошельфа позволил сделать несколько выводов.

Первый из них, на поверхности относительно крутого склона уступа палеошельфа хвалыньских морей имеются части рассматриваемого покрова в виде относительно небольших «лопастей» покрова, свидетельствующих о неоднократном частичном перекрытии склона верхней частью покрова. Разная степень «морфологической расчлененности» и достаточно резкие границы между выделенными секторами, являются основанием для вывода о том, что выделенные фрагменты формировались



**Рис. 14.** Некоторые особенности морфологии уступа, возникшие при частичном его перекрытии лопастями покрова

А – на уступе палеошельфа выделено три сектора латеральной части гравитационного покрова, отличающиеся как степенью обводненности межгрядовых понижений, так и выраженностью грядового рельефа: 1 – фрагмент с редкими крупными бэровскими грядами; 2 – интенсивно обводненный сектор, 3 – сектор с чётко выраженными субпараллельными грядами; Б – прибрежная часть покрова с субпараллельными трещинами. На фото видны небольшие округлые впадины, заполненные водой. Данные впадины предположительно рассматриваются как проявления гейзероподобных излияний газо-водно-песчаных «фонтанов» в пределах латеральной поверхности гравитационного покрова.

**Fig. 14.** Morphology of the cliff features, made from its partial overlap by the lobes of the cover

А – three sectors of the lateral part of the gravity cover are distinguished on the cliff of the paleoshelf. They are differing both in the degree of watering of the inter-ridge depressions and in the degree of the ridge relief: 1 – a fragment with rare and large Baer knolls; 2 – intensively flooded sector, 3 – sector with clearly defined sub-parallel ridges. Б – the edge of the cover with sub-parallel cracks. The photo also shows small rounded hollows filled with water. These hollows are supposedly considered as geyser-like flows of gas-water-sand «fountains» within the lateral surface of the gravitational cover.

на склоне уступа с разными уклонами. В некоторых случаях не исключается разновозрастность фрагментов, находящихся на склоне. При любой оценке факта нахождения на склоне фрагментов верхней части рассматриваемого покрова можно с уверенностью полагать, что они являются надежными индикаторами периодически возникающего переполнения приборочной части ванны бассейна транспортируемым материалом. В результате часть покрова, благодаря наличию в нем верхней плоскости (зоны) скольжения, «сползала» на склон уступа. Учитывая геолого-геоморфологическое строение дельты Волги процесс «сброса» на склон уступа излишков прибывавшего материала достаточно активно проявлялся как в позднем голоцене, так и в историческое время. Это позволяет говорить не только о локальной современной кинематики части покрова, но также о существующей незавершенности гравитационными процессами преобразований отложений рассматриваемого покрова. Существующей подвижности латеральной части способствовали не только прибывающий материал из центральных частей покрова, но также выходы напорных грунтовых вод, «смазывающих» плоскость скольжения. Интенсивность проявления определенного типа гравитации, зависела также от уклона склона уступа. По нашим представлениям оценка интенсивности проявления процессов «сползания или скольжения», исходя из морфологического анализа выделенных секторов (рис. 14), может быть принята как достаточно разнообразная. Наибольшее преобразование в строении толщи отложений покрова произошло в секторе 3. В этом секторе, правда, только еще пока, исходя из морфологического анализа, нами допускается наличие преобразований в виде формирования чешуйчатого строения толщи в виде бэровских бугров, имеющих в профиле «пилообразно-зубчатый» тип строения (рис. 16), что было обусловлено возникшей гравитационной кинетикой сдвига. Наши представления о механизме формирования данного типа бугров сводятся к следующим положениям.

Первое из них: фрагмент «лопастного типа» максимален сползал по склону уступа до тылового шва прилегающей к уступу тыловой части поверхности дельты Волги, имеющую субгоризонтальную поверхность. В результате фронтальная часть лопастного фрагмента можно сказать «утыкалась» в поверхность дельты и становилась своеобразным упором, препятствовавшим дальнейшему ее продвижению. Второе положение: под давлением продолжающегося прибывания материала покрова в отложениях подпруженной лопасти возникали большие напряжений, разрядка которых была обусловлена возникновением внутрипластовых разрывов,

которые превращались в оперяющие плоскости скольжения, имеющих косую направленность в соответствии с основными векторами возникших напряжений. Образование разрывов или внутрипластовых плоскостей скольжения придавало толще чешуйчатый тип строения. Как мы полагаем, дальнейшее поступление материала покрова и его давление на ложу способствовало выдавливанию возникших блоков-чешуй и образованию этого нового типа бэровских бугров. Учитывая изложенный механизм образования эти бугры получили рабочее наименование, как бэровские бугры зон интенсивного сжатия. Таким образом, на основании изложенного механизма формирования данного типа рельефа имеется достаточно оснований выделять среди гравитационных структур зоны сжатия, индикатором которых могут быть бэровские бугры рассмотренного типа. Дополнительно следует отметить, что возникновение межрядовых западин, также, в данном случае, являются элементом описанного механизма. В поперечном профиле как гряды, так и западины асимметричны, северный склон гряд плавно переходит в полого-наклонное днище западин. Наиболее глубокая часть депрессий, заполненная небольшим водоемом, обычно располагается вблизи уступа следующей, расположенной к северу гряды.

#### **4. Строение, морфология и кинематика крупного «отторженца» приповерхностной части гравитационного покрова, залегающего в пределах территории дельты Волги в зоне близко расположенной к дневной поверхности зоны сверхвысоких давлений подземной гидросферы.**

В настоящем разделе речь идет о крупном фрагменте гравитационного покрова, который был назван нами «отторженцем». Данный отторженец залегают в пределах относительно пологой приподошвенной части хвалынского палеошельфа и субгоризонтального участка дельты Волги. Характерной морфологической особенностью данного фрагмента является наличие в его пределах особого типа крупных бэровских бугров, имеющих сложное строение. Для бугров данного фрагмента свойственна протяженность около 2 км, а высота до 20 м. Подобная ограниченность по длине гряд скорее всего могла быть обусловлена протяженностью открытых полостей в «теле» отторженца, сменявшихся участками, в пределах которых трещины были сомкнутыми (рис. 17). Видимо, с этим была обусловленность «пунктирности» в распространении бугров данного типа. Максимальная уверенная, сохранившаяся от разрушения эрозией величина фрагмента оце-



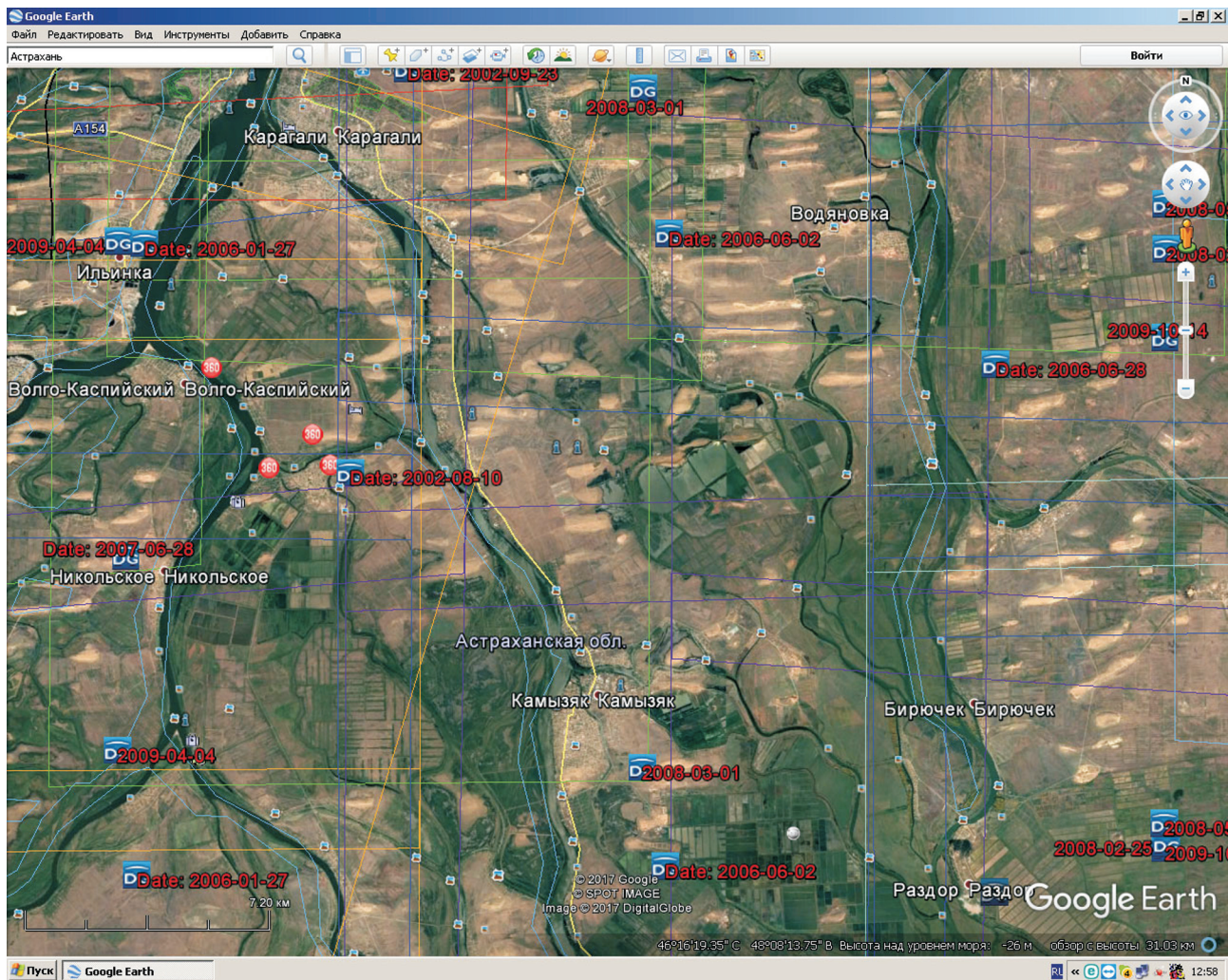
**Рис. 15.** Мелкокомковатая текстура толщи морских алевритов в латеральной части основания ядра крупного бэровского бугра.

**Fig. 15.** Fine texture of the marine aleurites layer in the lateral part of the core base of the large Baer knoll.

ниваются нами в 30 км по меридиану и 20 км по широте. Латеральные части данного фрагмента фиксируются наиболее крупными протоками в дельте Волги: на западе-это протока Бахтемир, на востоке протока Рыча или даже Бузан. Вся внутренняя часть выделенного фрагмента пронизана мелкими протоками, которые имеют преобладающее направление с северо-запада на юго-восток. Не исключено, что их прямолинейность возможно связана с возникшей трещиноватостью в теле фрагмента во время его движения. При этом важно отметить отсутствие каких-либо смещений относительно друг от друга разных частей бэровских гряд, находящимися на противоположных берегах данных проток. Что позволяет полагать об **отсутствии** проявлений кинематики сдвиговой компоненты при возникновении упомянутых трещин. Не исключено, что образование данных трещин происходило при воздействии сейсмических событий. Одновременно отмеченные данные позволяют говорить о одновременности образования бугров и трещин. Тем не менее возникновение бэровских бугров происходило в процессе

движения в целом всего фрагмента, сопровождавшееся заполнением существовавших трещин-полостей в ходе динамического воздействия и ассимиляции материала с поверхности ложа (рис. 18). Процесс скольжения сопровождался задиrom висячего крыла сместителя. При этом происходило два процесса. Это прежде всего здиране и заполнение существующих в латеральных и центральной частях фрагмента открытых трещин-полостей выдавливаемого материалом с ложа. При этом, как будет показано дальше, материал, заполнявший существовавшие полости в основание фрагмента мог иметь различную консистенцию, что следует из анализа текстур в отложениях слагающих ядра и латеральные части бэровских бугров данного типа. В частности, в некоторых случаях, например, алевриты могли иметь малое содержание воды, что способствовало возникновению в них мелкокомковатой структуры (рис. 15, 17). При повышенном состоянии обводненности отложений, состоянии их консистенции кмогло достигать киселеподобного или пльвунного типа (по крайней мере, в зоне скольжения ложа движущу-





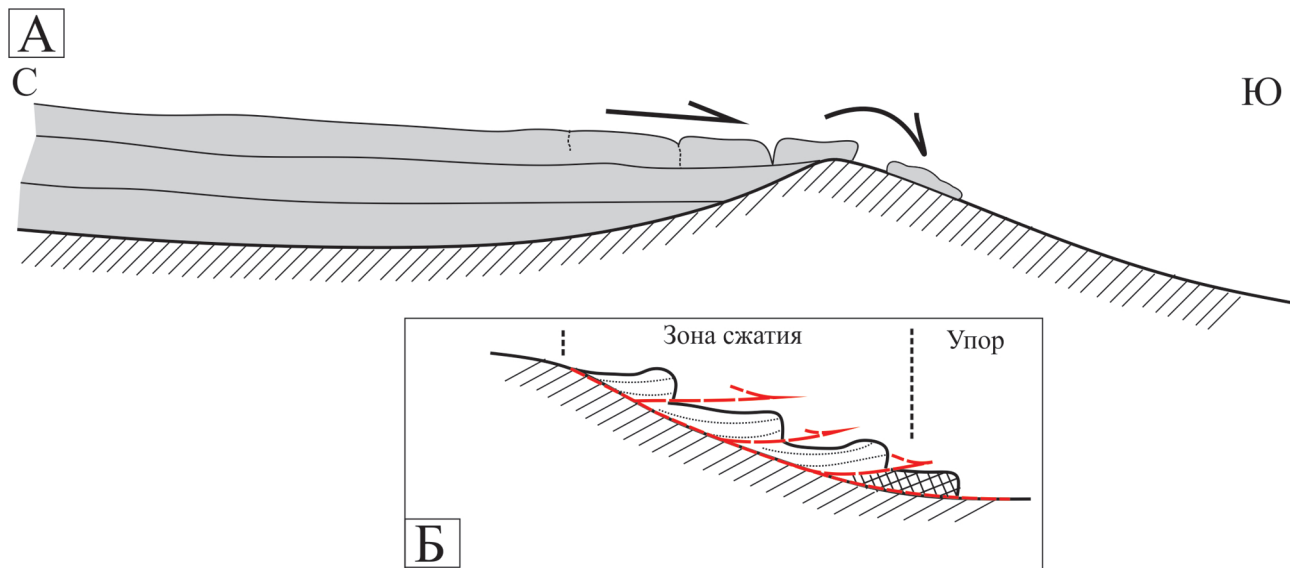
**Рис. 16.** Космоснимок поверхности отторженца, осложненной крупными бэровскими буграми (светлые штрихи) и руслами узких проток С-В простираения (район п. Каземяки).

**Fig. 16.** A photograph from space of the surface of the erratic mass modified by large Baer knolls (white strokes on picture) and narrow channels of N.-E. direction (area of Kazemyaki village).

щегося фрагмента), В результате интенсивного кинематико-динамического воздействия фрагмента на ложе открытая полость заполнялась нагнетаемым разжиженным материалом. Это процесс сопровождался возникновением гравитационных динамических структур протрузионного типа, сопровождающихся взбросом крыльев полостей, сложенных алевролитами. Латеральные части ядер нередко оказывались сложенными песком, консистенция которого имела пльвунный тип или толщей наслоенных круто падающих мелкозернистых песков, образующую мощную структуру выдавливания. Наконец были встречены структуры выдавливания, представленные толщей переслаивающихся наслоенных песков и алевролитов. По существу, возникший задир способствовал об-

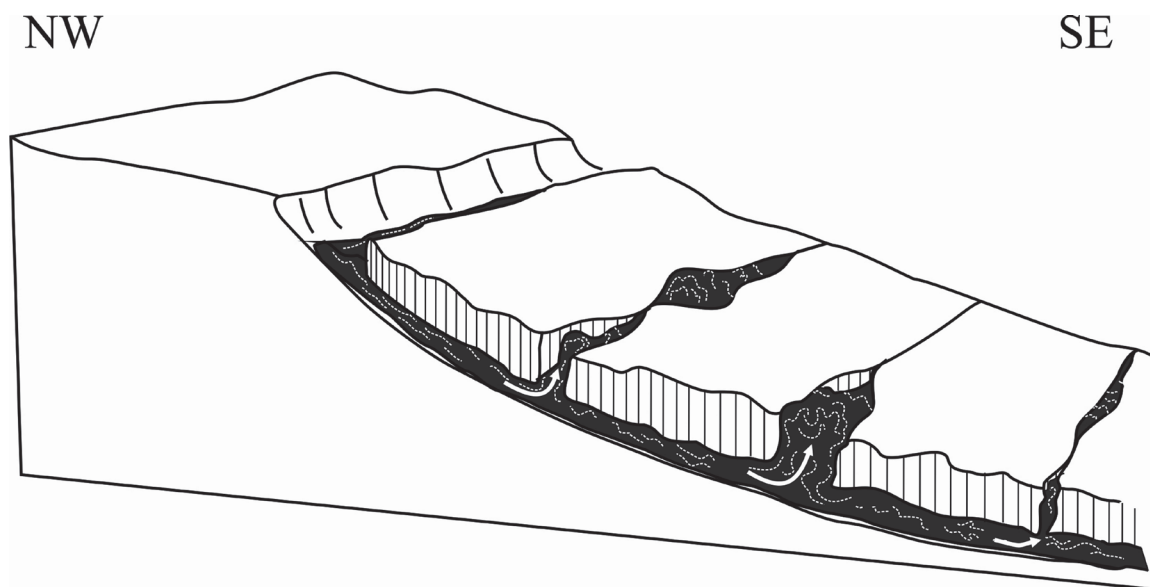
разованию достаточно обширной полости в основании фрагмента и являлся значительной частью основания ядра крупного бэровского бугра.

Таким образом, по нашим представлениям, относительно небольшая протяженность бугров, как отмечалось, была частично ограничена первичным размером существовавшей полости в теле отторженца (рис. 18). Нами не исключается, что кинемато-динамическое скольжение крупного пластиноподобного фрагмента, сорвавшегося с приповерхностной части палеошельфа, возможно, было связано с резким и значительным падением уровня в одну из регрессивных фаз гидрологических событий Каспия. Что касается упоминавшихся крупных волжских проток, то их расположение по отношению к латеральным частям отторженца



**Рис. 17.** Схема строения латеральной части гравитационного покрова  
А – профиль; Б – локальная зона сжатия.

**Fig. 17.** The schematic structure of the lateral part of the gravitational cover  
А – profile; Б – local compression zone.



**Рис. 18.** Схема формирования центральной части крупного бэровского бугра.

**Fig. 18.** Scheme of the central part of large Baer knoll formation.

скорее всего однозначно свидетельствует о возникновении их в более позднее время. В этом отношении следует напомнить, что устье Волги в это время находилось западнее. Наконец, нами не исключается, что трещиноватость в теле фрагмента, использованная узкими протоками, могла быть связана с воздействием предполагаемого крупного сейсмического события, о котором речь пойдет в следующем разделе настоящей работы.

Возраст морских хвалынских серовато-коричневых алевритов, которые частично участвуют в строении ядер и их латеральных частей, согласно опубликованным радиоуглеродным датировкам по раковинам морских моллюсков, оценивается в 14–16 тыс. лет [Свиточ, Клювиткина, 2006] (Svitoch, Klyuvitkina, 2006). Таким образом, их накопление происходило в последнем позднеледниковье. Как отмечалось выше, относительный

уклон поверхности уступа палеошельфа менялся во времени, что было связано с известной неустойчивостью положения уровня Каспия и соответственно изменением регионального базиса эрозии. По данным ряда исследователей уровень Каспия во время формирования рассматриваемого типа бугров Бэра мог располагаться на отметках от минус 50 до минус 90 м [Варущенко и др., 1977; Свиточ, Клюквина, 2004; Янина, 2012 и т.д.] (Varushchenko et al., 1977; Svitoch, Klyuvitkina, 2006; Yanina, 2012), что могло способствовать существенному увеличению интенсивности проявления гравитационных процессов и соответственно «сбросу точнее отрыву» от покрова крупного фрагмента. Нами не исключается также, что процессу образования отторженца, способствовало возникновение в это время Волго-Ахтубинской депрессии. В этом отношении мощное можно даже сказать, экстремальное эрозионное воздействие гравитационно-водного потока внесло в появление принципиально новых значений уклонов местности. Одновременно эти процессы не только ослабили, но и нарушили в силу возросшей гравитации существовавшие прочностные связи в толще отложений латеральной части потока. В результате, как мы полагаем, от латеральной части покрова, прилегающий к Волго-Ахтубинской депрессии, мог «оторвался» значительный фрагмент покрова, который по возникшим вновь уклонам, «соскользнул» в пределы территории, которую занимает современная дельта Волги. Конечно невозможно полностью исключить возможного влияния на гравитационные кинематико-динамические процессы возможного воздействия сейсмического фактора. Однако, каких-либо прямых связей на причины образования отторженца пока не обнаружено. Тем не менее, необходимо иметь ввиду, что некоторые исследователи все же полагают, что значительное влияние на отрыв отторженца могли оказать также обводненные участки поверхности даже на склонах незначительного уклона (например, до 2 градусов и меньше), в пределах которых также происходит образование крупных оползневых структур [Войт, 1976; Odensta, 1951]. Правда, при этом, допускается возможное проявление сейсмических процессов, игравшие роль «спускового крючка», обуславливавшие срыв пластин. Очень кратко остановимся еще на одном важном вопросе. В данном случае речь пойдет о важном факторе, который может способствовать процессу скольжения отторженца. Как установлено процесс скольжения существенно облегчается при наличии на плоскости скольжения толщи увлажненных пластичных глинистых алевритов. В этом плане рассматриваемая нами ситуация достаточно благоприятна. Дело состоит в том, что, как упоминалось, отторженец залегают на толще увлажненных алевритов, накопление которых происходило также

в хвалынский этап развития Каспия. Кроме того в толще алевритов существовало собственное активное пластическое течение, которое в поперечном профиле имело волнообразный тип. Подобный тип пластического течения в глинисто-алеваитовых покровах проявляется часто.

При изучении строения необычно крупных бэровских бугров, расположенных на отторженце, было установлено, что ядро бугра и непосредственно прилегающие к нему латеральные части этих сооружений образованы отложениями, не принимающими участие в строении рассматриваемого гравитационного покрова. Центральные части ядер этих бугров нередко заполнено морскими сложно перемятыми алевритами, а латеральные части ядер сложены выжатыми снизу песками, имеющими пульпоподобную текстуру или толщей переслаивания песков и алевритов. Наслоенность в структурах выдавливания нередко имеет падение на север под углами до 20°. Фиксируются многочисленные разнопорядковые проявления активной гравитационной кинематики в виде надвигов, будинажа, динамических текстур и структур выдавливания и, наконец, возникновением высокоскоростного «антиклиналеподобного» рельефа. Даже уже изложенное позволяет полагать, что территория дельты Волги располагается над отложениями, находящимися в зоне сверх высоких давлений подземной лито-газо-гидросферы. Как известно подобные зоны существуют во многих районах с активным проявлением, например, соляной тектоники и нефте-газовых месторождений. Геологическими индикаторами наличия подобных зон служат обычно следы разгрузки возникших напряжений в виде разномасштабных протрузий, излияний на субаэральную поверхность мощных пльвунов, проявлений грязевого вулканизма и даже образования взрывного типа воронок. **Что касается рассматриваемых бэровских бугров, по нашему мнению, во время активного скольжения отторженца по плоскости скольжения была частично повреждена «покрышка» зоны сверхвысоких давлений и этот процесс вызвал массовые протрузионные излияния нижележащих отложений и заполнение существовавших полостей или ослабленных зон в основании отторженца. При этом среди изливавшихся отложений могли быть не только четвертичные, но и дочетвертичные отложения, например, палеогена или даже мезозоя.** В стратиграфическом и литологическом отношении эти образования пока остаются совершенно не изученными. Таким образом, **возникновение крупных бугров нами связывается с двумя одновременно действующими факторами. Это прежде всего гравитационные кинемато-динамические процессы, способствовавшие движению от-**

отторженца и процессы массовой разгрузки подземной лито-газо-гидросферы, находящихся в области сверхвысоких давлений. Симбиоз взаимодействия данных факторов провоцировался кинемато-динамикой отторженца, в ходе которых происходило разрушение «покрышки», вызвавший массовые мощные излияния материала из упомянутой области. Возникшие глубинные протрузии обладали значительным «эффектом процесса выдавливания», что способствовало возникновению необычно крупных бэровских бугров. Тем не менее, собственно механизм формирования этих замечательных структурных образований представляется необходимым подразделить на две фазы. С первой из них связано формирование ядра бугров, сложенных в основном глинистыми алевритами, являющихся основным сырьем для изготовления кирпича. Формирование этой части бугров происходило за счет нагнетания в имевшиеся полости в отторженце материала из зоны скольжения в результате воздействия на ложе кинемато-динамических процессов во время движения отторженца (рис. 18). Второй этап — это формирование латеральных частей бугров. Как указывалось выше, эти части рассматриваемых структур возникли за счет мощных, в основном, глубинных протрузионных процессов (рис. 19). При этом, важно отметить, что возникшие протрузионные структуры явились по-существу своеобразным «якорем» для прекращения движения «отторженца».

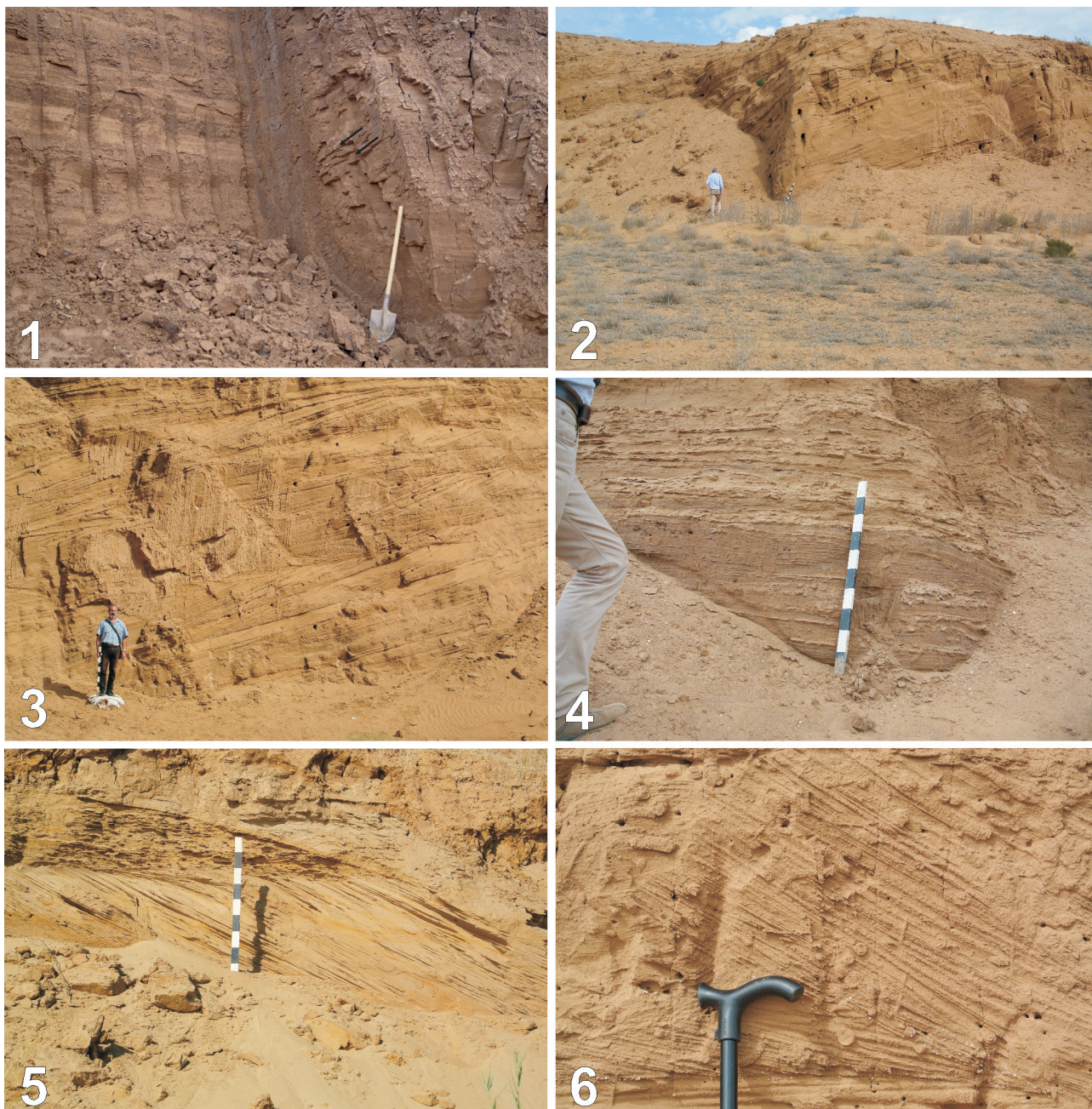
В соответствии с изложенными представлениями, данный тип бугров есть все основания рассматривать как результат совокупного взаимодействия гравитационной кинематики и проявления мощных протрузионных процессов, излияниями которых были «захвачены» достаточно глубоко залегающие отложения и совсем не обязательно, необходимо это подчеркнуть, только четвертичного возраста. Одновременно бэровские бугры данного типа можно рассматривать как индикатор проявления процессов локальной интенсивной разгрузки сверх высоких давлений, имевшихся в области подземной лито-гидросферы. В данном случае, основной тип разгрузки был связан с протрузионными излияниями на дневную поверхность достаточно глубоко залегающих дочетвертичных песчаных и песчано-алевритовых образований. Приуроченность данного типа излияний к территории залегания аллохтонного отторженца могла быть обусловлена несколькими причинами. Важнейшими среди них явились следующие. Это прежде всего утонченность верхней приповерхностной покрышки коры, которая локально закупоривала область сверх высоких давле-

ний подземной гидросферы. Утонение покрышки произошло за счет интенсивного проявления эрозийных, гравитационных и абразионных процессов. Во-вторых, гравитационное смещение в данное место громадного отторженца, чрезвычайно неоднородного по своему строению за счет имевшейся в нем трещиноватости и даже открытых полостей естественно могло способствовать значительному разрушительному и дифференцированному влиянию на упомянутую покрышку. В результате, на участках отторженца, где находились полости или прилежащие к ним ослаблено-раздробленные зоны в «теле отторженца» происходило формирование протрузий.

В связи с изложенным уместно отметить, что при дешифрировании космических снимков были обнаружены на поверхности дельты (южнее и юго-восточнее от расположения отторженца) западины, которые нами рассматриваются в качестве воронок взрывов (рис. 20), окруженных иногда небольшими валами. Более того, вблизи бровки уступа хвалынского палеошельфа на поверхности латеральной части покрова при дешифрировании снимков были обнаружены округлые относительно небольшие заполненные водой углубления, возникновение которых возможно было связано с гейзероподобными иаияниями газо-водно-песчаной смеси. Иногда эти углубления «выстраиваются», как отмечалось, в виде виртуальной линии (рис. 14,Б)

Наконец, для читателей, изучающих квартал необходимо отметить, что в районах соляной тектоники и газо-нефтяных месторождений уже давно установлено многими отечественными и зарубежными исследователями, наличие областей со сверхвысокими давлениями в подземной лито-газо-гидросфере. В последние годы среди отечественных исследователей неоднократно многие проблемы этих областей обсуждались в работах В.Н. Холодова [2018, 2019а, б] (Kholodov, 2018, 2019а, б) Тем не менее проявлений воздействия этих процессов на формирование специфического геоморфологического ландшафта раньше нам в литературе не встречалось.

При изучении «отторженца» наше внимание было, главным образом, было сосредоточено на изучении строения отложений вскрытых карьерами кирпичных заводов. Значительный интерес вызвал заброшенный карьер на окраине пос. Казымяк, а также действующий карьер местного кирпичного завода. Исследования в карьере показали, что в данном месте практически полностью толща морских алевритов оказалась ассимилирована в ядро бэровского бугра. Плоскость скольжения в основании отторженца в данном случае находилась на кровле позднехазарских морских отложений. При этом, в последних было зафиксиро-



**Рис. 19.** Фрагменты проявления мощных протрузионных процессов в строении крупных бэровских бугров: комментарии в тексте.

**Fig. 19.** Fragments of powerful protrusion processes occurrence in the structure of large Baer knolls (see comments in the paper).

ровано наличие пластического изгиба слоев в южном направлении. Таким образом, в соответствии с нашими наблюдениями, плоскость скольжения основания отторженца может размещаться в толще серовато-коричневых алевритов размещаться на разных уровнях. Важно отметить, что в изученных карьерах обычно удается наблюдать вблизи ядер бугров ограниченный набор отложений, уже

значительно преобразованных гравитационными кинемато-динамичными процессами, что также представляет интерес для настоящей работы.

В этом плане важно отметить обнаружение в карьере пос. Яхонтово в кровле коричневатого-серых морских алевритов валоподобных «структур», которые позиционируются нами в качестве индикатора пластического течения волнового типа, имеющих



**Рис. 20.** Воронки взрывов на поверхности дельты Волги  
 1 – крупная воронка обвалованная валом выброса; 2 – несколько более мелких разновозрастных воронок.  
**Fig. 20.** Explosion funnels on the surface of the Volga delta  
 1 – large funnel banking up by the ejection shaft; 2 – several smaller funnels of different ages.

субширотное простирание, т.е. ориентированные поперек к общей направленности падения склона к Каспию. Эти так называемые «структуры» создавали неровности в зоне скольжения отторженца, что служило большему захвату и нагнетанию материала в имеющиеся пустоты в основании отторженца. Не исключено, что возникновение данного течения в толще алевритов было связано с воздействием отторженца на толщу алевритов в результате его скольжения.

В заключение настоящего раздела, нами приводятся несколько иллюстраций, снабженных краткими комментариями, по которым можно получить некоторое представление об особенностях строения и формирования протрузионных образований. На (рис. 19, 1, 2) помещены фото слоистой песчано-алевритовой толщи, имеющей угол падения до  $15-18^\circ$ . Азимут падения –  $360^\circ$ . В разрезе четко выражена ритмичная последовательность в основании каждого ритма залегает песок, а верхняя часть представлена алевритом. Контакт между прослоями песка и алевритов резкий. Формирование данной толщи нам представляется следующим образом. Первоначально где-то на глубине находилось две толщи: песка и перекрывающих его алевритов. Обе эти толщи (возможно, их части) были вовлечены в процесс протрузионного выдавливания. Алевритовая толща, как более пластичная, в ходе своего агрессивного движения активно «захватывал» песчаные «порции» и тем самым ассимилировала песчаную толщу. По нашим представлениям именно этот фрагмент процесса ассимиляции песчаной толщи и зафиксирован в разрезе. Поэтому кажущуюся «ритмичность» строения толщи ни в коем случае нельзя относить к результатам седиментационных процессов. Исходя из изложенных представлений данную «ритмичность строения» толщи можно также отнести к кинемато-динамическим протрузионным процессам. Дополнительно необходимо отметить следующие особенности в строении разреза. Это прежде всего резкие границы между алевритовыми и песчаными прослоями, заметное уменьшение мощности песчаных прослоев вверх по разрезу, отмеченная уже выше повышенная плотность как алевритов, так и песка, возникшая в ходе активного пластического течения и даже «агрессивного» скольжения.

На (рис. 19, 2) показана мощная песчаная толща, являющаяся частью протрузии с четко выраженным азимутом падения на север. На (рис. 19, 3) можно видеть некоторые детали особенностей текстуры данной толщи. К ним относятся прежде всего строение отложений в виде уплощенных линз неодинаковой мощности. Второй важный

момент относится к наличию в этих линзах тонкой косослоистой текстуры, которая несогласно примыкает к упомянутым линзам. Наконец, третий момент состоит в том, что внутри в основном песчаной толще в упомянутых линзах иногда встречаются алевритовые слойки мощностью до 2 см. Эти слойки часто «разорваны» на отдельные фрагменты, близко расположенные по отношению друг к другу что нами связывается с проявлением процесса будинажа. Наиболее интересным и важным моментом данной толщи является близкие значения азимутов плоскостей межлинзовых плоскостей, плоскостей тонкой наслоенности в линзах (анализ проводился по имеющимся песчаным «козырькам») направленностью падения всей толщи в месте ее изучения в карьере Яхонтово. Как мы считаем отмеченное совпадение не является случайным. Появление его связано с кинемато-динамическими процессами формирования протрузии и обусловлены возникновением в «изливавшейся» толще отложений разнопорядковых плоскостей скольжения (или срыва).

Следует добавить, что на некоторых участках разреза в песках имеется множество тонких прослоев будинированных алевритов рис. 19, 4 (первоначально мы пытались зачистить стенку разреза для фотографирования, но в связи с близкой окраской отложений фото получалось непригодным для публикации). Поэтому был выбран снимок без зачистки, который и помещен в настоящем разделе.

На (рис. 19, 5) на уровне верхних 30 см масштабной линейки в разрезе песчаной толщи расположена линза песка с мелколинзовидной наслоенностью, явно отличающаяся по своему происхождению от остальных частей разреза. По нашему мнению эти отличия обусловлены прежде всего консистенцией изливавшегося материала. По нашим представлениям излившийся материал был близок по своей консистенции к пастообразному типу, но не расплывавшийся под меняющимся давлением. В этом плане демонстрируемая на рисунке линза скорее всего отражает водонасыщенный поток наносов, возможно даже с беспорядочным мелкоструйным строением, который неожиданно был подпружен, что привело к моментальному сбросу несомого материала. Даже для нас ясно, что изложенное допущение, нуждается в дальнейшем совершенстве. Тем не менее важным и неоспоримым моментом, является признание разной консистенции извергаемого на дневную поверхность материала.

Последний рисунок в данной таблице (рис. 19, 6), на котором изображена так называемая веникоподобного типа текстура. На другом снимке, который имеется в нашей коллекции, на продол-

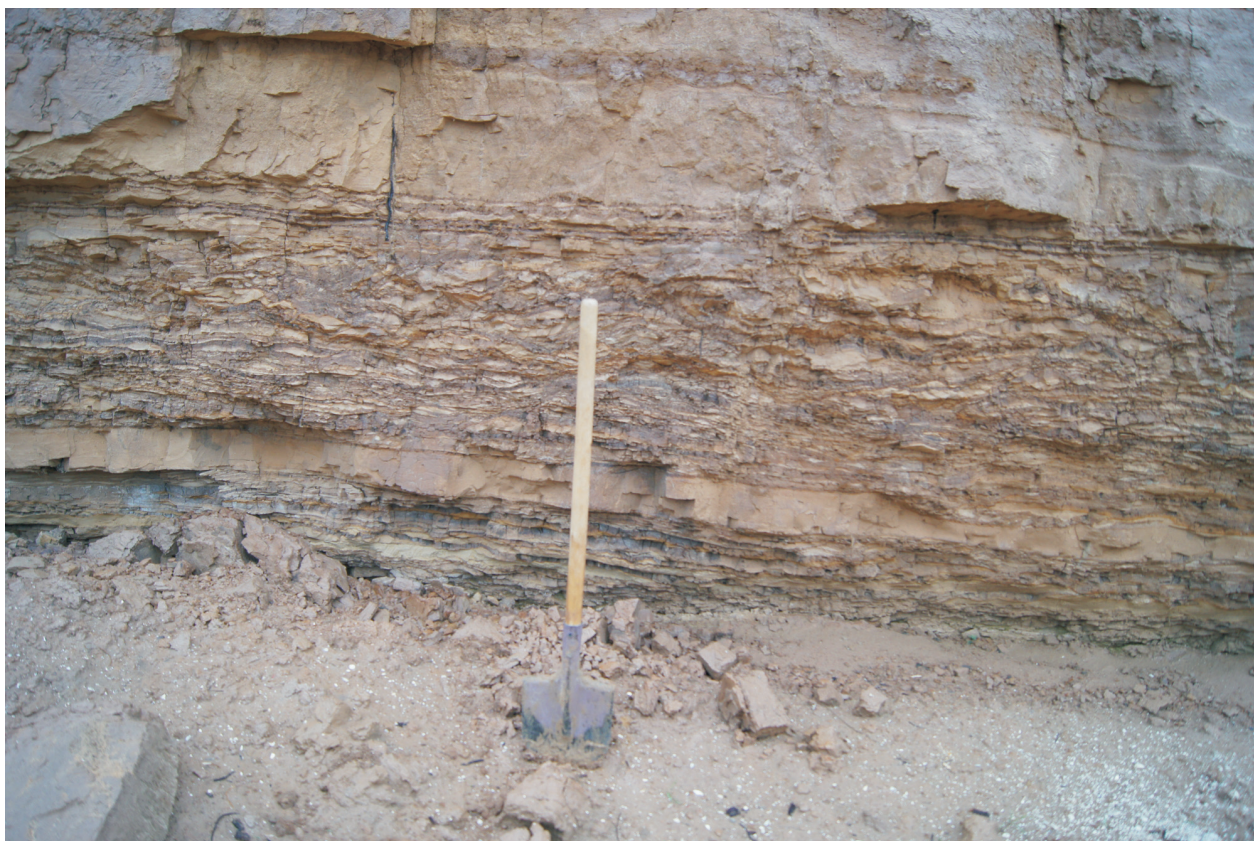
жении этого рисунка имеется даже что-то напоминающую ручку. Анализ этих двух фото позволил нам высказать мнение о том, что первоначально в разрезе был слой с косою текстурой. Впоследствии этот слой был с поверхности большей частью перекрыт маломощным частично сползшим поверхностным «покровом», сложенным алевритами, залегающим выше по разрезу. Конечно, возможен и другой вариант. Но для окончательного вывода необходимо проведение дополнительных исследований. Наконец, дополнительно необходимо отметить, что в толще серовато-коричневых алевритов иногда можно наблюдать зоны оперяющихся надвигов, дополнительно усложняющих их строение (рис. 21).

В заключении важно отметить, что изложенные особенности формирования данного типа бэровских подразумевают быстротечность их образования. Оригинальность строения их состоит в том, что материал слагающий их состоит из двух источников. Первый из них приповерхностный поступает из зоны скольжения отторженца. Вто-

рой из глубинных слоев, основным поставщиком которого являются протрузии. Одновременно возникновение своеобразного геоморфологического ландшафта также относится к высокоскоростным морфогенетическим образованиям.

### **5. Строение и формирование особого типа бэровских бугров как индикатора проявления возможного крупного палеосейсмического события в дельте Волги в очаговой зоне**

Как указывалось, в основу разработанной модели формирования данного типа бугров составило признание при их возникновении приоритетного воздействия сейсмического фактора. Подобному признанию способствовали четко ограниченная территория распространения и агрессивный контакт с прилежащими более древними бугровыми системами. По нашим представлениям с воздействием сейсмических процессов было связано возникновение моментальной системы поверхностного грядобразования и высокочастотного



**Рис. 21.** Проявления активных гравитационных кинемато-динамических процессов: в виде оперяющей зоны надвига в толще серовато-коричневых алевритов.

**Fig. 21.** Active gravitational kinematic-dynamic processes occurrence: in the form of a feathering thrust zones in the layer of grayish-brown aleurits (silt).



трещинообразования в толще уплотненных приповерхностных образований. Эти же процессы способствовали нагнетанию и выдавливанию в возникшие полости-трещины, залегающих ниже, пластичных глинистых алевроитов, имеющих, скорее всего, консистенцию, близкую к пастообразному типу. Естественно полагать, что толща алевроитов при проявлении сейсмических процессов находилась под большим давлением и в ней могла возникать как разжиженность, так и консистенция пастообразного типа. Кроме того этот процесс сопровождался возникновением в толще разжиженных алевроитов кинемато-динамических процессов волнового типа, что оказалось запечатлено как в строении отложений, их возникшей структуре так и в морфогенезе. Важно отметить, что эти процессы происходили в замкнутом пространстве, поскольку сверху пастообразная масса алевроитов была «запечатана» уплотненным, частично сцементированным карбонатами почвенным покровом. Важно отметить, что развитие сопровождавшейся образованием взбросов и отгибом возникших «крыльев трещин», что обуславливало образованию так называемого «цоколя» гряд бэровских бугров рассматриваемого типа. При этом процессы взброса и отгиба «крыльев» сопровождалась в их нижней части образованием закрытых разрывов, в которые нагнетались выдавливаемые алевроиты, образуя сравнительно небольшие диапиры. Дальнейшее увеличение высоты гряд-бугров происходило за счет выдавливания через трещины-полости алевроитовой массы. В результате формировался второй «этаж» в строении гряд, имеющий прерывисто – локальное распространение, сложенный выдавленными излившимися алевроитами. Именно к этим отложениям оказываются приурочены раковины морских моллюсков и их частично разрушенные фрагменты.

Таким образом, основным индикатором проявления сейсмического воздействия является возникновение в пределах ограниченного пространства системы субпараллельных ассиметричных гряд волнового типа практически с повсеместным распространением трещин в их верхней части. Сочетание практически моментального грядообразования с трещинообразованием в определенном замкнутом пространстве интерпретируется многими сейсмологами как следствие почти одномоментного проявления сейсмических деформаций сжатия и растяжения, возникающих в очаговых зонах и эпицентральных областях землетрясений [Никонов, 2017] (Nikonov, 2017). Допущение возникновения этой своеобразной системы под воздействием какого-либо иного процесса пока нами не допускается, хотя одновременно необходимо отметить, что подобного сравнительного

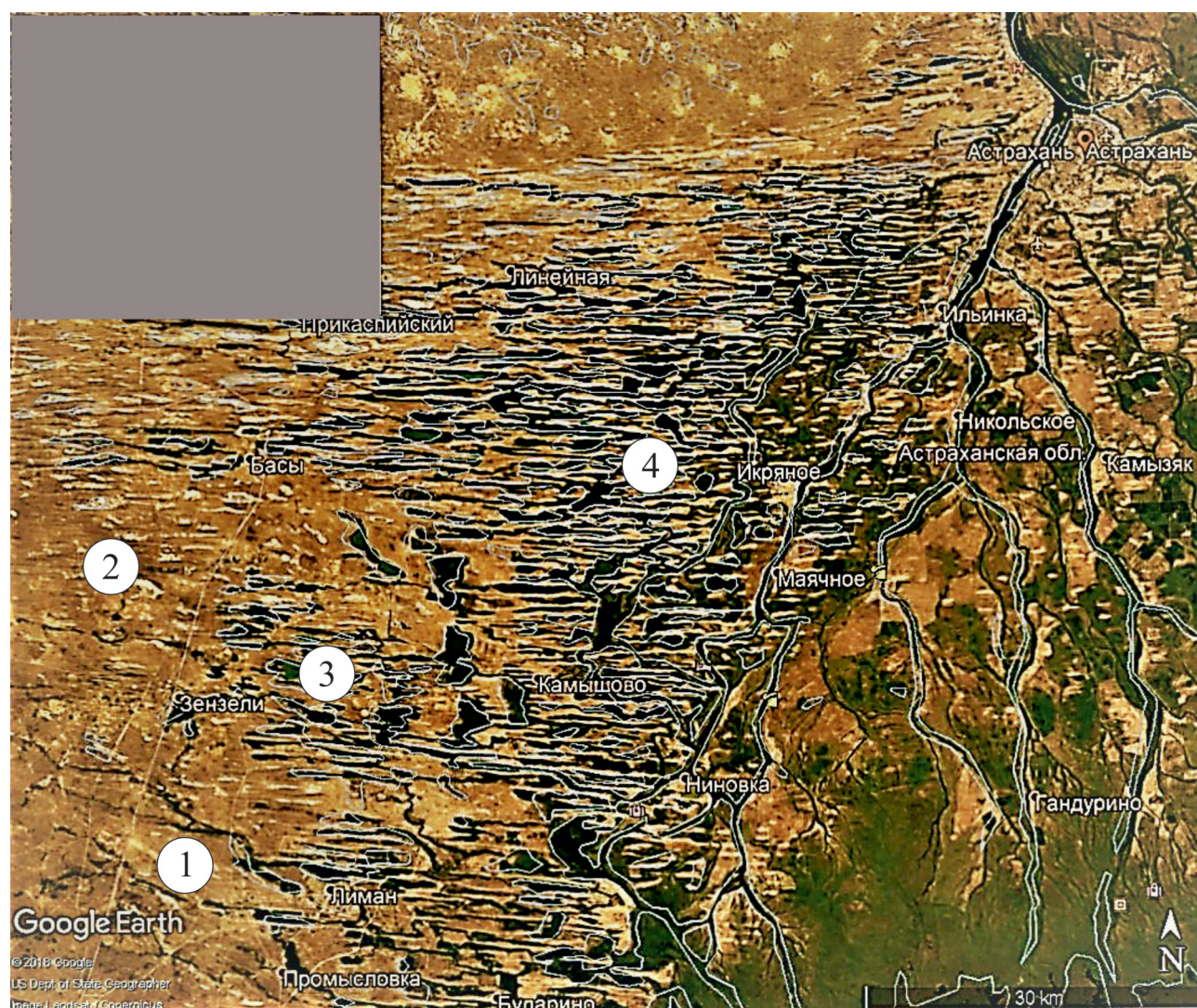
материала, который можно было бы использовать, в существующих публикациях по очаговым зонам землетрясений нами не обнаружено. Сложность излагаемой аргументации состоит также в том, что в пределах дельты Волги или близости не имеется сейсмических станций. Тем не менее, геологи Астраханского госуниверситета допускают, что Астрахань находится в зоне распространения семибальных землетрясений, а тектонические предпосылки их возникновения связывают с Волжским глубинным разломом. Более того допускается также, правда, в качестве лишь предположения, что гибель хазарского Итиля была связана с крупным сейсмическим событием. В этом же плане следует напомнить о неоднократных зафиксированных проявлениях сейсмических процессов в сравнительно недалеко расположенном Дагестане происходивших как на суше, так и в прилегающей акватории Каспия. Очаги этих землетрясений располагались на глубинах от 5 до 10 км. Кроме того неоднократные сейсмические события фиксировались на востоке Прикаспийской низменности южнее Уральска. Последнее из них Шалкерское землетрясение магнитудой до 5 баллов произошло в 2008 году, очаг которого находился на глубине около 10 км. На западе Казахстана в 1977г. зафиксировано землетрясение непосредственно в акватории Каспия. Что касается рассматриваемого типа бугров, в свете высказанных положений, нами допускается, что достаточно четкая локализованность их пространственного распространения, возможно, отражает расположение очага сейсмического события на небольшой глубине. Не исключено также, что дальнейшие исследования в этом плане возможно позволят рассматривать описываемые в настоящем разделе формы рельефа и их «парагенез в виде возникших гряд волнового типа – трещинообразования – межгрядовых депрессий-ильменей, примерно одинакового размера» – как один из геоиндикаторов проявления сейсмических событий.

Анализ космических снимков программы Google Earth на эту территорию показал, что рассматриваемый тип бугров представляет собой систему субпараллельных гряд, расположенных на правом берегу протоки Бахтимир. Длина некоторых из них может достигать 15–20 км. С севера на юг, примерно от широты Астрахани, эта система имеет протяженность около 100 км. Максимальная ширина системы распространения этих гряд в своей центральной части составляет около 25–30 км. Вблизи северного и южного ограничений этой системы ширина ее уменьшается до 10–15 км. Одна из гряд данной системы, послужила основанием для изучения и появления первой публикации об этих формах рельефа [Бэр, 1856] (Baer, 1856). Свои

представления К. Бэр изложил по результатам изучения гряды Черная, расположенной примерно в 3,2 км севернее пос. Икрыное. Одновременно в этой публикации была сформулирована первая гипотеза о генезисе подобного типа гряд в данном районе. Существо генетического аспекта гипотезы К. Бэра сводилось в самом общем виде к тому, что данный грядовый рельеф является специфической формой аккумуляции морских отложений, спровоцированной катастрофическим сбросом вод Каспия по Манычу. Необходимо отметить, что некоторые особенности строения гряды, отмеченные К. Бэр (прочность верхней части покрова гряды, наличие морской фауны на ее поверхности) оказались важны для разработки наших новых представ-

лений о генезисе этих форм рельефа. Важно также отметить, что излагаемые наши данные имеют в данном случае непосредственное отношение к той же грядовой системе и расположен всего в 3,2 км южнее т.е., излагаемые ниже данные практически оказались очень близки непосредственно к тому же объекту, который первоначально был описан примерно 160 лет назад.

Как показано на приводимом рисунке область распространения массива данных гряд отличается определенной локальностью (рис. 22). Гряды, высота которых не превышает 8 м над разделяющими их низинами-ильменями, отличаются рядом особенностей. Это их прямолинейность и субширотная ориентировка, высокочастотное



**Рис. 22.** Зона распространения бэрских бугров на очаговом участке проявления крупного сейсмического события в дельте Волги.

**Fig. 22.** The distribution zone of the Baer knolls on the seismic focus of major earthquake event in the Volga river delta.

пространственное расположение, значительная протяженность, без каких-либо заметных нарушений прямолинейности (по материалам анализа космических снимках), примерно одинаковые по ширине на части участков межгрядовые понижения. Система данного типа бэровских бугров находится на локальном участке почти ровной поверхности в пределах территории дельты Волги. Западная часть системы гряд заслуживает специального внимания, поскольку здесь наблюдается частичное «вхождение» одного из важнейших ее элементов, в частности, трещин в латеральную часть другой системы, представляющей собой зону распространения более крупных бэровских гряд. Говоря другими словами система крупных гряд в своей латеральной части оказывается «рассеченной» возникшими трещинами. Отмеченное «вхождение» представлено распространением в пределы латеральной части системы крупных бугров прямолинейных трещин, являющихся непосредственным продолжением бэровских бугров рассматриваемого типа (рис. 22, зона 1). Это означает значительную переработку, прилежащей системы более крупных гряд, вновь возникшей грядовой системой. Об этом свидетельствует анализ приводимого космического снимка, на котором нами было выделено несколько последовательно расположенных зон, пространственно сменяющих друг друга. Цифрой 1 показана область крупных (более древних) гряд, которые частично перекрытых золотыми песками, «рассеченные» трещинами. В зоне 2 появляются не только трещины, но частично уже бэровские гряды. Наконец, в выделенной зоне 3 в рассматриваемой системе бэровских бугров имеются сохранившиеся «остаточные мелкие островки» не полностью преобразованных крупных гряд. Таким образом, анализ преобразования системы крупных гряд позволяет сделать два вывода. Первый из них: последовательность выделенных зон отражает существовавшую «агрессивность» вновь возникавшей системы бэровских бугров. Второй вывод состоит в том, что контактирующие системы были разновозрастны. Об этом же свидетельствует наличие покрова золотого песка на поверхности системы крупных бугров и отсутствие этого покрова на грядах рассматриваемого типа. По нашим представлениям, система крупных гряд формировавшихся на западной окраине Прикаспия могла быть образована в один из недавних регрессивных эпизодов последнего позднеледниковья, когда в этом месте находилась субэральная часть дельты Волги. По нашему мнению, возраст рассматриваемой системы бэровских бугров мог возникнуть в один из регрессивных эпизодов новокаспийской трансгрессии в позднем голоцене около 1600 л.н.

Все вышеизложенное в данном разделе в значительной своей части подкреплено фактическим материалом, полученным при изучении упомянутого карьера в пос. Икрыное. Здесь в карьере нами был описан разрез строения одной из бэровских гряд, по материалам изучения как рабочих стенок карьера так и обнажения, возникшего вследствие подмыва этой же формы рельефа рукавом Бахтиамир. Необходимо особенно подчеркнуть, что разрез, составленный по рабочим стенкам карьера, вскрывает строение южного и северного склонов гряды. Центральная часть гряды оказалась вся выбрана поскольку она была заполнена выдавленная толща коричневатых глинистых алевролитов (пачка 1), наиболее пригодной для изготовления качественного кирпича. В строении отложений, слагающих частично крылья гряды, удалось наблюдать лишь сохранившиеся фрагментарные остатки ядра этого сооружения, которые были представлены сложно дислоцированными коричневатых серыми алевролитами. В сомкнутых полостях имеющихся в крыльях гряд были обнаружены диапиры В толще отложений, слагающих данную грядку, было выделено четыре пачки (описание приведено снизу вверх):

1. Пачка глинистых алевролитов, коричневатого серого почти шоколадного цвета. В разрезе берегового уступа, подмытом рукавом Бахтиамир, в алевролитах наблюдалась горизонтальная слоистость, имеются редкие раковины хвалынской фауны. Видимая мощность данной пачки составляет 5–7 м. В карьере эти отложения видны только в его днище.

2. Суглинки, коричневатого бурого цвета, массивные, возможно субэральные, участвующие в строении крыльев гряды. В данных суглинках, как указывалось, имеются диапиры, образованные перемятыми алевролитами пачки 1. Диапиры в стенках карьера имеют высоту 2–3 м. Мощность толщи изменчива: в пределах нижней части склона гряды достигает 4–5 м. В момент наших исследований в стенках карьера можно было наблюдать только прилипшие к крыльям незначительные примазки алевролитов, которые также слагают упомянутые диапиры.

3. Погребенная почва, с хорошо выраженной среднекомковатой структурой, слабо гумусированная, гидроморфного типа. Мощность до 0,2–0,3 м.

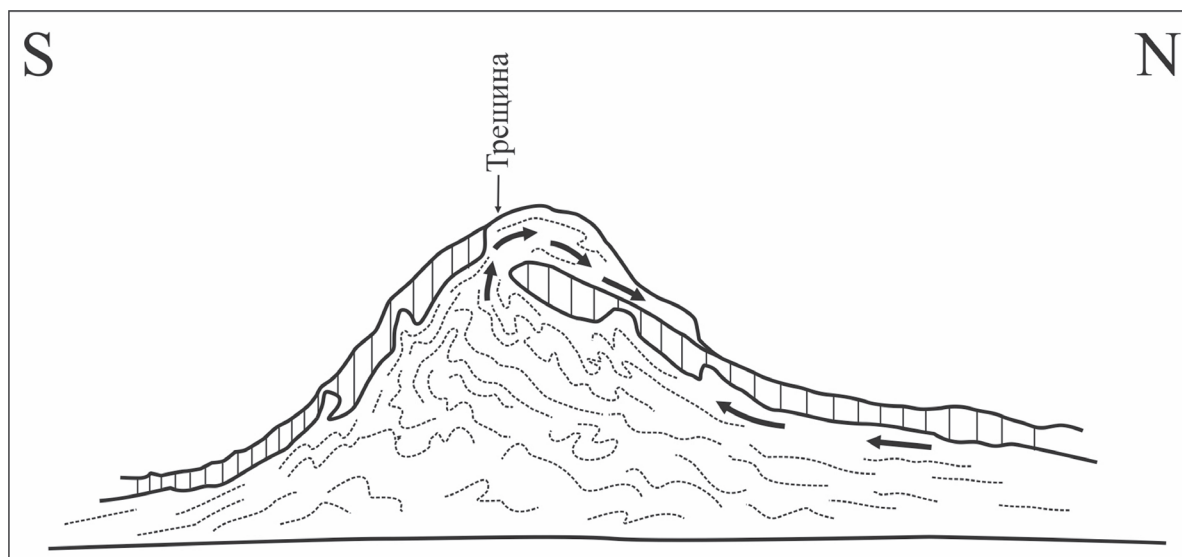
4. Алевролиты серовато-коричневые, уплотненные. В алевролитах выражена горизонтальные слои (доли метра), иногда хорошо выраженная косая или косоволнистая наслоенностью с субпараллельными или полого срезающими друг друга слоевыми границами, близкими по направлению своего падения к уклону склона гряды. По нашим представлениям, отложения, в которых имеется

подобная совокупность перечисленных текстур, имеют прямое отношение к грязевым потокам с пульсирующим режимом течения и обладающих меняющейся консистенцией. Поверхностная часть излившихся алевритов часто «рассыпается» на тонкие мелкие «щебенчатого типа пластинки». На «крыльях» гряды вниз по по склонам происходит утонение алевритов данной пачки. В некоторых случаях они распространяются до подножия гряды, образуя на поверхности прилегающего ильменя небольшие конусы выноса. Максимальная мощность этих отложений может достигать 4–5 м. Но на самом деле она могла быть несколько больше, поскольку вблизи краев трещины ее уменьшение могло произойти за счет, скорее всего, антропогенной деятельности.

Как указывалось, в основу разработанной модели формирования данного типа бугров составило признание приоритетного воздействия при их возникновении сейсмического фактора, с которым было связано возникновение «отпечатка» системы оригинального морфогенеза «застывших» волн с почти одновременным вызванной системой возникновением высокочастотного трещинообразования в толще уплотненных приповерхностных образований. Все перечисленное под действием сейсмических волн-ударов способствовало нагнетанию и выдавливанию в возникшие полости трещины пластичных глинистых алевритов разнообразной консистенции, залегающих ниже. Этот процесс сопровождался взбросом и отгибом возникших «крыльев трещин», что обуславливало образованию «цоколя» бэровских гряд. Дальней-

шее увеличение высоты гряд-бугров происходило за счет упомянутой выдавливаемой алевритовой массы. Как этого типа излияния протрузионного типа могли происходить при наличии возникшего в алевритах высокого давления.

По нашему мнению, отложения пачки 4 как раз и возникли в результате излияния коричневатосерых алевритов, по возникшей трещине в толще уплотненных алевритов, выстилавших поверхность плоского палеоднища залива Новокаспийского моря в один из регрессивных эпизодов этого водоема. Это излияние также как и трещинообразование возможно соотнести с сейсмическим событием. Непосредственно с сейсмическими процессами нами связывается два важных процесса. Первый из них это образование в толще поверхностных уплотненных субаэральных образований трещиноватости. Второй процесс это возникновение в толще морских новокаспийских алевритах сверхвысокого давления, вызвавшее резкое изменение консистенции в этих отложениях. Не исключено, что консистенция могла иметь пастообразный тип или даже высокую степень разжиженности, возможно даже имела пульсирующий тип изменения. Возникшее в алевритовой массе давление в процессе излияния способствовало взбросу и отгибу крыльев трещины и тем самым образованию цоколя бэровской гряды. Излившаяся алевритовая масса участвовала в создании верхней части гряды и частично поверхности крыльев (рис. 23). Что касается высокой плотности отложений на вершинах гряд, наличие которой в свое время отметил еще К. Бэр, то



**Рис. 23.** Схема строения очагово-сейсмического типа бэровского бугра.

**Fig. 23.** The schematic structure of the focal seismic type of the Baer knoll.

эта особенность привершинной части гряд могла быть обусловлена относительно повышенной карбонатностью отложений, которая достигает в серовато-коричневых алевроитах 12–15%, а в погребенной почве она может быть оценена выше, судя по наличию многочисленных карбонатных включений. Необходимо отметить также еще одно еще одно обстоятельство. Речь идет о наличии излившейся массы на северных склонах-крыльях и даже наличие отдельных небольших конусов выноса у подножия гряд. У подножия южных склонов конуса отсутствуют. Видимо это было связано с более высоким взбросом южного крыла, что предопределяло направленность сброса материала в северном направлении.

## 6. Заключение

**Важнейшим результатом настоящей работы является разработка основы концепции возникновения платформенного позднечетвертичного гравитационного покрова на юго-западе Северного Прикаспия. Главное, внимание, при этом, было уделено строению, морфогенезу и кинематики покрова. Подобная направленность исследований выполнена впервые и может в методическом плане представить интерес для специалистов, занимающихся изучением аналогичных более древних структур.**

1. В толще позднечетвертичных отложений морских и континентальных осадков юго-западной окраины Северного Прикаспия были обнаружены различного типа разрывные и пластические деформации, имеющие **региональное распространение**. Было установлено, что в морских отложениях деформации приурочены к позднеплейстоценовым образованиям хвалынского этапа развития Каспия: гирканского, раннехвалынского и позднехвалынского морей. Отложения данных палеоморей, хотя и разделены перерывами, но распространены в единой геоструктуре, имеют во многом аналогичный тип строения, что позволяет рассматривать всю толщу в качестве регионального осадочного бассейна.

2. Как было показано, появление упомянутых деформаций была обусловлено, главным образом, постседиментационными гравитационными процессами. Об этом свидетельствует распространение некоторых из них **как в морских, так и во многих континентальных образованиях**. В морских отложениях установлено наличие разнопорядковых систем расслоенности толщ плоскостями скольжения как межслоевого, так и внутрислоевого ранга. В межслоевых контактных зонах особенно между компетентными и некомпетентными толщами отложений возникают **зоны**

скольжения. Активное послонно-пластическое течение в зонах скольжения способствует возникновению пассивной транспортировки вышерасположенной толщи некомпетентных отложений, которая сопровождается процессом ее активного будинирования и образования соответствующего типа бэровских бугров, распространенных в пределах центральной части осадочного бассейна. В толще компетентных образований с плоскостями скольжения внутрислоевого ранга выявляются элементы кинематики сдвига индивидуальных слоев. В основании толщ морских отложений с процессами скольжения было связано существенное преобразование их строения. В результате наиболее характерными особенностями этих частей разрезов являются наличие в них специфического сочетания линзовидно залегающих фрагментов разнофациальных образований, иногда с наличием складчатых деформаций. К рассматриваемым частям разрезов нередко также приурочены разного типа строения ассимиляционные зоны состоящих из разновозрастных отложений.

3. Возникновению гравитационного покрова в рассматриваемом районе способствовало несколько сопутствующих обстоятельств. Важнейшим среди них является его расположение в зоне распространения повышенной неустойчивости трансгрессивно-регрессивных гидрологических событий Каспия. При этом, оптимальным вариантом признается наличие высокоскоростного режима регрессивных эпизодов, что способствовало увеличению интенсивности проявления гравитационных процессов за счет резких неоднократных снижений регионального базиса эрозии. Существенное значение имело также сходное геологическое строение хвалынских морских свит с характерным переслаиванием компетентных и некомпетентных отложений. Наконец, безусловно важная роль остается за расположением рассматриваемого района в области сверх высокого давления подземной лито-газо-гидросферы.

4. В структуре покрова было выделено три элемента.

Первый из них это отложения ванны осадочного бассейна. Второй элемент это латеральная южная часть покрова, совпадающая с общим уклоном территории. К этой части прилегает крутой уступ палеошельфа, на поверхности которого было обнаружено несколько пластиноподобных фрагментов верхней части гравитационного покрова, частично перекрывающих друг друга. Данные фрагменты являются индикаторами периодически возникающего переполнения латеральной части ванны бассейна материалом, транспортируемым под воздействием гравитации по верхней зоне расслоенности гравитационного покрова.

В результате на склон верхней половины уступа палеошельфа периодически «выползала» из прибрежной зоны верхняя часть покрова, что позволило говорить о современной подвижности по крайней мере верхней части покрова. Существующей современной подвижности латеральной части покрова способствовали два фактора: прибывающий материал из центральных частей покрова и выходы напорных грунтовых вод, «смазывающих» верхнюю зону скольжения.

Третий элемент представлен громадным специфическим аллохтонным отторженцем пластинообразной формы верхней части гравитационного покрова. Величина данного фрагмента превышает 12000 км<sup>2</sup>. Этот «отторженец» находится в пределах значительной части современной дельты Волги и залегает на толще морских алевритов. Характерной морфологической особенностью «отторженца» является наличие очень крупных бэровских бугров. Центральные части ядер этих бугров заполнены морскими сложно перемятыми коричневато-серыми алевритами. Формирование этой части ядра происходило при скольжении отторженца и было обусловлено «задиrom и нагнетанием» отложений ложа висячими крыльями полостей-трещин имевшихся в «в теле» основания отторженца. Одновременно в ходе движения отторженца происходило частичное вскрытие или повреждение существовавшей «покрышки» ниже расположенной области сверх высокого давления подземной лито-газо-гидросферы. Возникшие нарушения в «покрышке» способствовали образованию протрузий. Латеральные части ядер сложены чаще всего выжатыми снизу песками или алевритами, имевшими, судя по текстурным особенностям отложений разнообразную консистенцию, которая могла меняться от пульпоподобной до пастообразной. Наслоенность в структурах выдавливания часто имеет падение на север под углами до 20 град. Иногда фиксируются более разнообразные элементы залегания, что связано с измерениями в разных частях структур. Именно эти структуры нами рассматриваются в качестве мощных протрузий, образованных из глубинных «плавунных» отложений дочетвертичного возраста. В толщах образующих протрузии фиксируются многочисленные разнопорядковые проявления активной кинематики в виде локальных надвигов, будинажа, разрывов. Одновременно с процессом образования протрузий было связано возникновение высокоскоростного грядового рельефа. Таким образом, в формировании крупных бугров принимали участие два процесса. Первый из них гравитационный при движении отторженца. Второй процесс выдавливания глубинных разжиженных отложений. Этот процесс возник

вследствие нарушения сплошности «покрышки» (или ее ослаблении), перекрывающей подземную лито-газо-гидросферу. Это послужило основанием для выделения данного типа бугров в группу гравитационно-протрузионных образований.

Возникновение аллохтонного отторженца, по нашему мнению, было связано с образованием Волго-Ахтубинской депрессии. Эта форма рельефа могла способствовать возникновению гравитационной неустойчивости вновь возникшего края латеральной части покрова и отрыву от отторженца.

5. В дельте Волги также был изучен специфический тип бэровских бугров, формирование которых происходило, как предполагается, в очаговой области крупного сейсмического события. Разработана модель формирования этой системы бугров, основа которой учитывает не только особенности строения, но и их морфологию, а также парагенетические связи с другими морфогенетическими системами. В самом общем виде модель формирования данного типа бэровских бугров подразумевает их формирование в непосредственной связи с колебательно-ударным воздействием сейсмических волн в замкнутой обстановке, что вызывало в толще «запечатанных» алевритов образование, как консистенции близкой к пастообразному типу, так и чрезвычайно интенсивных в энергетическом плане волновых колебаний. С последними было связано зарождение системы высокочастотного грядообразования. Разрушительное воздействие верхней части волн на «крышу» способствовало не только отгибу крыльев зарождающихся гряд, но и возникновению трещинообразования. Трещины способствовали разгрузке возникших в толще алевритов напряжений и способствовали нагнетанию и выдавливанию в возникшие трещины-полости новых порций алевритовой массы. Это приводило к дальнейшему росту гряды. В этом плане, представляется, что не будет большим преувеличением признать, что возникшая грядовая система, возможно, представляет собой своеобразный одномоментный «слепок» сейсмической волновой деятельности возникшей в замкнутой среде. Важно отметить, что механизм возникновения гряд, сопровождавшийся образованием отгибов возникавших «крыльев гряд» и одновременным заполнением образовавшихся пустот выдавливаемым материалом, что обуславливало создание так называемого «цоколя» бэровских бугров рассматриваемого типа. Отсюда, можно констатировать, что образование данной системы гряд было связано с **сейсмогенным приповерхностным протрузионным процессом**. Дальнейшее увеличение высоты гряд-бугров происходило за счет

выдавливания через трещины-полости алевроитовой массы. В результате формировался второй «этаж» в строении гряд, имеющий прерывисто-локальное распространение, сложенный выдавленными излившимися алевроитами.

6. Анализ имеющегося материала показал, что возраст возникновения субаэрального гравитационного покрова, естественно, оказывается «привязан» к регрессивным эпизодам хвалыньских палеоморей. В отношении гирканской части покрова, гидрологические события соответствующего морского бассейна до сих пор остаются изученными совершенно недостаточно. Поэтому пока есть все основания говорить, судя по «радиоуглеродной стратиграфии» о том, что регрессия этого бассейна началась около 25–23 тыс.л.н. Именно с этого времени в его отложениях начались преобразования субаэральными гравитационными процессами. Во время последовавшей трансгрессии раннехвалыньского моря в отложениях гирканского бассейна субаэральные гравитационные процессы прекратили свою деятельность. Вновь они возобновилась в регрессивные фазы раннехвалыньского моря. Изложенное позволяет говорить, что гравитационные преобразования для части выделенного покрова, заливавшихся тремя морскими бассейнами, характеризовались возобновляемой прерывистостью своего воздействия. С другой стороны, например, для максимально распространявшегося раннехвалыньского моря гравитационные преобразования происходили лишь во время регрессивных эпизодов. Таким образом, в определенной степени можно говорить о временном дуализме проявления и меняющейся интенсивности гравитационных преобразований в рассматриваемом покрове. Судя по имеющимся наблюдениям локальные гравитационные преобразования отложений разного типа могут происходить и в настоящее время, что связано с приближенными к дневной поверхности динамикой уровней подземных вод, находящихся в зонах сверхглубоких давлений. Не исключено, что более тщательный анализ активности соляной тектоники, может оказаться полезным при дальнейшей разработке настоящей концепции.

Работа выполнена по госзаказу 0135-2019-0004 в Геологическом институте РАН

*Благодарности:* авторы считают своим долгом выразить сердечную благодарность зав. отделом ВСЕГЕИ С.А. Застрожнову, проф. МГУ А.О.Макееву за представленные фотографии. Кроме того огромную неоднократную помощь в проведении полевых исследований оказывал научный сотрудник Астраханского краеведческого музея В.М. Головачев, которому мы безмерно благодарны.

## Литература

- Аристархова Л.Б.* О происхождении и тектонической приуроченности бэровских бугров // Вестник МГУ, сер. географ. 1980, №1, с. 36–42.
- Архинов С.А.* К литолого-фациальной характеристике хвалыньских шоколадных глин и условия их образования // Бюллетень Комиссии по изуч. Четвертичного периода. 1957, № 58, с. 63–72.
- Бадюкова Е.Н.* Новые данные о морфологии и строении Бэровских бугров // Геоморфология, 2005, №4, 2005, с. 25–42
- Брылев В.А., Цыганков А.В., Акуз И.К.* Глава Геоморфология в кн. // Геология СССР, т. XLXI Ростовская, Волгоградская, Астраханская области и Калмыцкая АССР. М. «Недра», 1970, с. 578–604.
- Бэр К.* Ученые записки о Каспийском море и его окрестностях // Записки Императ. Русского Географ. Общества. Кн. X СПб., 1856, с. 181–224.
- Варущенко С.И., Варущенко А.Н., Клиге Р.К.* Изменение режима Каспийского моря и бессточных водоемов в палеовремени. М. Наука 1987. 257 с.
- Владимиров М.К.* О происхождении бэровских бугров междуречья Волги и Урала // Изв. АН Казах. ССР, сер. геолог. 1953, т. 121, № 16, с. 40–46.
- Волков И.А.* О геологическом строении и рельефе бугров Бэра // Труды Лаборатории аэрометодов АН СССР, 1960, с. 74–89.
- Войт Б.* Механика регрессивного блокового скольжения на примере развития оползня Тернагейн-Хайтс, Анкоридж, Аляска. // Сила тяжести и тектоника. Фундаментальные труды зарубежных ученых по геологии, геофизике и геохимии. М. Изд.-во МИР, 1976, с. 116–140.
- Геология дельты р.Волги // Труды ГОИНа, М. изд. АН СССР, 1951, вып. 18, с. 251.
- Доскач А.Г.* Геоморфологические наблюдения в районе развития бугров Бэра // Труды Института географии АН СССР, 1949, т. 43, вып. 2, с. 19–32.
- Жуков М.М.* К стратиграфии каспийских осадков Низового Поволжья // Тр. Комиссии по изуч. Четвертичного периода, 1935, т. 4, вып. 2, с. 227–272.
- Иванова Г.А.* К вопросу о происхождении бэровских бугров // Тр. Института геогр. АН СССР, 1952, т. 51, с. 277–391.
- Косыгин Ю.А.* Соляная тектоника платформенных областей. М.-Л., Гостоптехиздат, 1957, с. 247.
- Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А., Сулержицкий Л.Д.* Геолого-палеоэкологические события севера аридной зоны в последние 10 000 лет. // Геолого-палеоэкологические обстановки четвертичного периода. М.Геологический институт АН СССР, 1991, с. 67–104
- Леонов Ю.Г., Лаврушин Ю.А., Эштейн О.Г.* Проявления грандиозных гравитационных процессов на позднехвалыньском палеошельфе Северного Прикаспия // Докл. Академии наук, 1995, т. 344, № 2, с. 212–215.
- Москвитин А.И.* Плейстоцен Нижнего Поволжья // Труды Геологического института АН СССР, 1962, вып. 64, 263 с.

- Попов Г.И. Четвертичная система // В кн. Геология СССР, т. XLXI, Ростовская, Волгоградская, Астраханская области и Калмыцкая АССР. М.: Недра, 1970, с. 447–604.
- Православлев П.А. Северо-западное побережье Каспия. // Изв. Центрн. гидрометбюро. 1929, вып. 8, с. 35–47.
- Родзянко Г.Н. Неогеновая система // в кн: Геология СССР, т. XLXI, Ростовская, Волгоградская, Астраханская области и Калмыцкая АССР. М.: Недра, 1970, с. 410–446.
- Рычагов Г.И. Новые данные о генезисе и возрасте бэровских бугров // Вестник МГУ, серия географ. 2009, №5, с. 59–67.
- Свиточ А.А., Ключиткина Т.С. Бэровские бугры Нижнего Поволжья. М. 2006., 159 с.
- Федоров П.В. Плейстоцен Понто-Каспия. М.: Наука, 1978, 168 с.
- Холодов В.Н. Термобарические обстановки глубин осадочно-породных бассейнов и их флюидодинамика. Сообщение 1. Зональность строения стратисферы и условия образования аномально-высоких и сверхвысоких давлений флюидов / Литология и полезные ископаемые, 2018, № 6, с. 539–557.
- Холодов В.Н. Термобарические обстановки глубин осадочно-породных бассейнов и их флюидодинамика. Сообщение 2. Сверхвысокие давления и грязевые вулканы / Литология и полезные ископаемые, 2019а, №1, с. 44–59.
- Холодов В.Н. Термобарические обстановки глубин осадочно-породных бассейнов и их флюидодинамика. Сообщение 3. Сверхвысокие давления в стратисфере и соляные диапиры / Литология и полезные ископаемые, 2019б, №2, с. 130–148.
- Янина Т.А. Неоплейстоцен Понто-Каспия М. 2012, 263 с.
- Odenstad S. The landslide ft Skottorp on the Lidan River // Royal Swedish Geotech. Inst. Proc., №4, 403, 1951
- Vladimirov M.K. On the origin of the Baer knolls of the interfluvium of the Volga and the Urals // Bulletin of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR, geological series. 1953. Vol. 121. N 16. P. 40–46.
- Volkov I.A. On the geological structure and relief of the Baer knolls // Transactions of the Laboratory of aeromethods of the Academy of Sciences of the USSR. 1960. S. 74–89.
- Voight B. The mechanics of regressive block sliding on the example of the development of the Ternagain Heights landslide, Anchorage, Alaska // Gravity and tectonics. Fundamental works of foreign scientists in geology, geophysics and geochemistry. Moscow: Mir Publishing House, 1976. P. 116–140.
- Geology of the delta r. Volga // Proceedings of the State Oceanographic Institute. Vol. 18. 1951. P. 251.
- Doskach A.G. Geomorphological observations in the area of development of the Baer knolls // Transactions of the Institute of Geography of the Academy of Sciences of the USSR. 1949. Vol. 43. Iss. 2. P. 19–32.
- Zhukov M.M. On the stratigraphy of the Caspian sediments of the Lower Volga // Transactions of the Commission for the Study of the Quaternary. 1935. Vol. 4. N 2. P. 227–272.
- Ivanova G.A. To the question of the origin of the Baer knolls // Transactions of the Institute of Geography of the USSR Academy of Sciences. 1952. Vol. 51. P. 277–391.
- Kosygin Yu.A. Salt tectonics of platform areas. Moscow, Leningrad: Gostoptekhizdat, 1957. 247 p.
- Lavrushin Yu.A., Spiridonova E.A., Sulerzhitsky L.D. Geological and paleoecological events of the north of the arid zone in the last 10,000 years // Geological and paleoecological conditions of the Quaternary. Moscow: Geological Institute of the Academy of Sciences of the USSR, 1991. P. 67–104
- Leonov Yu.G., Lavrushin Yu.A., Epstein O.G. Manifestations of grandiose gravitational processes on the late Khvalynsky paleo shelf of the Northern Caspian // Reports of the Academy of Sciences 1995. Vol. 344. N 2. P. 212–215.
- Moskvitin A.I. Pleistocene of the Lower Volga. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1962. 263 p. (Proceedings of the Geological Institute of the Academy of Sciences of the USSR; Vol. 64).
- Popov G.I. The Quaternary System // Geology of the USSR. Vol. 46. Rostov, Volgograd, Astrakhan regions and the Kalmyk ASSR. Moscow: Nedra, 1970. S. 447–604.
- Pravoslavlev P.A. Northwest coast of the Caspian // Bulletin of the Central Hydromet Bureau. 1929. Issue 8. P. 35–47.
- Rodzianko G.N. Neogene system // Geology of the USSR. Vol. 46. Rostov, Volgograd, Astrakhan regions and the Kalmyk ASSR. Moscow: Nedra, 1970. P. 410–446.
- Rychagov G.I. New data on the genesis and age of the Baer knolls // Vestnik Moscow State University, geographical series. 2009. No5. P. 59–67.
- Svitoch A.A., Klyuvitkina T.S. Baer knolls of the Lower Volga. Moscow: Publishing House of the Russian Agricultural Academy, 2006. 159 p.
- Fedorov P.V. Pleistocene Ponto-Caspian. Moscow: Nauka, 1978. 168 p.

## Literature

- Aristarkhova L.B. On the origin and tectonic confinement of the Baer knolls // Vestnik Moscow State University, geographical series. 1980. N 1. P. 36–42.
- Arkhipov S.A. To the lithological and facies characterization of the Khvalynsk chocolate clays and the conditions of their formation // Bulletin of the Commission for the Study of the Quaternary. 1957. N 58. P. 63–72.
- Badyukova E.N. New data on the morphology and structure of the Baer knolls // Geomorphology. 2005. N 4. P. 25–42.
- Brylev V.A., Tsygankov A.V., Akuz I.K. Geomorphology // Geology of the USSR. Vol. 69. Rostov, Volgograd, Astrakhan regions and the Kalmyk ASSR. Moscow: Nedra, 1970. P. 578–604.
- Baer K. Scientific notes on the Caspian Sea and its environs // Notes of the Imperial Russian Geographical Society. Vol. 11. 1856. P. 181–224.
- Varushchenko S.I., Varushchenko A.N., Klige R.K. Change in the regime of the Caspian Sea and inland reservoirs in paleo-time. Moscow: Nauka, 1987. 257 p.



*Kholodov V.N.* Thermobaric Depth Settings of Sedimentary Rock Basins and Their Fluid Dynamics: Communication 1. Zonation of the Stratispheric Structure and Constraints of Anomalous High and Superhigh Fluid Pressures / Lithology and Mineral Resources, 2018, Vol. 53, No. 6, pp. 489–506

*Kholodov V.N.* Thermobaric Depth Settings of Sedimentary Rock Basins and Their Fluid Dynamics: Communication 2. Superhigh Pressures and Mud Volcanoes / Lithology and Mineral Resources. 2019a. Vol. 54. № 1, pp. 38–52.

*Kholodov V.N.* Thermobaric Depth Settings of Sedimentary Rock Basins and Their Fluid Dynamics: Communication 3. Superhigh Pressures in the Stratisphere and Salt Diapirs / Lithology and Mineral Resources. 2019b. Vol. 54. № 2, pp. 103–118.

*Yanina T.A.* Neopleistocene of the Ponto-Caspian: biostratigraphy, paleogeography, correlation. Moscow: Geography Faculty of Moscow State University, 2012. 264 p.

*Odenstad S.* The landslide at Skottorp on the Lidan River// Royal Swedish Geotech. Inst. Proc., №4, 403, 1951

**Yu.A. Lavrushin, M.P. Antipov, N.P. Kuralenko, E.A. Spiridonova, A. Tudrin**  
**THE STRUCTURE, MORPHOGENESIS AND KINEMATICS OF THE LATE QUATERNARY GRAVITATIONAL COVER OF THE SOUTHWESTERN PART OF THE NORTHERN CASPIAN**

The presence of a thin Late Quaternary gravitational cover defined within the shallow relief of the Northern Caspian region. Indicators of gravitational kinematic-dynamic processes are developed. The most important result of the research was the conclusion about their post-sedimentary origin in paragenesis with high-speed regressive events of the Caspian Sea. The studied Baer knolls formation models were developed, the most important: boudinaged, protrusive, knolls of compression zones, as well as focal seismic type. The proposed concept of the structure, morphogenesis, and kinematics of a young Late Quaternary gravitational cover may be useful and interesting for researchers studying similar type ancient geological structures.

Keywords: Structure, morphogenesis and kinematics of Late Quaternary gravitational cover of the southwestern part of the Northern Caspian region.