

Литература

1. Алаев Э. Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. М.: Мысль, 1983, 350 с.
2. Атлас народов Ставрополя: научно-публицистическое издание. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2012, 176 с.
3. Белозеров В. С., Панин А. Н., Черкасов А. А. Геоинформационное моделирование этнических процессов в России // Территориальная организация общества и управление в регионах (к 100-летию со дня рождения С.А. Ковалева): материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (10–12 октября 2012 г.). Воронеж: ВГПУ, 2012, С.61–62.
4. Белозеров В. С., Панин А. Н., Черкасов А. А. ГИС в исследовании этнических процессов в России // «ИнтерКарто-ИнтерГИС–18» Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт // Материалы международной конференции / редкол.: С. П. Евдокимов (отв. ред) В. С. Тикунов, Т. В. Ватлина. Смоленск, 26–28 июня, 2012 г. Смоленск, 2012. С. 276–280.
4. Белозеров В. С., Панин А. Н., Чихичин В. В. Этнический атлас Ставропольского края. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2008, 208 с.
6. Белозеров В. С., Черкасов А. А. ГИС-мониторинг этнических процессов в России // Современная наука и инновации №1, 2013. С. 157–161.
7. Берлянт А. М. Образ пространства: карта и информация. М.: Мысль, 1986. 240 с.
8. Курбанов М. Р., Курбанов Г. М. Этноатлас Республики Дагестан. Махачкала: Дагестанское кн. изд-во, 2011. 178 с.
9. Максаковский В. П. Географическая культура. М.: Гуманит. Изд. центр ВЛАДОС, 1998. 416 с.
10. Народы России: Атлас культур и религий / отв. ред. В. А. Тишков, А. В. Журавский, О. Е. Казьмина. М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2011. 256 с.
11. Этноатлас Красноярского края. Красноярск: Группа компаний «Платина», 2006. 224 с.
12. MacEachren A. M., Kraak M. J., Exploratory cartographic visualization: advancing the agenda // Computers & Geosciences, 1997. vol. 23, no. 4. P. 335–343.

УДК 553.98.061

**Галай Борис Федорович, Голованов Михаил Петрович,
Туманова Елена Юрьевна, Колесниченко Анатолий Владимирович**

ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ МИОЦЕНОВЫХ БЛОКОВ СЕВЕРНОГО БОРТА ЗАПАДНО-КУБАНСКОГО ПРОГИБА

В статье приведена геодинамическая характеристика Западно-Кубанского прогиба и его структурных элементов с позиции концепции тектоники литосферных плит. Предложена новая геологическая модель Прибрежно-Новотитаровской зоны дислокаций.

Ключевые слова: Западно-Кубанский прогиб, конвергентные границы литосферных плит, разрывные нарушения, листрический блок, миоценовые отложения.

**Galay Boris F., Golovanov Mikhail P., Tumanova Elena Y., Kolesnichenko Anatoliy V.
GEODYNAMIC FORMATION MODEL OF MIOCENE BLOCKS OF NORTH SIDE
OF THE WEST KUBAN DEPRESSION**

The article describes the geodynamic characteristics of the West Kuban depression and its structural elements of positions of the concept of plate tectonics. A new geological model of Pribrezhno-Titarovskaya zone of dislocations.

Key words: West Kuban depression, convergent boundaries of lithospheric plates, faults, listric fault, Miocene sediments.

В настоящее время основным объектом поисков залежей нефти и газа в Западном Предкавказье является интенсивно дислоцированная среднемиоценовая толща северного борта Западно-Кубанского прогиба. Ловушки углеводородов (УВ) здесь связаны с тектоническими блоками, механизм формирования которых до конца не изучен. Мы представляем свою точку зрения на данную проблему, рассматривая структуры прогиба как часть тектонической системы, сформированной глобальными геодинамическими процессами, которые сформировали горно-складчатый Кавказ и его обрамление.

В схематичном виде геодинамическая модель формирования Западно-Кубанского прогиба представляется следующим образом. В западно-кавказском сечении на жесткой стадии коллизии, приуроченной во времени к олигоцен-неогену, в зону конвергенции были вовлечены аккреционная призма Северо-Западного Кавказа, аллохтонный блок Главного хребта и Западно-Кубанский прогиб [1]. Субдукция Закавказской плиты инициировала формирование покровов. Образование надвигов в тыловой части аккреционной призмы (Новороссийско-Лазаревский синклиниорий) и аллохтонном блоке Главного хребта, очевидно, сопровождалось не только субгоризонтальным перемещением масс горных пород относительно поверхности срыва, но и субвертикальным выжиманием крупных блоков. В существенно упрощенном и обобщенном виде результаты процессов, происходивших в северной части зоны конвергенции, сводятся к субвертикальному воздыманию блоков аккреционной призмы и, фактически, компенсационному погружению осевой части Западно-Кубанского прогиба. Очевидно, что при таких геодинамических условиях на прилегающем к орогену борту прогиба должны доминировать напряжения сжатия, а на платформенном – растяжения.

Парагенезис сил сжатия и растяжения установлен для различных (по механизмам и масштабам взаимодействия масс) геодинамических обстановок. Известно, что глобальные протяженные зоны сближения литосферных плит, называемые конвергентными границами плит, характеризуются большим разнообразием. Если сближаются океанические плиты, то на границе между ними образуются вулканическая островная дуга и глубоководный желоб, если океаническая и континентальные плиты, то – активная континентальная окраина, включающая горную систему на континенте и глубоководный желоб в океане. Если же сближаются и сталкиваются континенты, то на конвергентной границе формируются складчатые пояса. Несмотря на это разнообразие, для всех типов конвергентных границ характерны структуры растяжения. Они выявлены в окраинных морях западной части Тихого океана и в Южно-Антильской котловине Атлантического океана, во внутренних бассейнах Средиземного моря, в орогенных поясах, обрамляющих с востока и юго-востока Тихий океан, и других регионах [2, 3]. Таким образом, в областях регионального сжатия возникают и растягивающие усилия, приводящие к образованию рифтовых зон и рифтоподобных структур. К последнему типу структур, по нашему мнению, следует относить и Западно-Кубанский прогиб.

Согласно наиболее распространенным представлениям генезис миоценовых блоков северного борта Западно-Кубанского прогиба, определяется как оползневой. И. А. Воскресенский (1995) рассматривал их как недоразвившиеся листрические блоки, поскольку ограничивающие их разрывы развиты лишь в верхней части разреза. Внизу они затухают, и блок остается не вырезанным из основной массы пород, то есть здесь имеет место начальная стадия развития листрического блока, приведшая лишь к проседанию пакета отложений в верхней части формации.

В целом, не отрицая права на существование такой модели формирования блоков, необходимо отметить, что под зоной дизъюнктивных дислокаций в доолигоценовых отложениях выявлены немногочисленные разрывные нарушения. Причем целенаправленных сейсмических наблюдений глубокопогруженных горизонтов на большей части описываемой территории не проводилось. Эффект «затухания» караган-чокракских разрывов в майкопских глинах, по-видимому, связан с методикой сейсмических наблюдений, не позволяющей выявлять дизъюнктивные дислокации в монотонных толщах. Поэтому можно предположить, что основные разрывные нарушения зоны являются не «недоразвитыми», а обычными листрическими сбросами.

Как показывает имеющийся материал, листрические блоки развиваются не единично, а образуют системы блоков общего простиранья. Важно подчеркнуть, что это именно система, то есть совокупность отдельных блоков, имеющих много общего в строении и истории формирования, но и обладающих определенной автономностью.

Автономность развития тектонических блоков на региональном (литосферные плиты), субрегиональном (для изучаемого региона – восточный, центральный и западный секторы Большого Кавказа, а также основные платформенные тектонические элементы), сублокальном (зоны дислокаций, тектонические блоки северного и южного бортов Западно-Кубанского прогиба) и локальном (антиклинальные складки, блоки) уровнях определяется тектонической делимостью литосферы. Находясь под воздействием единого регионального (или надрегионального) геодинамического поля напряжений, тектонические блоки могут иметь отличные от региональных ориентировки осей главных нормальных напряжений. Наличие и масштабы флуктуаций регионального поля тектонических напряжений зависят от направлений перемещения блоков в пространстве и строения зон их сочленения (активные разломы или «плавные» изгибы флексурного типа, литологическое сходство или различие

контактирующих пород и др.). Таким образом, тектонические поля напряжений имеют очень сложную структуру, выражающуюся, в данном случае, в наличии ранговой иерархии этих полей [4].

Геодинамическое поле напряжений при любом изменении своего квазистационарного состояния приводит к соответствующим изменениям структуры поля. Однако революционному процессу существенной перестройки структуры предшествуют эволюционные этапы накопления и частичного перераспределения напряжений. Продолжительность этих этапов зависит от многих факторов. К числу основных из них можно отнести силу внешнего воздействия и устойчивость направления ее приложения во времени и пространстве. Здесь необходимо подчеркнуть, что возрастание напряженного состояния в массивах осадочного чехла происходит параллельно с литификацией горных пород и может охватывать как весь осадочный чехол и фундамент, так и их части, в объеме отдельного тектонического блока, или тектонического яруса. Последнее вытекает из основных положений теории сопротивления материалов, согласно которым в однородном материале напряжения распространяются равномерно. В противном случае возникают концентраторы напряжений, число которых тем больше, чем выше неоднородность объекта. Но объем горных пород осадочного чехла в пределах одного геоблока или, даже, локального объекта – это образец, по сути, бесконечной неоднородности как по вертикали, так и по площади тектонокомплекса, которая определяется не только различной литологией горных пород, но и степенью их литификации (компетенции), метаморфизма, мощностью и др. Поэтому, в условиях всестороннего сжатия, в объеме отдельного структурно-формационного этажа должно формироваться множество таких концентраторов, представляющих собой «зародыши» складок и (или) блоков, последующее развитие которых контролируется флуктуациями тектонических полей напряжений. Формирование первичных концентраторов напряжений может вызывать незначительные деформации горных пород, которые, по закономерностям распределения в пространстве, можно назвать очаговыми.

Механизм формирования листрических блоков северного борта Западно-Кубанского прогиба представляется следующим. Вырезание, или скалывание наметившегося листрического блока происходит не одномоментно: процесс этот зарождается в верхних горизонтах, а затем распространяется вниз по разрезу. Фаза скалывания соответствует обстановке доминирования максимального поперечного сжатия, в результате которого образуется трещина (система ориентированных трещин) и (или) разрывное нарушение без- или с минимальным смещением пород по вертикали. В последнем случае первоначальное нарушение кинематически будет представлено взбросо-надвигом очень небольшой амплитуды. При изменении геодинамической обстановки, в условиях преимущественного растяжения, происходит инициированная тектоническими событиями гравитационная сбросовая подвижка по наметившемуся разрыву, но уже существенно большей амплитуды. В процессе формирования листрических блоков изменение геодинамических обстановок происходит многократно.

Таким образом, прежде чем принять современный морфологический облик, листрический блок претерпевает сложные и многоэтапные как эволюционные, так и революционные преобразования.

Изучение кинематических характеристик разрывных нарушений, ограничивающих листрические блоки северного борта прогиба, было проведено на основе анализа временных сейсмических разрезов по профилям, отработанным в наиболее сложно построенной западной части борта прогиба – Прибрежно-Новотитаровской зоне дизъюнктивных дислокаций. Волновая картина временного интервала, стратиграфически приуроченного к олигоцен-плиоценовым отложениям, в полной мере отражает разнообразие сейсмогеологических условий и особенностей анализируемой части разреза. Оligоцен-нижнемиоценовые комплексы пород характеризуются практически полным отсутствием регулярных отражений. Как правило, на общем фоне хаотических отражений регистрируются отдельные отражающие площадки или фрагменты отражающих горизонтов, трудно поддающиеся сейсмofациальной или структурной интерпретации. Сейсмогеологические условия верхнемиоцен-плиоценовых отложений характеризуются наличием достаточно уверенно коррелируемого пакета отражений.

Среднемиоценовые отложения характеризуются сложными и разнообразными сейсмогеологическими условиями. В южной и северной частях Прибрежно-Новотитаровской зоны, где влияние разрывных нарушений сведено к минимуму или вовсе отсутствует, караган-чокракским отложениям на временных разрезах соответствует пакет отражений с параллельными осями синфазности. Акустическая жесткость отражающих границ здесь определяется литолого-фациальными условиями формирования отложений.

В зоне распространения листрических блоков волновая картина характеризуется наибольшей сложностью. Количество отражающих горизонтов в блоках варьирует в широких пределах как по

разрезу, так и по латерали. Подвержено существенным изменениям и качество отражающих границ, изменяющихся от акустически жестких, уверенно коррелируемых фрагментов отражающих горизонтов, до хаотической сейсмической записи. Причем, волновая картина может неоднократно претерпевать кардинальные изменения на достаточно ограниченном участке профиля. Очевидно, что корреляция и геологическая интерпретация таких временных разрезов не только сопряжены со значительными трудностями, но и предопределяют неоднозначность полученных результатов, которые в этом случае в существенной степени отражают общие представления интерпретатора об условиях формирования и строении района.

Как было показано выше, одной из общих черт тектонических блоков является определенная автономность их развития. Для блоков северного борта Западно-Кубанского прогиба это положение подтверждается проведенными исследованиями, по результатам которых были выявлены различия (хотя и не очень значительные) в истории формирования сбросов (время заложения, набора современной амплитуды и др.). Так, палеоструктурные реконструкции, проведенные на Прибрежной и Морозовской площадях, показывают, что листрические блоки в близких к современным очертаниях сформировались к концу мезотического времени. На Прибрежном участке начало формирования блоков датируется не ранее позднего, а на Морозовском – не ранее среднего сармата. В плиоцен – плейстоцене отмечается незначительная активность только отдельных сбросов (Прибрежный, Морозовский, Варавенско-Сладковский и другие участки), что фиксируется по результатам палеореконокструкций и интерпретации временных сейсмических разрезов, на которых эти сбросы прослеживаются, по меньшей мере, до понтических отложений.

На многих временных разрезах как основные (блокообразующие), так и оперяющие их разрывные нарушения характеризуются сложной дендритовидной конфигурацией. Наклон плоскостей смещения блоков непостоянен, и изменяется от 6° до 75° и более. У основных разрывных нарушений достаточно уверенно выделяются нижний, более пологий, и верхний участки. Излом (начало выполаживания) плоскостей сместителей на Прибрежной площади приурочен к среднему чокраку, на Морозовской – к его кровле, а на Черноерковско и Варавенско-Сладковской – к подошве. Углы наклона «крутого» и «пологого» участков разрывных нарушений характеризуются следующими значениями: Прибрежная площадь – $30\text{--}35^\circ$ и $10\text{--}15^\circ$; Морозовская – $25\text{--}75^\circ$ и $8\text{--}15^\circ$; Варавенско-Сладковская – $20\text{--}25^\circ$ и $5\text{--}15^\circ$; Черноерковская – $45\text{--}65^\circ$ и $25\text{--}30^\circ$, соответственно.

Наличие пологих (субгоризонтальных) деформаций пород караган-чокракского комплекса подтверждается и результатами исследований керна (Бигун П. В., 2001), поднятого из скважин на Прибрежной, Восточно-Прибрежной, Морозовской, Черноерковской, Варавенской и других площадях. В изученных образцах, представленных, главным образом глинами, реже, аргиллитами, алевролитами, песчаниками и мергелями, наряду с субвертикальными трещинами, часто отмечаются плоскости скольжения с углами $3\text{--}35^\circ$. В скважине Терноватая 2 плоскости скольжения маркируют горизонтальное перемещение пород (сдвиг). Для перекрывающих караган-чокракские отложения (по меньшей мере, до сарматских) характерны более крутые углы наклона плоскостей скольжения ($35\text{--}45^\circ$ в скважинах 7 и 13 Прибрежных).

Выполаживание листрических разломов в олигоценых отложениях на временных разрезах практически не фиксируется из-за хаотической волновой картины, но в немногочисленном керне, характеризующем тарханские и верхнемайкопские отложения встречаются трещиноватые глины с плоскостями скольжения. Выполаживание разрывных нарушений в этих отложениях, по-видимому, должно маркироваться трудно выявляемыми в монотонных глинистых толщах поверхностями срывов, которые могут быть представлены зонами разуплотнения, переуплотнения и (или) трещиноватости. Косвенным подтверждением последнего может служить получение притока нефти из глин на расположенной в пределах Прибрежно-Новотитаровской зоны Южно-Андреевской площади.

Таким образом, сформировавшаяся в стадию жесткой коллизии структура северного борта Западно-Кубанского прогиба контролируется системой листрических блоков, характеризующихся многоэтапностью и определенной автономностью своего развития, что необходимо учитывать при прогнозировании типов ловушек УВ и оценке перспектив их нефтегазоносности.

Литература

1. Короновский Н. В., Демина Л. И. Коллизионный этап развития Кавказского сектора Альпийского складчатого пояса: геодинамика и магматизм // Геотектоника. 1999. № 2. С. 17–35.
2. Милановский Е. Е. Рифтогенез в истории Земли. Рифтогенез в подвижных поясах. М.: Недра, 1987. 297 с.

3. Мирлин Е. Г. Раздвижение литосферных плит и рифтогенез. М.: Недра, 1985. 249 с.
4. Осокина Д. Н. Иерархические свойства тектонического поля напряжений // Экспериментальная тектоника: Методика, результаты, перспективы / под ред. А.В. Лукьянова. М.: Наука, 1989. С. 197–208.

УДК 622.276.5.001.5

**Гунькина Татьяна Александровна, Васильев Владимир Андреевич,
Зиновьева Лариса Михайловна, Копченков Вячеслав Григорьевич**

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА ПРИ ЗОНАЛЬНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ

В статье приведены примеры расчета для конкретной скважины Касимовского ПХГ, приводятся полученные формулы для расчета параметров призабойной зоны пласта при зональной неоднородности. Даны рекомендации по проверке правильности расчета.

Ключевые слова: призабойная зона пласта, зональная неоднородность, коэффициент проницаемости, работающая толщина пласта, кольтмация, раздренирование.

**Vasiliev Vladimir A., Gunkina Tatyana A., Zinovieva Larisa M., Kopchenkov Vyacheslav G.
CALCULATION OF PARAMETERS BOTTOMHOLE FORMATION ZONE AT THE
ZONAL INHOMOGENEITIES**

Expressions are obtained for calculating the parameters of the bottomhole formation zone at the zonal heterogeneity. The examples of calculation for a specific well Kasimovsky UGSF. Recommendations are given of supervising the correct calculation.

Key words: bottomhole formation zone, the zonal heterogeneity, coefficient of permeability, thickness of the working layer, mudding, formation of local channels filtration.

Газодинамические исследования скважин, как вертикальных, так и горизонтальных, подтверждают нелинейную зависимость дебита от депрессии на пласт [1].

Уравнение притока газа к скважине имеет вид:

$$P_{пл}^2 - P_{заб}^2 = A Q_o^2 + B Q_o^2, \quad (1)$$

где $P_{пл}$ – пластовое давление; $P_{заб}$ – забойное давление; Q_o – дебит газа при нормальных условиях; A и B – коэффициенты фильтрационных сопротивлений.

Коэффициенты фильтрационных сопротивлений A и B определяют по результатам газодинамических исследований.

Для вертикальной скважины эти коэффициенты имеют вид:

$$A = \frac{\mu \cdot P_o \cdot T_{пл} \cdot z_{пл}}{\pi k h \cdot T_o} \ln \frac{R_k}{r_c}; \quad (2)$$

$$B = \frac{\beta \cdot \rho_o \cdot P_o \cdot T_{пл} \cdot z_{пл}}{2 \pi^2 h^2 \sqrt{k} \cdot T_o} \left(\frac{1}{r_c} - \frac{1}{R_k} \right), \quad (3)$$

где μ – коэффициент динамической вязкости газа в пластовых условиях; P_o и T_o – давление и температура при нормальных условиях, $P_o = 1,013 \cdot 10^5$ Па; $T_o = 273K$; $T_{пл}$ – средняя по пласту температура; $z_{пл}$ – средний по пласту коэффициент сжимаемости газа; k – коэффициент проницаемости; β – коэффициент вихревых сопротивлений [2]; ρ_o – плотность газа при нормальных условиях; h – толщина пласта, r_c – радиус скважины по долоту, R_k – радиус зоны дренирования пласта скважиной.

Из совместного решения уравнений (2) и (3) имеем:

– толщина пласта

$$h = \sqrt[3]{\frac{b^2}{a} \cdot \frac{A}{B^2}}; \quad (4)$$

– коэффициент проницаемости

$$k = \frac{a}{A \cdot h}. \quad (5)$$

В формулах a и b – коэффициенты, учитывающие физические свойства газа и геометрию зоны дренирования пласта скважиной.