

Научные статьи

УДК 551.243.33+551.77

ПОВЕРХНОСТНЫЕ СКЛАДКИ В КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ НИЖНЕБИКИНСКОЙ ВПАДИНЫ (СЕВЕРНОЕ ПРИМОРЬЕ)

© 2010 С.А. Касаткин¹, В.В. Голозубов¹, Н.И. Белянина²

¹Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток; e-mail: kasatkin99@mail.ru

²Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток

Описаны складки с крутыми падениями на крыльях, прослеживающиеся на поверхности и исчезающие на глубинах 30-40 м. Предполагается, что их формирование связано со сползанием слоистого комплекса вниз по склону при погружении присбросовых участков бассейна. Соответственно, эти складки можно считать тектоно-гравитационными образованиями.

Ключевые слова: поверхностные складки, кайнозой, осадочные бассейны, оползневые структуры, Приморье.

ВВЕДЕНИЕ

Складки с крутыми падениями на крыльях, порою опрокинутые и лежащие, прослеживающиеся на поверхности и исчезающие на более глубоких горизонтах, известны с начала отработки третичных бурогольных месторождений Приморья. Эти складки значительно осложняют проведение разведочных работ на уголь и подземные воды, наиболее крупные месторождения которых в Приморье связаны с осадочными образованиями кайнозоя. Так, при бурении по густой сетке на уголь часто наблюдается явное несоответствие разрезов в соседних скважинах, нередко крутопадающие контакты слоев в кернах, причем картина упрощается и «успокаивается» уже на глубинах, превышающих обычно 30-40 м. На месторождениях подземных вод при проведении кустовых откачек гидрогеологи нередко обнаруживают, что при значительном понижении уровня в центральной (возмущающей) скважине некоторые наблюдательные скважины не реагируют на это понижение, хотя и расположены всего лишь в десятках метров от центральной скважины и оборудованы фильтровыми колоннами на один и тот же водоносный горизонт.

Проблемы генезиса поверхностных складок, таким образом, представляют интерес как

в научном, так и в практическом отношении. В предлагаемой статье обсуждаются результаты наблюдений таких складок на гигантских угольных разрезах Нижнебикинской впадины Северного Приморья. С начала 70-х г. прошлого века на базе этих углей работает Лучегорская ГРЭС (ныне ЗАО «ЛУТЕК») – главная энергетическая компания Приморья.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ НИЖНЕБИКИНСКОЙ ВПАДИНЫ

Нижнебикинская впадина располагается в бассейне нижнего течения р. Бикин и ее левых притоков – рек Бурлитовка и Контровод. В плане она имеет форму овала, длинная ось которого вытянута в восточно-северо-восточном направлении на расстояние около 44 км при ширине до 18 км (рис. 1). С поверхности впадина представляет собой слабо всхолмленную заболоченную равнину с отметками 60-100 м, окруженную низкими горами. Впадина выполнена палеогеновыми отложениями общей мощностью до 1500 м, несогласно перекрывающимися более древние образования. По составу это достаточно монотонная толща переслаивания слаболицированных песчаников, алевролитов и глинистых пород с пластами бурых углей, в меньшей

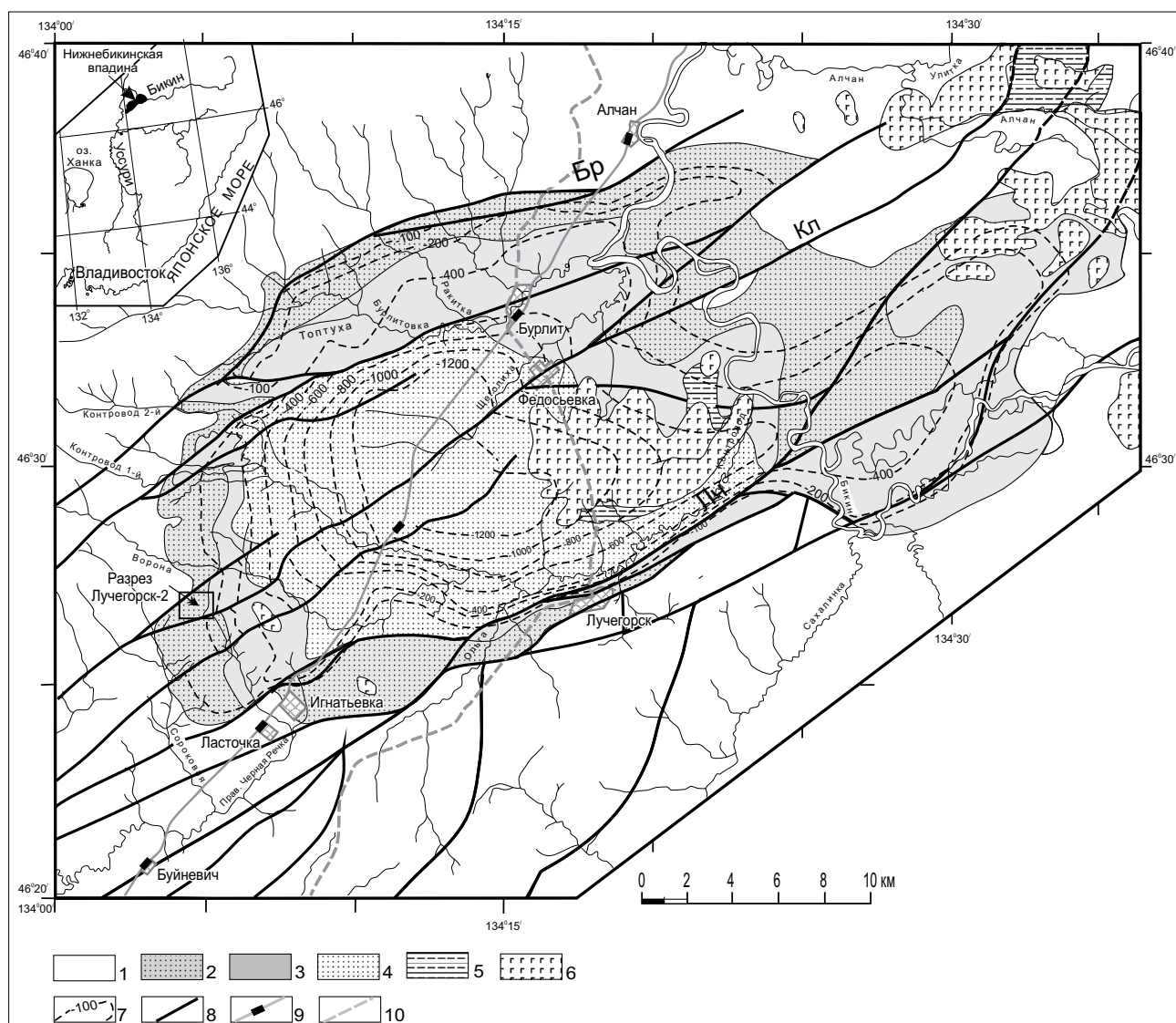


Рис. 1. Геологическая карта Нижнебикинской впадины: 1 – докайнозойские комплексы; 2-4 – эоцен-нижнеолигоценные континентальные отложения: 2 – кунтроводская, 3 – лучегорская, 4 – бикинская свиты; 5 – плиоценовые галечники; 6 – плиоцен-четвертичные плато-базальты; 7 – изоглубины подошвы кайнозойских образований (м); 8 – разломы, в том числе Бр – Бурлитовский, Лч – Лучегорский, Кл – Култухинский; 9 – железная дорога; 10 – автомобильная дорога.

мере – гравелитов и конгломератов. Разрез включает нижнюю угленосную (кунтроводскую, до 850 м), безугольную, преимущественно глинистую (лучегорскую, до 180 м) и верхнюю угленосную (бикинскую, до 500 м) свиты эоценового возраста. Лишь в верхней части разреза бикинской свиты по микрофлоре установлен переход от эоцена к олигоцену (Голозубов и др., 2009).

Палеогеновые отложения впадины на локальных участках несогласно перекрыты толщей плиоценовых галечников (до 30 м) и потоками плиоцен-четвертичных базальтов (до 40 м). Четвертичные образования различного генезиса сплошным чехлом перекрывают перечисленные образования. Среди них на верхних уровнях угольных разрезов наблюдаются два горизонта: нижний, сероцветный (до 20 м), распростра-

ненный преимущественно в центральной части впадины и выклинивающийся при перемещении к западной ее границе, и верхний, красноцветный («толща бурых суглинков», также до 20 м), развитый повсеместно.

В структурном отношении Нижнебикинская впадина представляет собой вытянутую в северо-восточном направлении грабен-синклиналь с более погруженным юго-восточным крылом. Слои падают преимущественно в направлении погруженных частей впадины под углами 0-10°. В прибортовых частях наклон слоев нередко увеличивается до 20-30°, а в зонах тектонических нарушений – до 40-50°.

С северо-запада и юго-востока впадина ограничена Бурлитовским и Лучегорским сбросами. Бурением установлено, что вдоль Бурлитовско-

го разлома развиты грубообломочные фации контроводской свиты, быстро сменяющиеся тонкообломочными породами (с одновременным увеличением мощности) по мере удаления от него в направлении к центру впадины, т. е. этот разлом был активен в процессе седиментации, ограничивая развивавшийся сбросовый уступ (Голозубов и др., 2009). Русловые, более грубообломочные отложения характерны и для бикинской свиты вблизи Лучегорского разлома, образующего юго-восточную границу впадины. По мере перемещения в северо-западном направлении эти фации сменяются достаточно монотонными, преимущественно глинистыми образованиями и углями озерно-болотных фаций. Эти данные свидетельствуют о том, что движения по сбросам контролировали заполнение впадины, т. е. эти сбросы были активными в эоцен-раннеолигоценное время. Кроме того, в пределах впадины установлены достаточно многочисленные постседиментационные сбросы такого же ВСВ (в среднем 60°) простирания с амплитудами перемещений до первых сотен метров (рис. 1).

Гигантское зеркало скольжения вдоль поверхности одного из таких разломов отпрепари-

ровано при отработке угольных пластов разреза «Лучегорск-2» (рис. 2). Плоскость сместителя ориентирована со средним азимутом падения 150° и углом падения 35° . Штриховки скольжения погружаются строго в том же направлении, уступы скольжения определенно указывают на чисто сбросовые перемещения. В лежащем боку обнажены породы докайнозойского фундамента (кремни, песчаники и алевролиты), висячем – эоценовая угленосная контроводская свита. Вертикальная амплитуда перемещений вдоль этого разлома составляет около 200 м (Голозубов и др., 2009).

МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СКЛАДОК

Прекрасное обнажение поверхностных складок мы наблюдали в южной части восточной стенки разреза «Лучегорск-2» (рис. 3). На протяжении более чем 300 м в меридиональном направлении выше кровли пачки практически горизонтально залегающих глинистых пород наблюдается серия складок, образованных часто чередующимися глинистыми породами и бурыми углями (последние в прослоях мощностью до

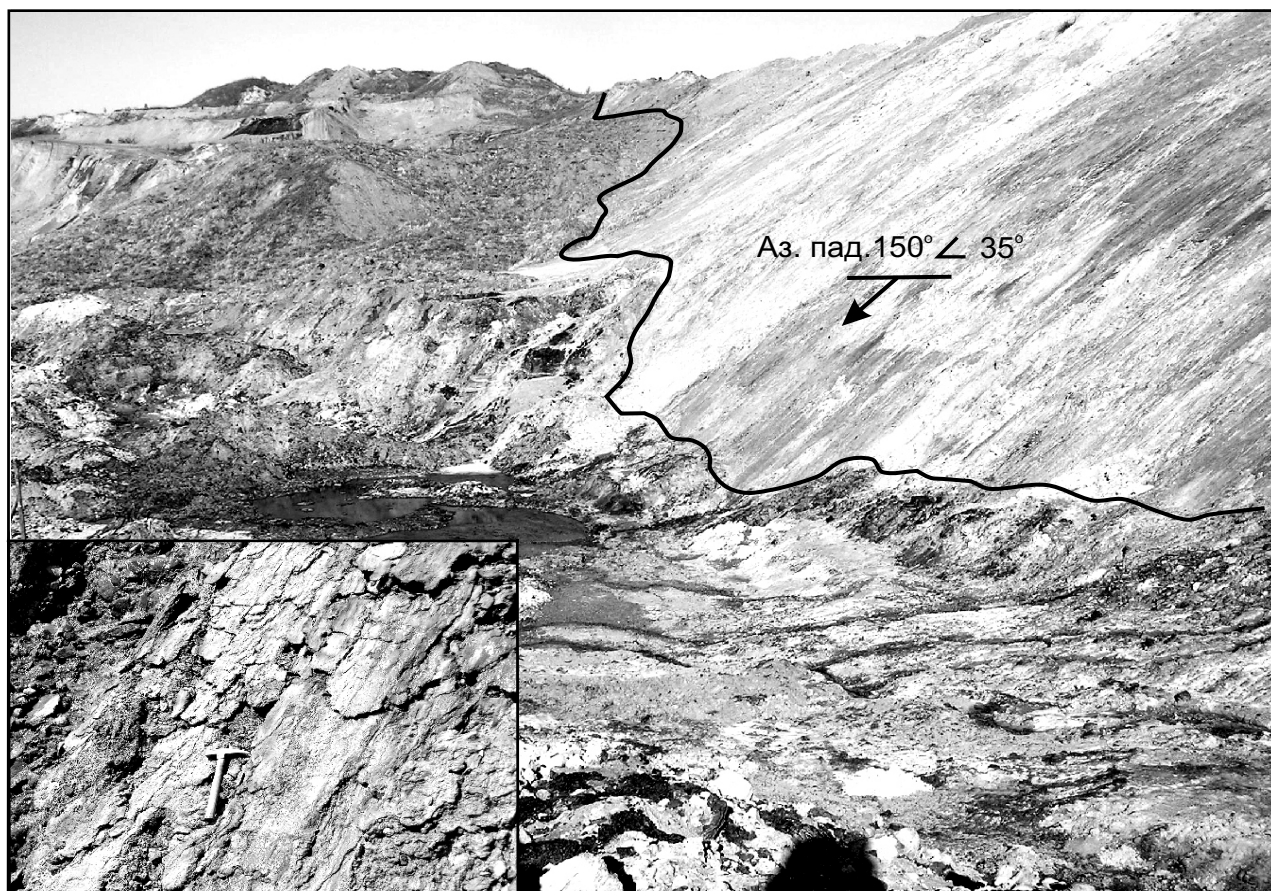


Рис. 2. Поверхность сброса, отпрепарированного при отработке угольного разреза Лучегорск-2. На врезке в нижнем левом углу – штриховка и уступы скольжения на поверхности сброса. Положение разреза показано на рис. 1.

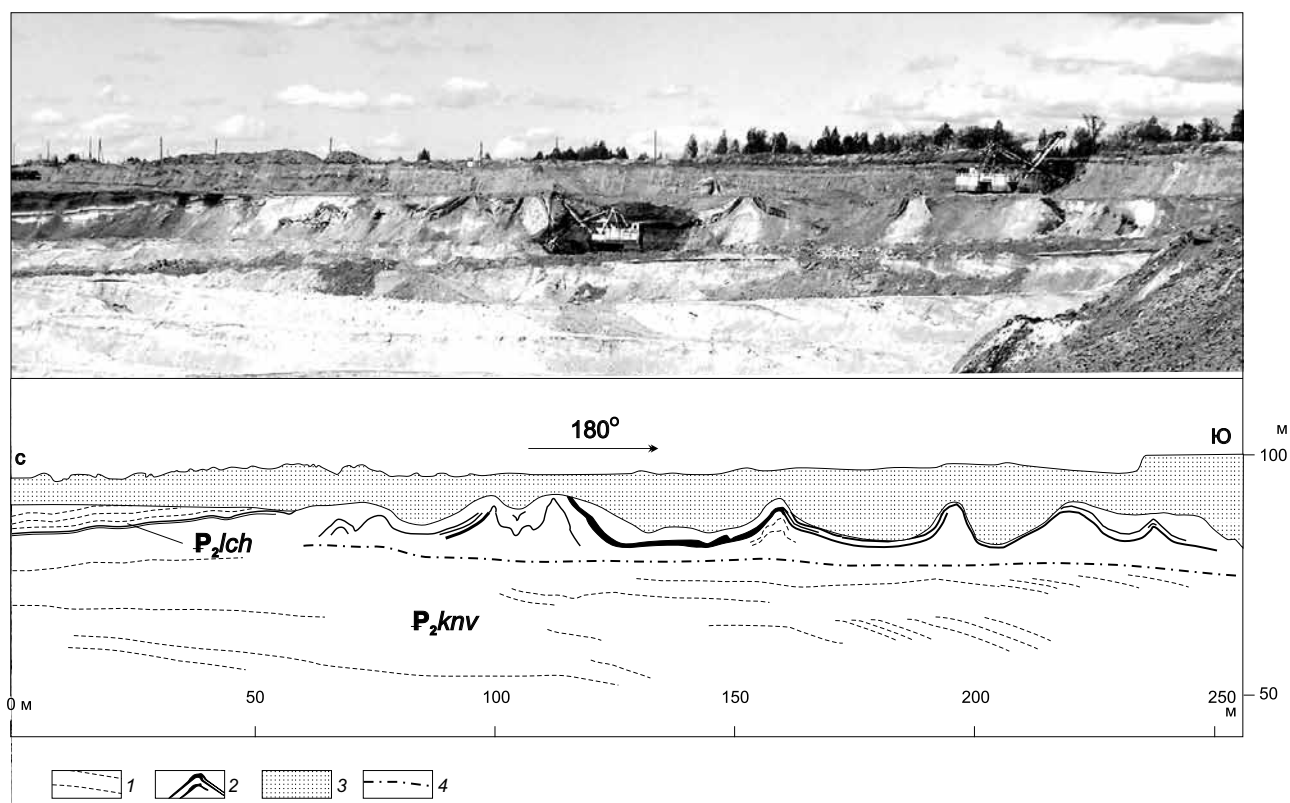


Рис. 3. Поверхностные складки на верхних уступах южной части разреза Лучегорск-2 (положение разреза показано на рис. 1): 1 – глинистые породы с элементами слоистости; 2 – прослой бурых углей; 3 – толщина плейстоценовых бурых суглинков; 4 – подошва каскада поверхностных складок.

0.5 м, обычно 0.1-0.3 м). Общая мощность пачки переслаивания около 10 м, ею завершается разрез нижней угленосной (контроводской) свиты. Эта пачка в целом полого погружается на север и перекрывается монотонными глинистыми породами, включаемыми в лучегорскую свиту.

Полоса распространения складок имеет высоту 12-15 м, выше с размывом залегает толщина плейстоценовых бурых суглинков с окатанными гальками и валунами в основании, мощность которой в среднем около 15 м. Осевые плоскости антиклиналей располагаются достаточно равномерно на расстояниях 15-35 м друг от друга. Углы падения слоев на крыльях антиклиналей резко увеличиваются по мере приближения к их осям (от 20-30 до 90°). В приосевых частях некоторых антиклиналей отчетливо выявляется контраст физических свойств углей и вмещающих глинистых пород. Последние чрезвычайно пластичны (размокают в воде), в то время как прослой углей на перегибах в ядрах складок испытали интенсивное дробление. Они нередко распадаются на мелкие «домены» прямоугольной и угловатой формы, каждый из которых деформировался в определенной мере самостоятельно в раздробленном углистом матриксе (рис. 4, А, Б). Иногда такие «домены» отчлениваются от материнского пласта и «плавают» во вмещающих глинистых породах (рис. 4, В).

Антиклинали разделены мульдообразными синклиналями, в осевых частях которых нередко участки с практически горизонтальными залеганиями пород. Ясно выраженная вергентность складок на этом участке не обнаруживается.

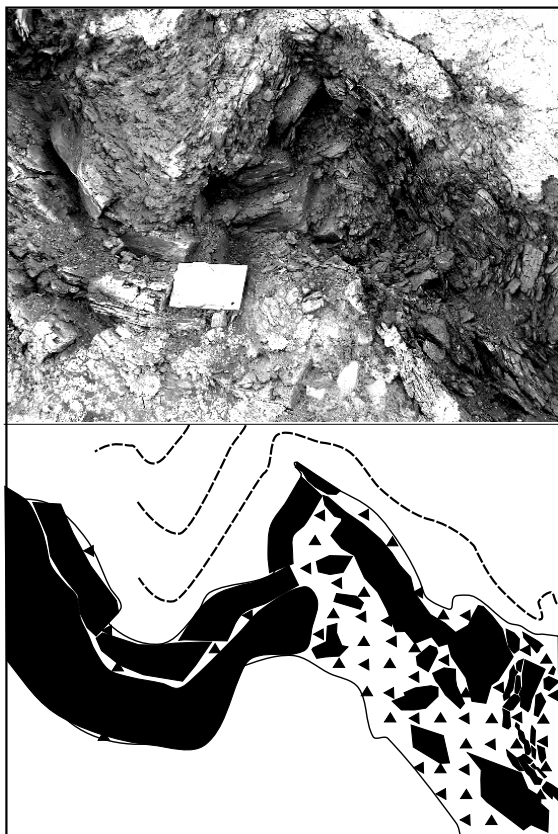
Севернее описываемой полосы, там, где к поверхности подходят перекрывающие угленосную пачку монотонные глинистые породы лучегорской свиты, складки исчезают и сменяются полого падающей на ССЗ моноклиной. Эта моноклинал лишь на локальных участках осложнена единичными складками, осевые плоскости которых наклонены на ЮЮВ (рис. 5).

Простирания складок от северо-восточных до широтных достаточно устойчивы (рис. 6) и в целом, субпараллельны уже упомянутой системе сбросов.

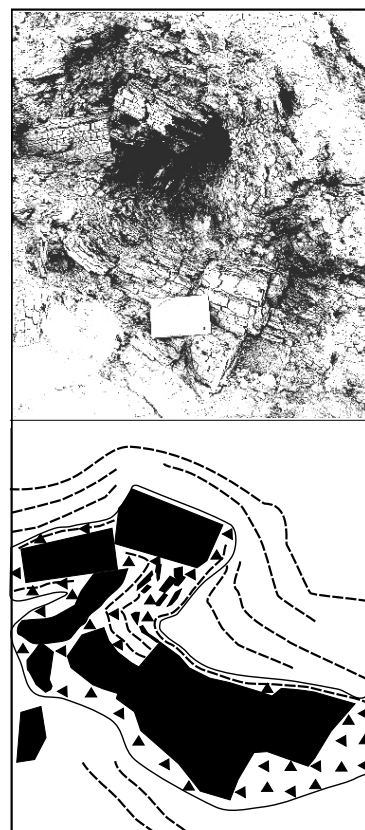
МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СКЛАДОК

Б.И. Павлюткин и А.Д. Боровский (1990) предполагали, что поверхностные складки являются криогенными, т. е. их формирование – это результат разрядки локальных напряжений при вспучивании, сопровождавшем формирование ледяных лакколитов в одну из холодных эпох позднего антропогена, а также позднее, в процессе деградации многолетней мерзлоты.

А



Б



В

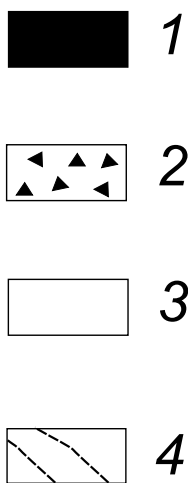
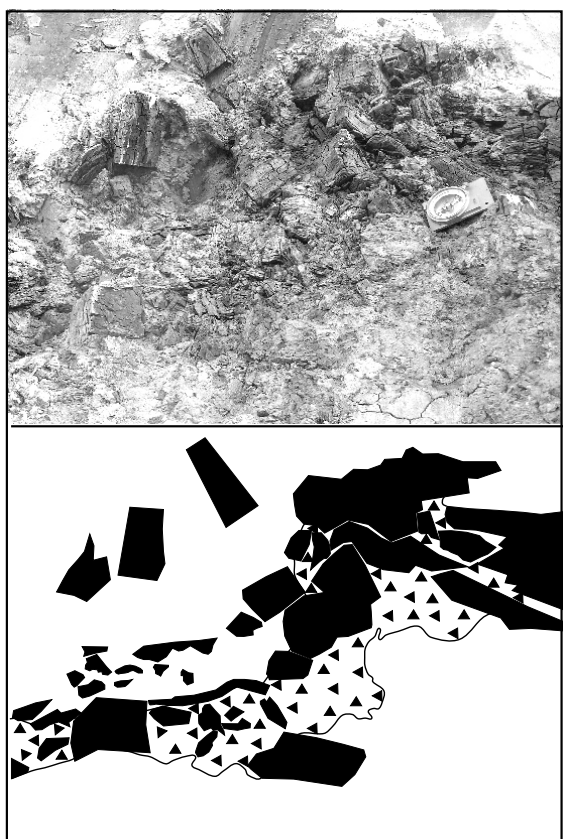


Рис. 4. Характер деформаций в замках поверхностных антиклиналей (пояснения в тексте): 1 – бурые угли; 2 – участки интенсивного дробления бурых углей; 3 – глинистые породы; 4 – сланцеватость.

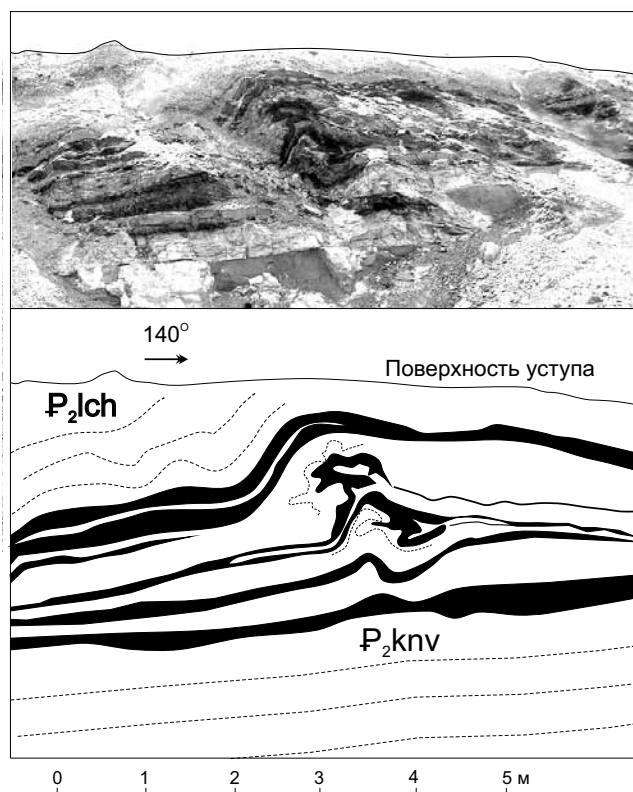


Рис. 5. Наклонная поверхностная антиклиналь в северной части разреза Лучегорск-2: P_2knv – контроводская, P_2lch – лучегорская свиты. Условные обозначения см. на рис. 4.

Не исключая возможности реализации такого способа формирования поверхностных складок на конкретных участках, отметим, что ледяные лакколиты являются очаговыми (в плане изометричными) структурами и для объяснения формирования наблюдаемой на разрезе «Лучегорск-2» закономерной практически линейной микроскладчатости этот механизм представляется неприменимым. А.К. Седых (2005) считал, что деформации поверхностных слоев связаны с процессами солифлюкции – гравитационного оползания вниз по склону вдоль поверхности мерзлых пород слоя сильно обводненных (а от этого чрезвычайно пластичных), обычно глинистых образований. Эти представления, по-видимому, справедливы в части, касающейся определяющей роли гравитации при формировании рассматриваемых складок, т. е. они действительно могли формироваться только в процессе скольжения поверхностных слоев вниз по склону. Вместе с тем мы считаем, что подключение мерзлотных процессов в данном случае совершенно не обязательно – роль сильно обводненной, пластичной подошвы каскада микроскладок могут выполнять обычные водоупоры (например, пласты глинистых пород, как в описываемом случае).

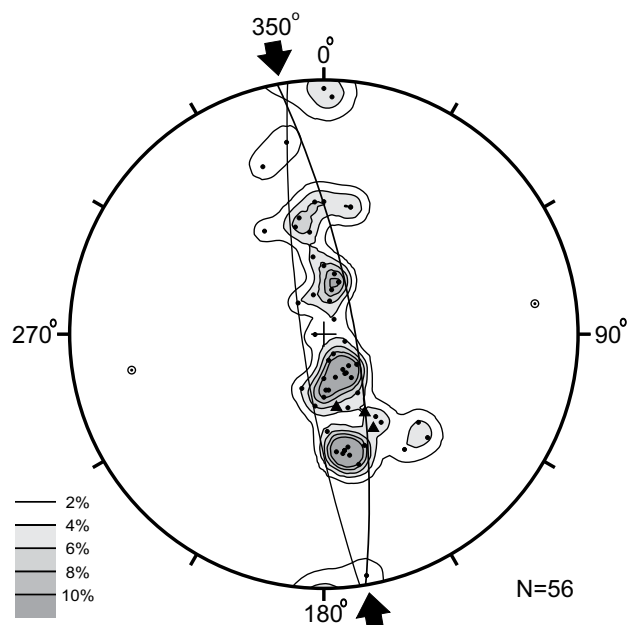


Рис. 6. Диаграмма пространственного взаимоотношения слоистости на разрезе «Лучегорск-2» и ограничивающего бассейн сброса. Сетка Вульфа, верхняя полусфера. Изображены: изолинии полюсов и полюсы поверхностей напластования (точки) и полюсы сброса (треугольники), пояса складчатой структуры (дуги больших кругов) и погружения их осей (точки в кружках); стрелками показано основное направление сжатия при формировании складок.

Учитывая, что простирания крыльев и осей рассматриваемых микроскладок достаточно стабильны и совпадают с простираниями описанных выше систем сбросов (рис. 1, 6), можно предполагать, что их формирование происходило в процессе гравитационного скольжения вниз по склону, образованному при погружении сбросового участка бассейна (рис. 7). Вполне вероятно также, что спусковым механизмом для такого скольжения являлись сейсмические толчки, сопровождающие движения вдоль сбросов. Таким образом, формирование описываемых поверхностных складок было, по-видимому, тесно связано со сбросовыми перемещениями, т. е. эти складки можно считать тектоно-гравитационными образованиями.

Особо отметим, что поверхностные складки наблюдаются на участках, где под четвертичными отложениями обнажаются переслаивания контрастных по физическим свойствам пластов – углей и глинистых пород. При переходе по латерали в пачки монотонных глинистых пород, в данном случае – в лучегорскую свиту (левая часть рис. 3), такие складки исчезают, сменяясь очень пологой моноклиалью. Здесь, по-видимому, реализуется старое правило: размер и морфология складок при одинаковой сте-

ПОВЕРХНОСТНЫЕ СКЛАДКИ В КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ

пени сжатия зависит от мощностей и различий в компетентности сминаемых пород.

Исчезновение поверхностных складок на глубинах 30-40 м, вероятно, связано с тем, что горизонтальная составляющая напряжений, возникающая при наклоне слоев, на глубинах, превышающих эту цифру, компенсировалась весом вышележащих пород без какой-либо разрядки.

Важно отметить, что линейные валы и впадины, характеризующие микрорельеф поверхности после формирования микроскладок, не были полностью уничтожены в процессе денудации – понижения, приуроченные к осям син-

клиналей, достаточно быстро были захоронены аллювиальными отложениями. Первые порции четвертичного аллювия иногда участвовали в строении поверхностных складок, т. е. изогнуты вместе с подстилающими палеогеновыми отложениями, в то время как более молодой аллювий выше по разрезу достаточно постепенно приобретает горизонтальное залегание (рис. 8). Можно полагать, что формирование поверхностных складок и накопление перекрывающего аллювия происходили близко-одновременно. Появляется, таким образом, возможность датировки послезоценовых сбросовых перемещений, по

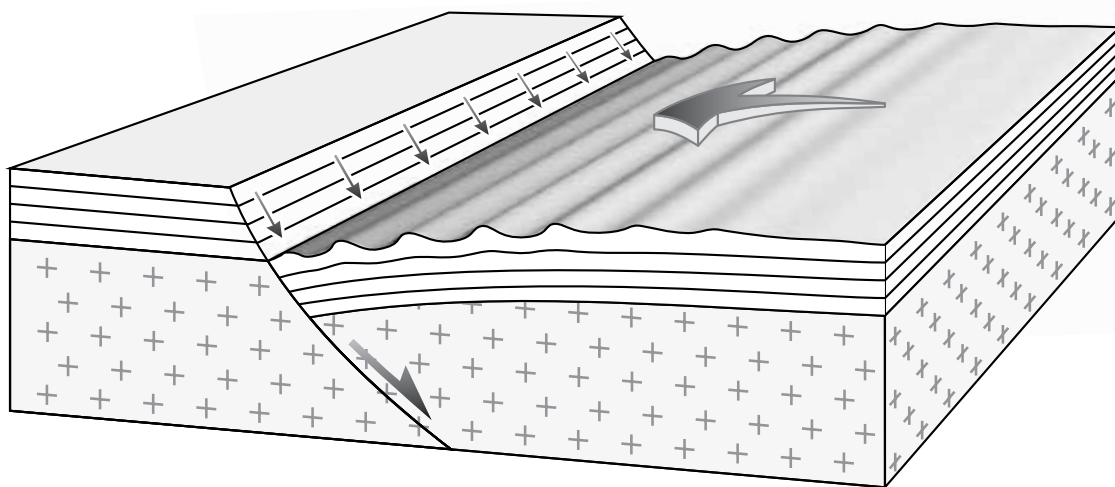


Рис. 7. Формирование поверхностных складок путем гравитационного оползания вниз по склону, образованному в процессе сбросовых перемещений по разлому.

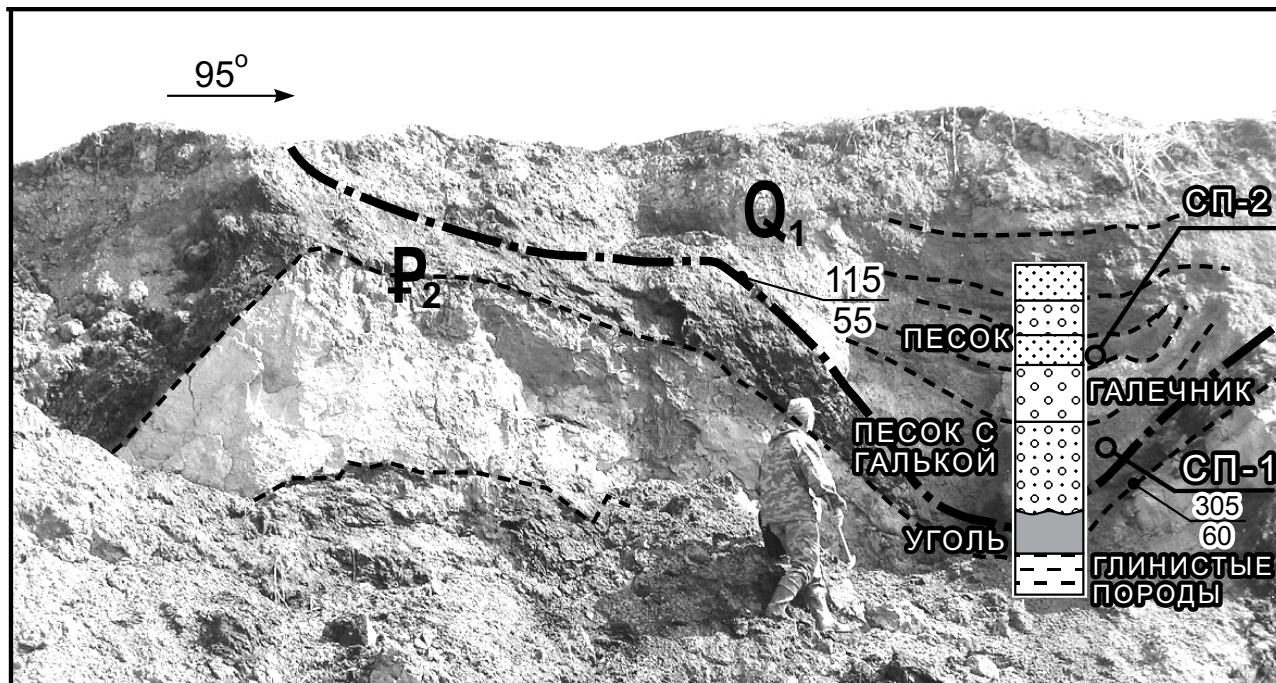


Рис. 8. Обнажение сероцветных плейстоценовых образований, заполняющих ядро поверхностной синклинали. Показаны точки отбора проб на спорово-пыльцевой анализ (СП-1 и СП-2). Разрез «Лучегорск-1», центральная часть впадины.

возрасту перекрывающих поверхностные складки образований. На одном из участков разреза «Лучегорск-1» спорово-пыльцевые спектры из двух опробованных нами прослоев темно-серых песков среди галечников ядра поверхностной синклинали (пробы СП-1 и СП-2 на рис. 8) датируют вмещающие отложения ранним-средним плейстоценом (заклЮчение Н.И. Беяниной, ТИГ ДВО РАН). Приблизительно такой же интервал возраста установлен ранее по находке в пределах этого же уровня четвертичного разреза месторождения остатков бивня мамонта *Mammuthus trogonterii* (сборы Р.С. Климовой и Ю.М. Феоктистова). Э.А. Вантенгейм, определившая принадлежность остатков фауны, сделала вывод о ее существовании в раннем и, возможно, в начале среднего неоплейстоцена, приблизительно 600-400 тыс л. н.

Таким образом, сбросовые перемещения вдоль разломов ВСВ простирания, начавшись в эоцене, продолжались (со значительно меньшей интенсивностью), вплоть до позднего кайнозоя и, может быть, продолжают до настоящего времени.

ВЫВОДЫ

1. Одним из возможных механизмов формирования поверхностных складок является сползание слоистого комплекса вниз по новообразованному склону при активизации

сбросовых перемещений вдоль разрывов. Соответственно, эти складки можно считать тектоно-гравитационными образованиями.

2. Поверхностные складки наиболее часто образованы чередующимися пластами глинистых пород и углей, т. е. контрастных по физическим свойствам пород.

3. Сбросовые перемещения вдоль разрывов ВСВ простирания, начавшись с эоцена, продолжались вплоть до позднего кайнозоя.

Работа выполнена при поддержке фонда РФФИ (проект 08-05-90300) и фонда ДВО РАН (проект 09-1-ОНЗ-01).

Список литературы

- Голозубов В.В., Донг У Ли, Касаткин С.А., Павлюткин Б.И.* Тектоника кайнозойской Нижнебикинской угленосной впадины (Северное Приморье) // Тихоокеанская геология. 2009. Т. 28. № 3. С. 74-89.
- Павлюткин Б.И., Боровский А.Д.* О масштабах и природе дислокаций в кайнозойских толщах Западного Приморья // Вопросы стратиграфии и палеогеографии Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 82-88.
- Седых А.К.* Формирование кайнозойских угленосных впадин Приморья. Дисс. док. геол.-мин. наук. Владивосток: ДВГИ ДВО РАН, 2005. 300 с.

SURFACE FOLDS IN CENOZOIC DEPOSITS OF THENIZHNEBIKINSKY BASIN (NORTHERN PRIMORYE)

S.A. Kasatkin¹, V.V. Golozubov¹, N.I. Belyanina²

¹Far East Geological Institute of FEB RAS, Vladivostok; e-mail: kasatkin99@mail.ru

²Pacific Geographical Institute of FEB RAS, Vladivostok

The article describes folds with steep limbs which disappear at a depth of 30 to 40 km. It is supposed that their formation is related to slipping of the layered complex which slips down the slope during the immersion of basin area located near normal faults. These folds could be considered tectonic gravitational formations.

Keywords: surface folds, Cenozoic, sedimentary basins, slump structures, Primorye.