

В. В. Юдин, д-р геол.-минерал. наук, профессор



УГЛОВЫЕ НЕСОГЛАСИЯ В ОБНАЖЕНИЯХ КРЫМА И СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЗРЕЗАХ

Предложена классификация разных типов несогласий. На примерах территории Крыма показаны их основные виды. Правильное понимание типов несогласий на сейсмопрофилях в прилегающих акваториях определяет эффективность поисков литологических и тектонических ловушек нефти и газа.

Ключевые слова: несогласия, Крым, фазы тектогенеза, сейсморазведка.

Постановка проблемы. Геологические несогласия выражаются значительным перерывом в осадконакоплении между двумя комплексами слоев и проявляются в разном залегании. Их выделение и изучение представляет собой важную задачу геологической съемки, стратиграфии, понимания строения и эволюции регионов, а также выявления критериев поиска комплекса полезных ископаемых, включая залежи углеводородов. В литературе описано много видов несогласий, которые по простиранию могут изменяться. Отличительные признаки изложены в текстах многочисленных монографий, учебников, справочников и статей [2, 5, 6, 7 и др.]. Вследствие разных подходов и критериев разделения некоторые признаки повторяются, противоречивы и сложны для однозначного понимания.

При выделении несогласий геофизическими методами следует иметь в виду, что ими фиксируются лишь поверхности раздела пород, разных по физическим свойствам. Установить нормальное или несогласное залегание с определением типа только по геофизическим данным, иногда бывает проблематично. Поэтому для правильной интерпретации необходимо учитывать строение несогласных контактов, выделенных и обоснованных в регионе непосредственно в обнажениях, по комплексу геологических

методов. В результате при поисках залежей углеводородов в акватории Черного моря можно более уверенно интерпретировать данные сейсморазведки.

Угловые несогласия общепринято понимают как взаимоположение осадочных толщ, имеющих существенно разные углы наклона. Поверхностью несогласия считается подошва вышележащего комплекса. Нижележащие слои, как правило, дислоцированы сильнее, чем их перекрывающие и залегающие субпараллельно несогласному контакту. В конкретных объектах обычно сложно решить вопрос о не накоплении или денудации толщи, отсутствующей в разрезе. Поскольку структурообразование часто происходит одновременно с осадконакоплением, на сейсмопрофилях и при непосредственном изучении контактов, даже в одном небольшом районе можно наблюдать разные типы согласных и несогласных соотношений.

Пример тому приведен на морском сейсмопрофиле, расположенном южнее Керченского полуострова (рис. 1). При формировании конседиментационных эндогенных принадвиговых и гравигенных диапировых складок в их разных частях формируются разные типы несогласий. Подчеркнем, что угловые несогласия четко диагностируются лишь в обнажениях и сейсмопрофилях, расположенных вкрест

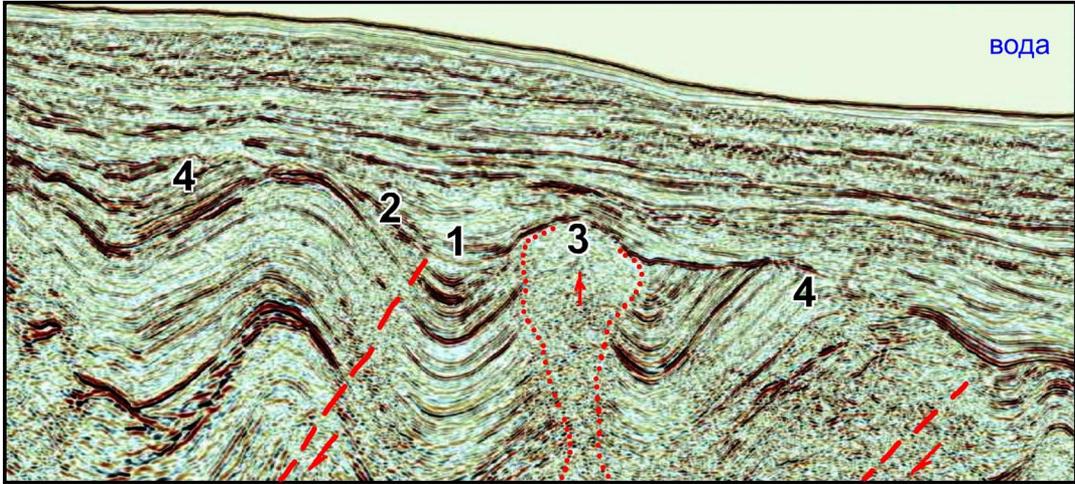


Рис. 1. Разные типы несогласий на морском сейсмопрофиле:
 1 – субсогласное в синклиналиях; 2 – прилегания на крыльях; 3 – облекания в сводах; 4 – угловые несогласия

простираения структур. При рассмотрении их по простиранию, в лучшем случае будет выделен стратиграфически несогласный контакт. Аналогичная картина выявляется при геологической съемке на суше, что приводит к дискуссиям о правомерности выделения несогласных контактов и их происхождении. Вследствие от-

меченных и других причин общепринятой классификации несогласий в литературе нет. Обычно приводится перечисление типов, выделенных по разным критериям, и различное их толкование.

Изложение основного материала. На рис. 2 с позиций геодинамики представлена авторская классификация несогласий с

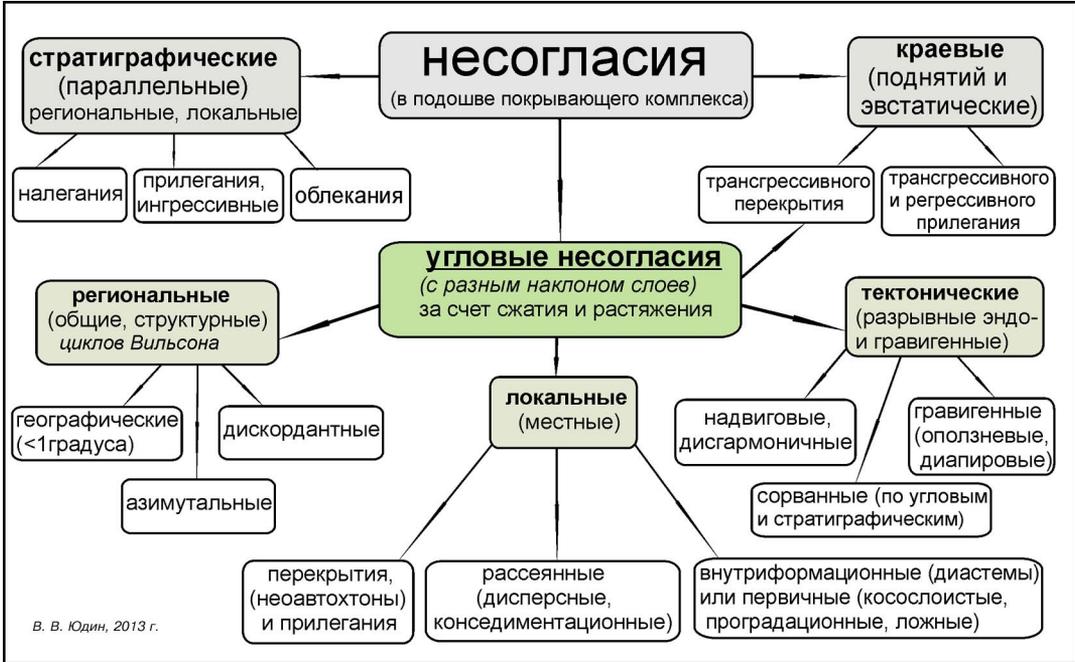


Рис. 2. Классификация несогласий

соотношениями практически всех ранее выделенных типов, включая термины-синонимы. Как видно на рисунке, существуют несколько видов угловых несогласий, отличающихся генезисом, масштабами распространения и выраженностью в геологическом разрезе.

Отдельно выделяются тектонические типы, связанные с разрывами эндогенного и гравигенного происхождения, которые формировались на дивергентном или конвергентном этапах развития. Все они формируют разные падения пород в крыльях, внешне схожие со стратиграфическими угловыми несогласиями. Отличие заключается в присутствии на контактах зон брекчирования и зеркал скольжения, что позволяет легко их различать. Отметим, что ряд исследователей тектонические контакты (с разным падением пород в крыльях надвигов) несогласиями не считают. Нередко это приводит к путанице терминов, а также интерпретации строения и истории развития конкретных геологических объектов.

Вследствие разной компетентности породных комплексов, разделенных несогласиями, по зоне их контакта при конвергенции часто происходит субпослойный срыв (флэт, детачмент). В таких случаях следует отдельно рассматривать генезис и возраст стратиграфического и наложенного на него тектонического несогласного залегания с выделением роли каждого в геодинамической эволюции региона.

С позиций актуалистической геодинамики можно выделить три основные причины формирования угловых несогласий. Первая связана с глобальной эволюцией земной коры очень крупных регионов в соответствии с циклом Вильсона (рифтогенез – спрединг – субдукция – коллизия) с постепенными переходами длительно и непрерывно проявляющихся тектонических режимов. Движущей силой процесса являются мантийные конвекционные токи. На заключительных этапах развития цикла формируются надрегиональные (но не повсеместные на Земле) угловые несогласия, разделяющие структурно-гео-

динамические комплексы. В Крыму к таким комплексам относятся скифиды, киммериды и неокиммериды (рис. 3). В каждом из них выделяются дивергентный и конвергентный этапы формирования со специфическими формациями, структурами и несогласиями. Обоснование и соотношение с ранее выделяемыми фазами и эпохами “глобального” тектогенеза изложено в монографиях [8, 10 и др.].

Вторая причина связана с проявлением тектогенеза на фоне развития этапов одного цикла Вильсона. Проявление имеет менее масштабное распространение, формируя локальные угловые несогласия, связанные с некоторым ускорением в целом непрерывно и длительно проявляющегося процесса конвергенции. Такие несогласия явились основанием для выделения многочисленных и противоречивых фаз тектогенеза, считавшихся глобальными. Как видно на рис. 3, промежутки между фазами отсутствуют или весьма незначительны. Многие фазы оказались длительно “скользящими” во времени, вследствие общеизвестной в тектонике длительной миграции орогенеза и основного структурообразования от внутренних зон складчато-надвиговых областей к внешним.

Кроме поперечной миграции тектогенеза, в надвиговых зонах многих регионов присутствует сдвиговая составляющая. В результате по простираению складчато-надвигового пояса образуются зоны продольных поднятий и опусканий с существенно разным уровнем денудационного среза. Соответственно в них фиксируются разные диапазоны размыва и проявления несогласий. Современным примером тому является ряд: Большой Кавказ, Керченско-Таманское опускание, Горный Крым и прилегающие акватории. Добавим, что в каждом из них присутствуют аналогичные структуры низших порядков с разным проявлением угловых несогласий. Вследствие специфики геодинамического развития конкретных регионов, выделение неясного происхождения “фаз глобального структурообразования” и в

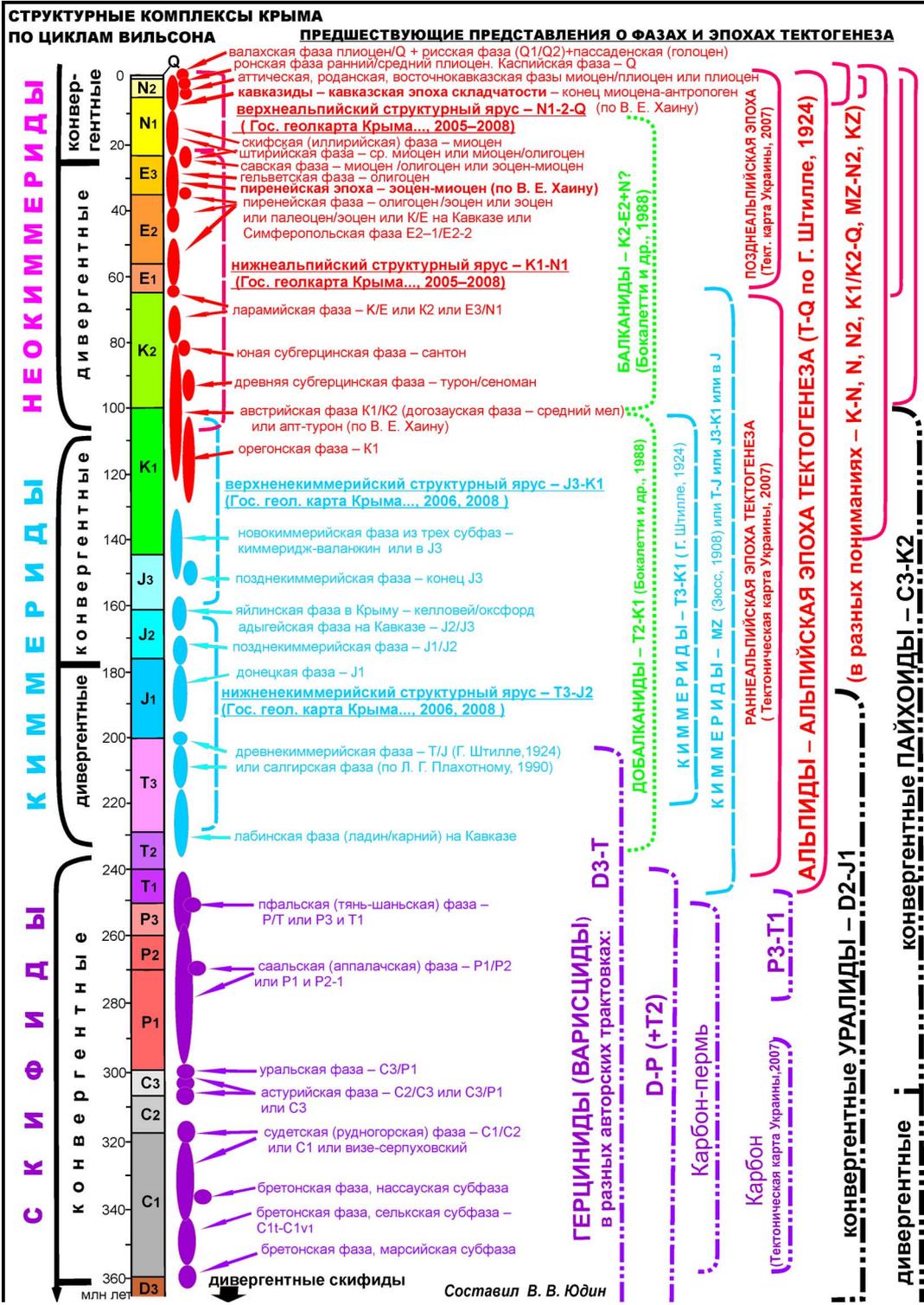


Рис. 3. Структурно-геодинамические комплексы Крыма и фазы тектогенеза Европы

Крыму представляется нам дискуссионным [8, 10].

Третья, причина формирования угловых несогласий связана с лавинной седиментацией на фоне проявления первых двух причин, связанных с эндогенным тектогенезом. Обычно она обусловлена эвстатическими колебаниями уровня моря и гравигенными процессами. По В. Е. Хаину выделяется отдельная группа краевых несогласий, выраженных по периферии осадочных бассейнов, где такие колебания проявляются наиболее четко.

На разных участках Горного Крыма в мезозойско-кайнозойских толщах было выделено более 25-ти разнотипных несогласий [3 и др.] (рис. 3). Часть из них относилась к классическим угловым, разделяющим структурные этажи и ярусы. Основные несогласные границы были выделены на рубежах протерозоя – палеозоя, карбона – раннего триаса, келловоя – титона, раннего мела – юры-триаса, палеогена – миоцена, миоцена – плиоцена, а также в плейстоцене, голоцене и др. Эти и другие рубежи вошли в неоднократно изменяемые региональные стратиграфические схемы и отражены в последних государственных геологических картах Крыма. По мнению Н. А. Никишина, в Горном Крыму “Наиболее четко обоснованы предпозднеальбское и предсреднеэоценовое угловые несогласия... с величиной 0–8°” [1, стр. 17]. Их причинами в альбе считались вертикальные движения Крыма вследствие рифтинга или “австрийской фазы” складчатости, а в эоцене – “альпийских деформаций”.

В палеоцен-миоценовых разрезах Предгорного Крыма выделено четыре основных несогласия: предсреднеэоценовое, предолигоценное, предсреднемиоценовое и предсарматское [3, 4]. Они имеют локальное распространение, хотя с наиболее крупным, предсреднемиоценовым, многими авторами связывалась “главная фаза деформаций”.

С позиций актуалистической геодинамики, при рассмотрении несогласных контактов выяснилось следующее [8, 10].

Протерозойские породы под Горным Крымом лишь предполагаются и изотопными данными не доказаны. Реальная граница между карбоном и триасом имеет тектоническую природу и расположена в локальных контактах кластолитов Симферопольского меланжа [8]. То есть объективных геологических оснований судить о несогласиях комплекса скифид в Горном Крыму нет. В основании Равнинного Крыма, в палеоплитах Скифия и Украина их можно предполагать по интерпретации данных бурения и сейсморазведки. Салгирская, донецкая, яйлинская и андийская фазы складкообразования в киммерийском комплексе Горного Крыма, а также выделенные на государственных геологических картах Горного Крыма 2006–2009 гг., нижнекиммерийский (Т3-J2) и верхнекиммерийский (J3) структурные ярусы – локальны и разделены тектоническими контактами. В кайнозойских толщах угловые несоответствия имеют очень незначительные углы падения, а при больших углах отвечают тектоническому типу в крыльях надвигов.

Угловое стратиграфическое несогласие в Крыму (наиболее значительное и общепризнанное) по сути одно – в основании разнофациальных отложений нижнего мела, то есть между подошвой неокиммерид и кровлей киммерид. Развито оно не повсеместно, но с учетом распространения на северо-западном шельфе и в Равнинном Крыму может относиться к категории регионального, структурного.

В юго-западной половине Предгорного Крыма нижнемеловая толща явно несогласно залегает на интенсивно дислоцированном таврическом флише и киммерийских меланжах (рис. 4). Верхнеюрские известняки, широко развитые несколько южнее в Главной гряде гор, в зоне несогласия повсеместно отсутствуют. Вследствие разной жесткости формационных комплексов киммерид и неокиммерид, угловое несогласие регионально сорвано неоген-четвертичным Подкуэстовым надвигом. Флэт полого наклонен к северу и прослежен вдоль всего Предгорного

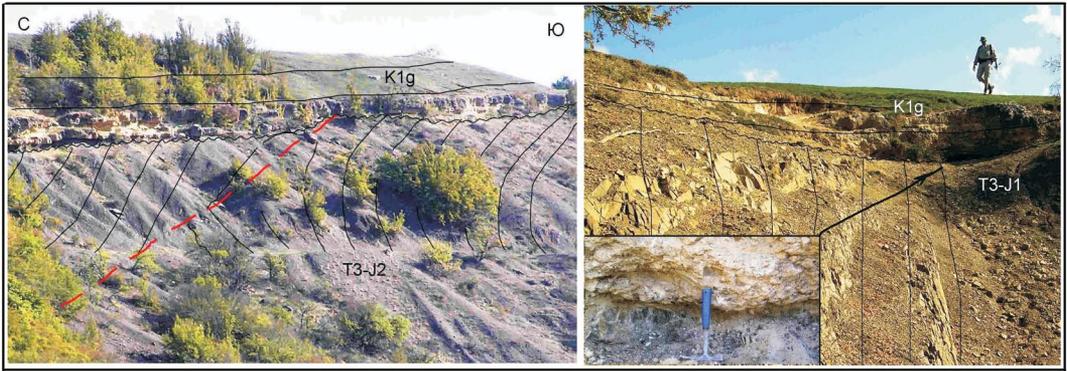


Рис. 4. Угловое несогласие в основании нижнего мела (бассейн р. Бодрак)

Крыма [8]. Аналогичный срыв выявляется на сейсмических разрезах в акватории Черного моря, в Равнинном Крыму и на Керченском полуострове [9, 10].

Восточнее Симферополя несогласный контакт не обнажен, но хорошо выделяется по данным бурения и сейсморазведки. То же касается зоны наложенного Подкуэстового надвига с принадвиговыми складками в меловой толще. Далее в 50 км восточнее угловое несогласие неожиданно “исчезает”. В Феодосийском районе на хребте Тепе-Оба у Двукорной бухты его тоже нет. Там расположен детально изученный по фауне стратотипический разрез с нормальным налеганием нижнемеловых пород на верхнеюрские. То есть по геологическим данным верхняя граница киммерид в разрезе от юры

до позднего мела здесь становится расплывчатой или совсем отсутствует.

На крайнем юго-западе Горного Крыма (на расстоянии всего 20 км по простиранию структур) угловое несогласие также “исчезает”. На горе Кокия-Бель, над мысом Айя, верхнеюрские известняки согласно перекрыты нижнемеловой карбонатно-терригенной толщей. Ниже расположен меланж. Объяснение парадоксального взаимоположения стратонов сводится к тому, что контакт расположен в олистолите. Массив в конце раннего мела сполз с юга и формировался в современной Турции еще до раскрытия Черного моря [8].

Гравигенно-тектонические несогласия развиты в основании верхнеюрских массивов всего Горного Крыма (рис. 5). Они связаны со сползанием известняковых

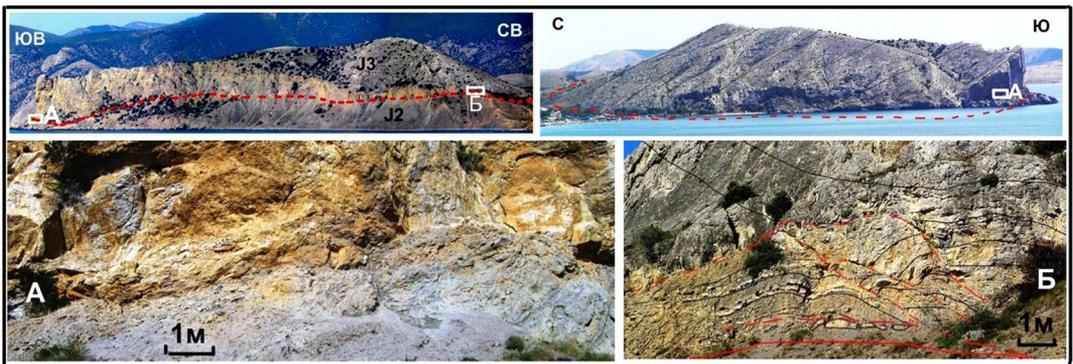


Рис. 5. Гравигенно-тектоническое несогласие в основании верхнеюрских известняков на мысе Алчак

олистолитов раннемеловой Горнокрымской и неоген-четвертичной Массандровской олистостром [8, 9, 10]. Во многих участках пологие гравигенные сбросы сорваны эндогенными неоген-четвертичными надвигами. Исключение составляют непрерывные разрезы средней-верхней юры в демерджийской и битакской молассах, свидетельствующие об отсутствии существенных перерывов в орогенных комплексах и о длительно-непрерывном структурообразовании на конвергентном этапе эволюции.

Краевые несогласия, образованные при эвстатическом изменении уровня Паратетиса и Черного моря, известны в восточной части Горного Крыма. Наиболее очевидный пример расположен в районе Судака и мыса Меганом (рис. 6). Позднеплейстоценовая (карангатская) морская терраса обусловлена быстрым поднятием уровня Черного моря, вызванным прорывом через Босфор вод Средиземного моря и последующим современным поднятием Горного Крыма. Такие образования следует рассматривать как неоавтохтоны, характерные для многих горно-складчатых районов мира. Они обусловлены не тектонопаузами между фазами складчатости, а лавинной седиментацией на отдельных участках при непрерывно продолжающемся структурообразовании.

Южнее, в акватории Черного моря, по материалам сейсморазведки, в приподнятых частях растущих антиклиналей выделяются зоны размывов со стратиграфическими, а локально и с угловыми несогласиями (рис. 1). На крыльях складок они переходят в согласные стратиграфические контакты. Такие локальные конседиментационные угловые несогласия также не отражают наличия тектонопауз и не дают оснований для выделения фаз тектогенеза, отдельных структурных этажей и ярусов. Аналогичные угловые несогласия известны в Горном и Предгорном Крыму в основании четвертичных отложений.

Локальные, проградационные несогласия проявлены в обнажениях нижнего мела и неогена. К ним относятся местные размывы в сериях грубо-косослоистых пород, иногда сопровождающиеся резко выраженными угловыми несоответствиями слоев при накоплении осадков. Такие размывы (диастемы) также не отражают переломных моментов в тектоническом развитии региона и не предшествуют новым циклам осадконакопления. Они легко диагностируются в обнажениях и на сейсмопрофилях (рис. 7). По типу сейсмической записи в них иногда видны плоскости, явно сорванные надвигами по некомпетентным слоям. Разрывы фиксируются

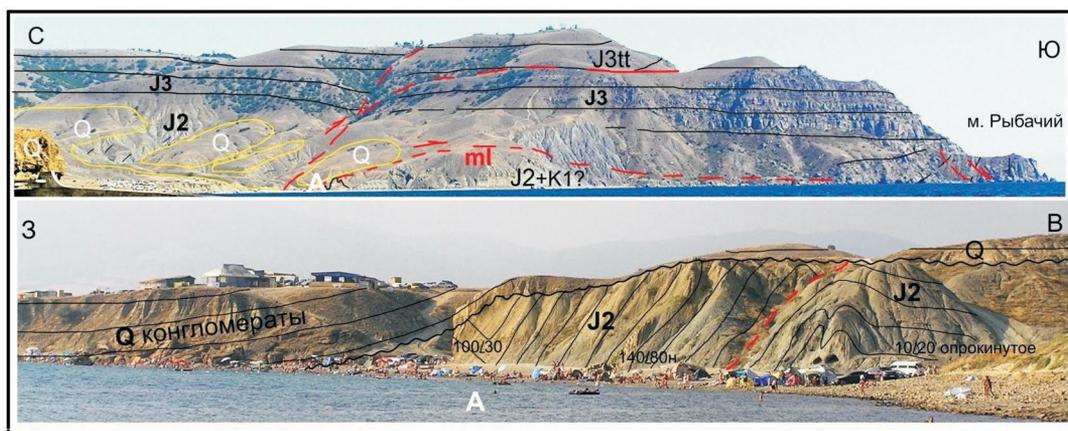


Рис. 6. Краевое, эвстатическое угловое несогласие под раннечетвертичными конгломератами (мыс Меганом)

принадвиговыми складками, не соответствующими простым клиноформам. Отметим, что ряд исследователей частные размывы внутри толщ к несогласиям не относят и называют их ложными.

Эндогенно-тектонические угловые несогласия, связанные с надвигами, широко развиты в Горном Крыму и разрезах прилегающих акваторий (рис. 8). Как отмечено выше, сместители разрывов нередко приурочены к зонам ранее сформированных стратиграфических несогласий. Это привело к многолетним и непримиримым дискуссиям о генезисе контактов. Еще раз подчеркнем, что большинство угловых несогласий, выделенные ранее в Крыму, оказались тектоническими, что существенно изменило представления о геодинамической эволюции региона [8, 9].

Выводы. Таким образом, в Горном Крыму развиты угловые несогласия разных типов, масштабов и генезиса. Они отражают процесс геодинамического развития Крымско-Черноморского региона и эвстатического изменения уровня Мезотетиса и Черного моря. Эволюция здесь имеет индивидуальные особенности. Она не полностью отвечает “универсальным” фазам и циклам тектогенеза, выделенным в Западной Европе и других районах на основе представлений о глобальных автономных активизациях тектонического процесса. Примером тому является современный геодинамический режим Крыма. Ныне в северных шельфах и южных акваториях продолжается осадконакопление с согласным налеганием голоценовых

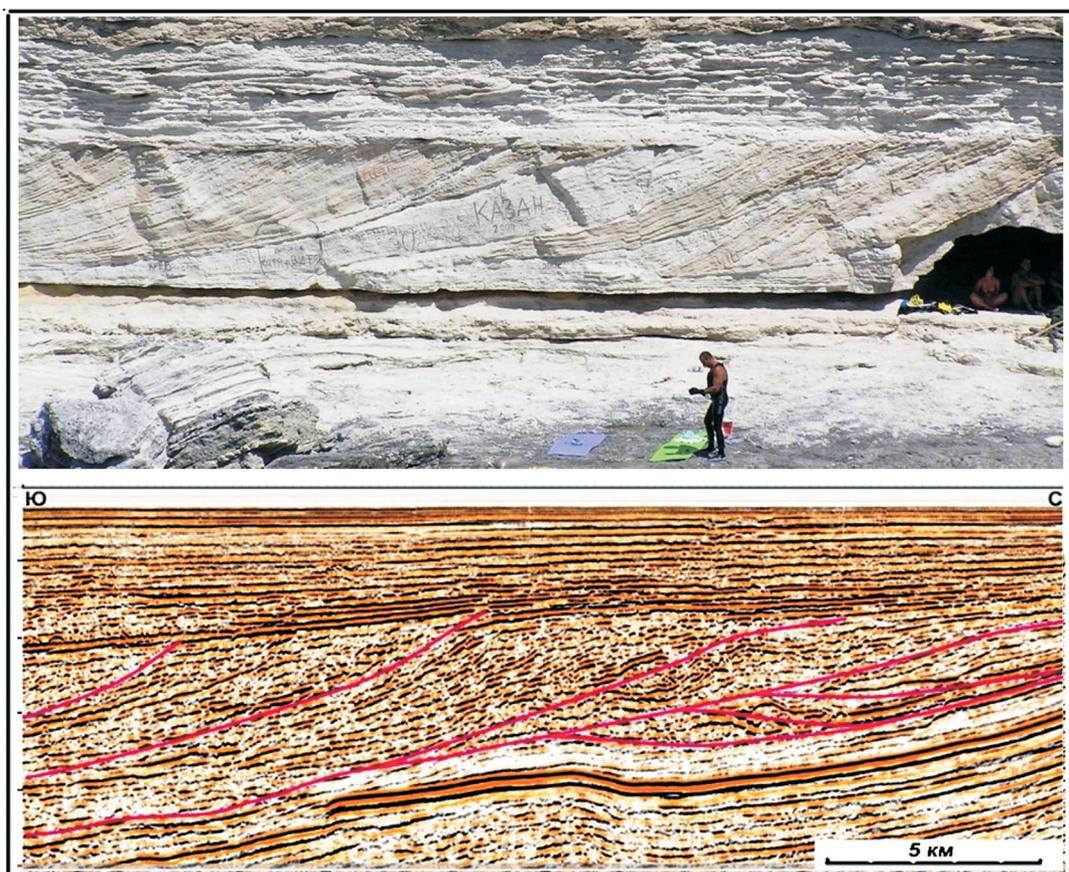


Рис. 7. Проградационные несогласия: в обнажении на мысе Атлеш (вверху) и осложненный надвигами аналог на сеймопрофиле северо-западного шельфа Черного моря (внизу)

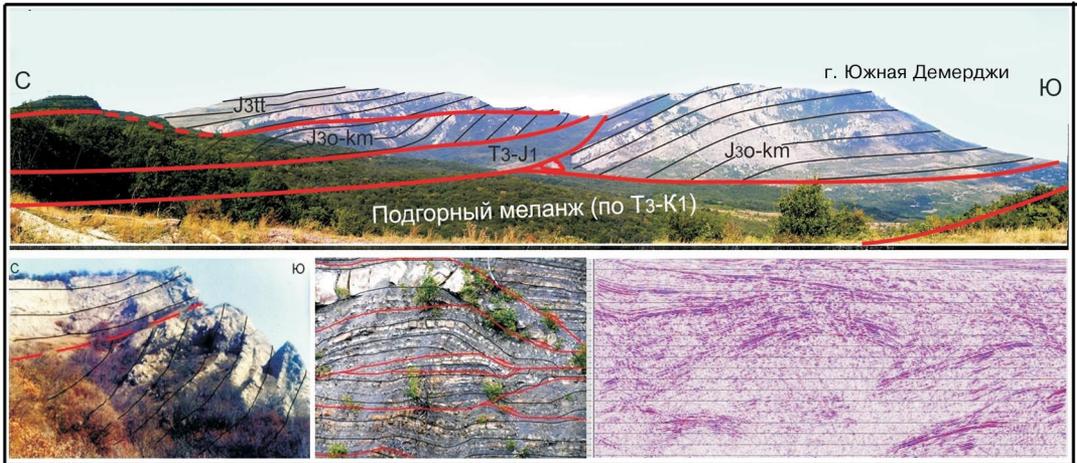


Рис. 8. Эндогенно-тектонические несогласия в обнажениях Крыма и сейсмическом разрезе

толщ. В разных участках Горного Крыма, напротив, одновременно формируются разнотипные угловые несогласия, вызванные поддвигом под него субкеанической коры Черного моря. Одновременно происходит конседиментационная складчатость в батиали и рост отдельных принадвиговых антиклиналей в шельфе. Продолжающееся складкообразование фиксируется сейсмичностью и данными интерпретации сеймопрофилей, расположенных вкрест простирания структур.

Расположение в плане и разрезе локальных угловых эндогенных несогласий в Крыму объясняется двумя причинами: а) миграцией складчатости, б) продольными поднятиями и опусканиями вследствие сдвиговой составляющей при конвергенции. По-видимому, такое объяснение применимо и к другим складчато-надвиговым областям мира. Вместе с эндогенными за счет экзогенных процессов формировались гравигенные и эвстатические угловые несогласия, которые местами осложнены флэтами.

Правильное понимание типов и генезиса несогласий Крыма во многом определяет эффективность поисков литологических и тектонических ловушек нефти и газа. Такие ловушки могут располагаться в подстилающих слоях, запечатанных по-

верхностью несогласия, и перекрывающих базальных коллекторах, в том числе и тектонически сорванных трещиноватых породах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасенков А. П., Никишин А. М., Обухов А. Н. Геологическое строение и углеводородный потенциал Восточно-Черноморского региона. М.: Научный мир, 2007. 172 с.
2. Барабошкин Е. Ю. и др. Изучение стратиграфических несогласий при производстве геологической съемки. Методические рекомендации. М.: МГУ, 2002. 167 с.
3. Геология СССР. Т. 8. Крым. Часть 1. Геологическое описание/Ред. М. В. Муратов. М.: Недра, 1969. 575 с.
4. Даценко А. С. Кайнозойські неузгодженія Передгір'їв Криму. В кн.: Азово-Черноморський полігон изучения геодинаміки і флюїдодинаміки формування местороджень нафти і газу. Докл. X Міжнарод. конф. "Крим-2012". Симферополь, 2012. С. 238–246.
5. Международный тектонический словарь/Дж. Г. Денис, Г. Муравски, В. П. Колчанов и др. Москва: Мир, 1991. 190 с.
6. Справочник по тектонической терминологии/Под ред. Ю. А. Косыгина, Л. М. Парфенова. Москва: Недра, 1970. 584 с.
7. Хаин В. Е., Ломизе М. Г. Геотектоника с основами геодинамики: Учебник. 2-е изд., испр. и доп. М.: КДУ, 2005. 560 с.
8. Юдин В. В. Геодинамика Крыма. Монография. Симферополь: ДИАИПИ, 2011. 336 с.

9. Юдин В. В. Надвиговые структуры в обнажениях Крыма и правильная интерпретация ловушек углеводородов по данным сейсморазведки//Збірник наукових праць УкрДГРІ. Київ, 2011. № 4. С. 171–179.

10. Юдин В. В. Надвиговые и хаотические комплексы. Монография. Симферополь: ИТ “АРИАЛ”, 2013. 252 с.

Рукопис отримано 14.10.2013.

Запропоновано класифікацію різних типів неузгоджень. На прикладах території Криму показано їх основні види. Правильне розуміння типів незгідностей на сейсмопрофілях у прилеглих акваторіях визначає ефективність пошуків літологічних і тектонічних пасток нафти й газу.

Ключові слова: незгідності, Крим, фази тектогенезу, сейсморозвідка.

Classification of different types of unconformity is offered. On the examples of outcrops of Crimea their basic kinds are shown. The correct understanding of types of unconformity on seismic section in adjoining equatorials determines efficiency of searches of lithologic and tectonic traps of oil and gas.

Keywords: unconformity, Crimea, phases of tectogenesis, seismic survey.