

Министерство общего и профессионального образования РФ

Санкт-Петербургский государственный горный институт  
имени Г.В.Плеханова (технический университет)

НАУКА  
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ГОРНОМ ИНСТИТУТЕ  
(ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ)

*Сборник научных трудов*

Выпуск 3

Санкт-Петербург  
1998

Настоящий сборник содержит статьи коллективов ученых практически всех кафедр института, посвященные основным результатам научно-исследовательских работ за 1997 г. и отчасти предшествующие годы. В отличие от предшествующих сборников он охватывает все направления фундаментальных и прикладных исследований, включая проблемы гуманитарного профиля, которые с присвоением Горному институту статуса технического университета приобретают все большее значение. В написании статей третьего выпуска сборника наряду с опытными учеными, докторами наук и профессорами, участвовали молодые исследователи, в том числе аспиранты института.

Все статьи сгруппированы в четыре раздела, отражающие основные направления научной деятельности института в области наук о Земле (геолого-разведочный факультет), горных наук (горный факультет, горно-электромеханический факультет, факультет освоения подземного пространства), металлургии и химии (металлургический факультет), экономики, экологии, социальных и гуманитарных наук (экономический факультет, факультет фундаментальных и гуманитарных дисциплин).

Составители и авторы сборника надеются, что в юбилейный год 225-летия института данный труд в полной мере отражает современное состояние, основные направления и результаты научных исследований первого технического вуза России.

Ответственный редактор проф. А.А.Смыслов

© Санкт-Петербургский государственный горный институт им.Г.В.Плеханова  
(технический университет), 1998 г.

мый регион. Остальные покровные ледники не выходили за пределы Северной Финляндии. На северо-западе России этим ледниковым эпохам соответствуют четко выраженные террасы, московская и более поздние (см. рисунок), рыхлые осадки которых не могли бы сохраниться при движении покровных ледников.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горянский В.Ю., Кофман В.С., Сенкевич М.А. Палеозой восточной части Балтийского щита (Карело-Кольский регион) // Стратиграфия и палеонтология девона, карбона и перми Русской платформы / ВСЕГЕИ. Л., 1988. С. 85-88.
2. Опорные разрезы кембро-ордовикской фосфоритонесущей оболовой толщи на северо-западе Русской платформы // Тр. Межведом. стратиграф. комитета, 1989. Т. 18. 222 с. Авт.: Хазанович К.К., Боровко Н.Г., Сергеева С.П., Соболевская Р.Ф.
3. Соколов Б.С. Вендская система и "неопротерозой-III" // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1995. Т.3, № 6. С.51-67.
4. Popov L.E., Dronov A.V., Ivantsov A.Ju. Outline of Geology and Stratigraphy // WOGOGOВ Excursion Guide. St. Petersburg. 1997. P. 2-9.

**И.А.ОДЕССКИЙ**, профессор, доктор геол.-мин. наук,  
**В.В.АРКАДЬЕВ**, доцент, кандидат геол.-мин. наук,  
**Р.А.ЩЕКОЛДИН**, доцент, кандидат геол.-мин. наук

### РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАСЧЛЕНЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЦИКЛИЧНОСТИ (на примере Крымского учебного полигона)

Существующие ныне приемы геологического картирования предусматривают составление довольно большого комплекта карт, предназначенных для отражения различных особенностей геологического строения территории. Все пород-

но-слоевые образования можно выстроить в таксономическую последовательность - от отдельно взятого породного слоя, в формировании которого основная роль принадлежит экзогенным факторам (химизм и динамика среды), до формации, главным фактором образования которой является тектонический режим (геосинклинальный, платформенный и т.д.). Ориентируясь на принцип подобия, утверждающий соответствие масштабы объектов и формирующих их причин, можно построить следующую систему таксонов из объектов и соответствующих им факторов: 1 - породный слой (химизм и динамика среды), 2 - фация (режим среды и топография), 3 - серия (физико-географические единицы и конкретные структуры), 4 - нимия (климат, ландшафт и общий знак тектонических движений), 5 - формация (тектонический режим). Данный метод разрабатывается для расчленения мезозойских отложений Крымского учебного полигона СПГГИ.

Цикличность на самом низшем, горно-породном уровне может быть рассмотрена на примере флишевых отложений таврической серии, обнажающихся в южной части учебного полигона СПГГИ. Флишевые циклиты отражают единичные геологические события - отдельные мутьевые потоки, действующие в течение нескольких часов (в геологическом масштабе - мгновенно). На учебном полигоне встречены два типа флишевых циклитов.

Рассматриваемый район расположен в пределах ядра Качинского антиклинория, которое сложено здесь породами таврической серии, представленными тонким терригенным флишем. Эти породы образуют маломощные циклиты преимущественно двучленного строения (алевролит + аргиллит), иногда с прослоями трехчленного строения, содержащими также мелкозернистые песчаники. В то же время в окрестностях пос.Голубинка Бахчисарайского района встречаются необычные для отложений данного типа пачки песчаников,

сложенные мощными (от нескольких дециметров до нескольких метров) пластами.

Стратиграфическое положение этих пачек разными авторами оценивалось по-разному. Высказывалось, например, предположение, что данные песчаники принадлежат к среднеюрским отложениям, на основании некоторого литологического подобия данных песчаников песчаникам средней юры, обнажающимся южнее и западнее рассматриваемого района на крыльях Качинского антиклинория, а также на основании предполагаемого залегания их стратиграфически выше типичных флишевых отложений таврической серии. Однако условия залегания указанных песчаников не подтверждают эту точку зрения. Установлено, что песчаники находятся в опрокинутом залегании и, следовательно, подстилают обнажающиеся ниже по склону «типичные» маломощные алевролитогиллитовые циклиты таврической серии. Иными словами, толстослоистые песчаники образуют пачку, заключенную внутри разреза таврической серии, которая в данном районе датируется нижним лейасом на основании единичной находки аммонита *Narproceras* sp [1].

Вмещающие «типичные» флишевые циклиты таврической серии хорошо обнажены в русле р.Бельбек на окраине пос.Нижняя Голубинка. Выходы пород слагают опрокинутую антиклинальную складку шириной около 200 м. Флишевые текстуры изучались на участке опрокинутого крыла протяженностью около 20 м, не нарушенном мелкими складками. Слои залегают здесь с падением к СВ 80° под углами от 45 до 70°, что позволяет изучать как поверхности наслоения, так и поперечные срезы слоев, хорошо отпрепарированные течением р.Бельбек. Флишевые отложения представлены циклитами, состоящими из элементов, хорошо согласующихся с элементами  $T_b$ ,  $T_c$ ,  $T_d$  и  $T_e$  модельного цикла Боума. Элемент  $T_a$  отсутствует. Циклиты типа  $T_{bcde}$  встречаются редко, преобладают циклиты типов  $T_{cde}$  и  $T_{de}$ . Элемент  $T_b$ , мощностью до

2-3 см, представлен серым крупнозернистым алевролитом с тонкой параллельной слоистостью. Элемент  $T_c$  имеет мощность от 5 до 15 см и представлен крупно-среднезернистым алевролитом с хорошо выраженной косой слоистостью. Мощности косых слоев 1-3 мм, наклон слоев по отношению к подошве – до 10°. Элементы  $T_d$ , мощностью 3-8 см, сложены мелкозернистым алевролитом с тонкой параллельной слоистостью (мощность слоев 0,5-1,0 мм). Элемент  $T_e$  (от 5 до 55 см) представлен массивным аргиллитом, обычно со скорлуповатой отдельностью, содержащим прослойки (мощностью до 2-3 см) и сферические конкреции (диаметром до 3 см) глинистого сидерита. Переходы между элементами циклитов постепенные. Все породы с поверхности до глубины 5-7 мм и более пропитаны бурными гидроксидами Fe. На свежем сколе алевролиты серые, аргиллиты – темно-серые, почти черные, сидериты – буровато-серые с зеленоватым оттенком. Суммарные мощности циклитов типов  $T_{bcde}$  и  $T_{cde}$  – от 20 до 60 см, типа  $T_{de}$  – 8-15 см. Подошвы циклитов типа  $T_{bcde}$  резкие, эрозионные, покрыты гиероглифами в виде слепков овальных выемок размером до 5 × 30 см, высотой до 3-4 см; встречаются также мелкие гиероглифы в виде валиков размером (1-2) × (3-5) см, высотой 5-10 мм. Подошвы циклитов типа  $T_{de}$  резкие, но ровные, без эрозионных текстур.

Происхождение подобной цикличности полностью согласуется с хорошо разработанной турбидитной моделью [3]. Описанные циклиты соответствуют фациальной группе D2 [2, 8] и являются отложениями низкоплотностных («разбавленных») мутьевых потоков. Они могли накапливаться в периферических частях подводного конуса выноса или в центральных его частях на участках между каналами.

Толстослоистые песчаники изучались в обнажениях на западном склоне горы Лысая на окраине пос.Голубинка.

Толстослоистые песчаники являются элементами циклитов мощностью до нескольких метров. Вторым, подчинен-

ным, элементом являются темно-серые массивные аргиллиты. Иногда наблюдается градационный переход от песчаника к аргиллиту через прослой алевролита, но обычно градация не характерна. Ниже приводится описание разреза через единичный циклит (описание сделано по условно выделенным интервалам, весьма незначительно отличающимся друг от друга). Песчаники находятся в опрокинутом залегании с падением к СЗ  $310^\circ$  под углом  $40^\circ$ .

1. Песчаник серо-желтый слюдистый мелкозернистый (в самой подошве – среднезернистый) массивный – 2 м.

2. Аналогичный песчаник, с неотчетливой неровно-плитчатой отдельностью, по простиранию переходит в массивный, однородный – 0,5 м.

3. Песчаник желто-серый слюдистый мелкозернистый массивный – 2,4 м.

4. Песчаник желто-серый слюдистый мелкозернистый с толстоплитчатой отдельностью, возможно, отражающей параллельную слоистость – 1 м.

5. Песчаник желто-серый слюдистый мелкозернистый с неотчетливой параллельной слоистостью и плитчатой отдельностью – 0,4 м.

6. Песчаник желто-серый слюдистый мелкозернистый массивный – 0,4 м.

7. Алевролит крупнозернистый серо-желтый параллельно-слоистый, с плитчатой отдельностью – 0,5 м.

Ниже по склону (но стратиграфически выше) – осыпь мелкого щебня темно-серых аргиллитов. Суммарная мощность песчаного элемента (включая крупнозернистый алевролит) 7,2 м, а полная мощность циклита, по-видимому, 8-10 м.

На подошвах песчаников наблюдаются гиероглифы в виде язычков и валиков размером  $(1-5) \times (4-20)$  см, высотой до 2-4 см, представляющие собой слепки борозд размыва, встречаются также текстуры нагрузки в виде овальных вы-

ступов размером  $(5-7) \times (10-25)$  см, в которых на сколе наблюдается конволютная слоистость.

Механизм образования толстослоистых песчаников связывается с деятельностью мутьевых потоков высокой плотности – фациальная группа В1 [2, 8]. Механизм осадочения песчаников связывается с быстрым выпадением песка из взвеси в результате торможения потока у подводного препятствия [6, 7].

Они могли накапливаться в каналах в пределах подводного конуса выноса. К сожалению, условия обнаженности не позволяют проследить песчаники по простиранию и изучить геометрию песчаных тел.

Таким образом, анализ цикличности на самом низшем, горно-породном, уровне позволяет производить первичное литостратиграфическое расчленение с выделением вспомогательных стратонев в ранге пачек или толщ.

На породах таврической серии с резким структурным несогласием залегают нижнемеловые отложения, внутри которых можно выделить несколько трансгрессивно-регрессивных циклов. В юго-западном Крыму нижнемеловые породы образуют самостоятельный, отличающийся от других тип разреза. Они представлены морскими терригенными и терригенно-карбонатными осадками.

Стратиграфическая схема нижнемеловых отложений района р.Бельбек разработана коллективом геологов Санкт-Петербургского государственного горного института, Санкт-Петербургского государственного университета, Всероссийского геологического института и Московского государственного университета [1]. В разрезе нижнего мела р.Бельбек обосновано наличие отложений берриасского, валанжинского, готеривского и альбского ярусов. На основании литологических особенностей в нижнемеловом комплексе выделяется несколько толщ.

В основании разреза залегает толща полимиктовых конгломератов красновато-бурого и бурого цвета с песчано-глинистым цементом, с плохо и среднеокатанной неотсортированной галькой (иногда валунами), в составе которой преобладают кварц, темноцветные песчаники и алевролиты. В верхней части среди конгломератов появляются линзы желтых грубозернистых песчаников мощностью до 3 м. К берриасскому ярусу конгломераты отнесены условно, по стратиграфическому положению – залеганию ниже отложений с типично берриасскими окаменелостями. Мощность толщи достигает 30-40 м.

Выше по разрезу выделяется толща переслаивания песчаников, известковистых песчаников и известняков. Песчаники серые и зеленовато-серые мелкозернистые, известняки серые детритовые, часто онколитовые. Песчаники вверх по разрезу сменяются известняками. Остатки фауны разнообразны и встречаются в большом количестве: аммониты *Dalmasiceras ex gr. crassicostatum* (Djan.), *Malbosiceras sp.*, *Euthymiceras sp.*, *Neocosmoceras sp.* и другие, белемниты, двустворки, гастроподы, брахиоподы, морские ежи. Комплекс характерных родов аммонитов *Dalmasiceras*, *Malbosiceras*, *Euthymiceras*, *Neocosmoceras* определяет берриасский возраст пород [5]. Мощность толщи изменяется от 15 до 40 м.

На толще переслаивания согласно залегает карбонатная толща, включающая несколько самостоятельных и хорошо прослеживаемых пачек (снизу вверх): 1) пачку онколитовых известняков, 2) пачку органогенно-обломочных известняков, 3) пачку биогермных известняков.

Онколитовые известняки серые и желтовато-серые, массивные и слоистые с размерами онколитов от 0,5-1 мм до 1,5-2 см. Мощность 15-20 м.

Органогенно-обломочные известняки светло-серые, массивные с небольшой примесью зерен кварца (до 5 %), с

детритом толстостенных створок пелеципод и брахиопод, скелетов криноидей, кораллов, мшанок. Мощность 30-35 м.

Пачка биогермных известняков включает тела обычно небольших биогермов (до 3-5 м по высоте и 4 м по ширине), редко более крупных (до 8 м по высоте и 15 м по ширине). Биогермы сложены герматипными кораллами *Thamnaera mammelonata* Turn., *Dermosmia cretacea* Turn. и водорослями. Организмами-рифоллюбами являются брахиоподы, криноидеи, морские ежи. Пространство между биогермами заполнено органогенно-обломочным известняком с детритом раковин брахиопод, двустворок, скелетов кораллов, морских лилий и морских ежей. Мощность 15 м.

Общая мощность карбонатной толщи достигает 70 м. Остатков аммонитов здесь не найдено. К берриасу она отнесена условно, по стратиграфическому положению.

На карбонатной толще с размывом залегает толща кварцевых конгломератов. В ее составе резко преобладают мелко- и среднегалечные конгломераты с хорошо окатанной преимущественно кварцевой галькой с карбонатным ожелезненным цементом. Встречаются прослойки и линзы гравелитов и крупнозернистых бурых и красно-бурых косослоистых песчаников с остатками древесины. Мощность толщи меняется от 0 до 70 м. К берриасскому ярусу она отнесена условно, по стратиграфическому положению – залеганию ниже отложений с аммонитами раннего валанжина.

К валанжинскому ярусу отнесена толща онколитовых гравийно-галечно-песчаных известняков. В районе р.Бельбек они установлены в Сбросовом логу, где с размывом залегают на кварцевых конгломератах берриаса. Известняки содержат разнообразный комплекс аммонитов *Olcostephanus* (O.) cf. *globosus* Spath, *Thurmanniceras* cf. *pertransiens* (Sayn) и др., определяющих их ранневаланжинский возраст [4]. Мощность толщи 12,5 м.

На известняках нижнего валанжина с размывом залегает толща темно-серых пластинчатых глин с остатками аммонитов *Phylloporachyceras eichwaldi* Kar. и др., аптихов *Lamellartychus angulicostatus* (Pict. et Lor.), белемнитов и морских лилий. Биофоссилии определяют позднеготеривский возраст отложений, мощность которых достигает 20 м.

На различных по возрасту породах нижнего мела с размывом и часто конгломератами в основании залегает толща глауконитовых песчаников. Это зеленые и светло-зеленые мелко- и среднезернистые известковистые глауконитовые песчаники с зернами магнетита. Толща выдержана по простиранию в пределах всей зоны развития нижнемеловых пород. На отдельных участках в песчаниках заключены линзы серых и темно-серых плотных известняков, переполненных раковинами двустворок *Aucellina gryphaeoides* (Sow.). Толща содержит остатки многочисленных аммонитов *Ostlingoceras puzosianum* (d'Orb.), *Mariella bergeri* (Brong.), *Hamites virgulatus* Brong. и др., определяющих ее позднеальбский возраст. Мощность песчаников изменяется от 1,5 до 10 м.

Верхнеальбские глауконитовые песчаники со стратиграфическим несогласием перекрываются толщей глинисто-карбонатных пород верхнего мела. Общая мощность нижнемеловых пород в бассейне р.Бельбек достигает 260 м. Подобно большинству нижнемеловых пород Горного Крыма, они формировались в морских условиях прибрежного мелководья — для них характерны многочисленные перерывы, фациальная изменчивость, наличие горизонтов конденсации и поверхностей «твердого дна». Берриасская часть нижнемелового разреза является наиболее полной и резко отличается литологически от разрезов соседних площадей (Байдарской и Варнаутской котловин), что позволяет выделять самостоятельную Бельбекскую структурно-фациальную зону.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас меловой фауны юго-западного Крыма / Под ред. В.В. Аркадзева и Т.Н. Богдановой / Санкт-Петербургский горный институт. СПб, 1997. 357 с.
2. *Stow D.A.V.* Морские глубоководные терригенные отложения // Обстановки осадконакопления и фации: В 2-х томах: Пер. с англ. / Под ред. Х. Рединга. М.: Мир, 1990. Т. 2. С.141-194.
3. *Bouta A.H.* Sedimentology of some Flysh Deposits: A graphic approach to facies interpretation. Amsterdam: Elsevier, 1962. 168 p.
4. *Busnardo R., Thieuloy J.-P., Moullade M. et al.* Hypostratotype Mesogeen de l'etage Valanginien (Sud-Est de la France) // Les stratotypes Francais, 1979, Vol. 6. 143 p.
5. *Le Hegarat G.* Le Berriasien du Sud-East de la France // Doc. Lab. Geol. Fac. Sci., Vol. 43/1. 1973. 309 p.
6. *Lowe D.R.* Sediment gravity flows: Their classification and some problems of application to natural flows and deposits // SEPM Spec. Publ. № 25, 1979. P. 75-82.
7. *Lowe D.R.* Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents // Journ. Sediment. Petrol. V. 52, № 1. 1982. P. 279-298.
8. *Pickering, K., Stow, D., Watson, M. & Hiscott, R.* Deep-water facies, processes and models: a review and classification scheme for modern and ancient sediments // Earth-Sci. Rev., 23, 75-174.

**А.А. СМЫСЛОВ**, профессор, доктор геол.-мин. наук,  
**С.В. СЕНДЕК**, профессор, кандидат геол.-мин. наук

### ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ И УСЛОВИЯ ИХ ОСВОЕНИЯ

Данная территория включает разнообразные геологические структуры континента и шельфовой зоны страны (Балтийский щит, север Русской платформы, Тимано-Печорскую