

ГИПОТЕЗЫ. ДИСКУССИИ. ПРОБЛЕМЫ

УДК: 551.3.051:553.98

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МОЛАССОВЫХ КОМПЛЕКСАХ: КРИТИЧЕСКОЕ РАССМОТРЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ОПЫТА

© Д.А. Рубан

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону

DOI:10.24412/1997-8316-2023-110-26-35

Аннотация: изучение молассовых комплексов интересно как с теоретической точки зрения, так и с учетом их нефтегазоносного потенциала. Проведен критический анализ серии статей в международных журналах, посвященных молассовым комплексам. Установлено, что термин "моласса" используется произвольно, непоследовательно, отчасти противоречиво. В некоторых работах он имеет условный или исторический характер. Тем не менее востребованность представлений об этих осадочных комплексах очевидна. Проведенный анализ литературы свидетельствует о приоритете литологических критериев выделения молассы, тогда как фациальный критерий и привязка к конкретному тектоническому режиму менее важны. Дальнейшего обсуждения требует вопрос о целесообразности отнесения к единой молассе пространственно разрозненных толщ сходного облика. При этом очевидно, что некоторые указываемые в литературе комплексы не могут рассматриваться в качестве молассовых. Аргументируется необходимость дальнейшей разработки представлений о молассах, в том числе с опорой на наработки отечественной геологии.

Ключевые слова: библиографический анализ, моласса, осадконакопление, тектонический режим, терригенные породы.

E-mail: ruban-d@mail.ru

CONTEMPORARY IDEAS OF MOLASSE COMPLEXES: A CRITICAL CONSIDERATION OF THE INTERNATIONAL RESEARCH EXPERIENCE

© D.Ruban

Southern Federal University, Rostov-on-Don

Abstract: the study of molasse complexes is interesting as from the theoretical point of view, as in regard to their hydrocarbon potential. A critical analysis of the series of articles from the international journals devoted to molasse complexes has been carried out. It has been established that the term "molasse" is used arbitrarily, inconsistently, and partly contradictorily. It shares conditional or historical character in some works. Nonetheless, the idea of these sedimentary complexes is evidently demanded. The undertaken analysis of the literature implies the priority of the lithological criteria in molasse definition, whereas the facial criterion and the affinity to a given tectonic regime are less important. The question of the reasonability of assigning spatially disconnected, but commonly looking deposits to the same molasse requires further discussions. It is evident that some complexes noted in the literature cannot be considered as molasse. The

necessity of further development of the ideas of molasse based, particularly, on the national geological experience is argued.

Key words: bibliographical survey, molasse, sedimentation, tectonic regime, terrigenous rocks.

ВВЕДЕНИЕ

Молассовые толщи входят в число наиболее своеобразных осадочных комплексов, пользующихся широким распространением в областях интенсивного горообразования (главным образом в предгорных прогибах). Им присущи преимущественно терригенный состав (в том числе присутствие грубообломочных пород), нередко циклическое строение, большая мощность (до нескольких километров), пестрота окраски (красная, зеленая, фиолетовая и т.п.) и частое доминирование континентальных фаций. Такая характеристика является довольно условной. Классические представления о молассах зафиксированы в отече-

ственной литературе [1, 2, 5, 6, 8-10], а также трудах ряда иностранных специалистов [14, 27]. Однако внимательное прочтение данных работ подчеркивает отсутствие единообразного подхода как к выделению, так и к истолкованию этих комплексов. Современные попытки переосмысления классических представлений вкупе с анализом новейшей информации только подтверждают отмеченную выше условность характеристики моласс [3, 18]. При этом специфичность и оправданность их выделения несомненны, а предложенная выше характеристика может считаться в той или иной мере общепринятой (хотя подчас со значительными отступлениями и оговорка-



Рис. 1. Выходы нижнепермской молассы на Западном Кавказе (фото автора)

ми). Характерным примером молассы является мощная красноцветная терригенная толща с большим участием конгломератов и песчаников нижней перми на Западном Кавказе, которая сформировалась в эпоху герцинского орогенеза (рис. 1).

В последнее время теоретическим представлениям о молассовых и прочих осадочных комплексах уделяется не столь большое внимание, что в отечественной науке можно объяснить некоторым затуханием интереса к ранее популярному формационному анализу. Тем не менее эти представления заслуживают развития, т.к. являются основой для решения сугубо практических и при этом исключительно важных задач. Молассовые комплексы нефтегазоносны [4]. Например, в недавнее время была обоснована перспективность древнего краевого прогиба в Западном Предкавказье в отношении месторождений углеводородного сырья, связанная в том числе с заполняющими его молассовыми толщами позднепалеозойского возраста [7]. В Центральной Европе (Австрия, Германия, Швейцария) около трех десятилетий велось активное изучение нефтегазоносности кайнозойских молассовых бассейнов, которая в полной мере подтвердилась [12, 15, 16, 25, 26]. Молассовые толщи в ряде случаев обладают хорошими коллекторскими свойствами, а также могут быть источниками углеводородов. Некоторые особенности молассовых бассейнов благоприятствуют формированию ловушек. В связи с этим автор считает целесообразным возвращение к развитию представлений о данных осадочных комплексах. Особое значение приобретает разбор тех, которые появились в последние годы и фактически не были помещены в ту или иную концептуальную схему.

Основной целью настоящей работы является критическое рассмотрение современных представлений о молассовых комплексах в международных исследованиях. Акцент на последних, с одной стороны, связан с тем, что представления основаны на но-

вом фактическом материале, что расширяет видение проблемы, а с другой – этот исследовательский опыт отражает эмпирически сложившееся видение моласс как особых геологических объектов, которое обязательно должно учитываться в концептуальных, терминологических разработках. В течение последних пяти лет опубликована целая серия статей в международных научных изданиях, посвященных молассам различных регионов планеты. Анализ этих работ и сопоставление представленных в них характеристик данных осадочных комплексов представляются актуальными. Далее статьи рассматриваются в порядке уменьшения возраста толщ, а их характеристики следуют из представленной в анализируемых работах информации, которая отличается большей или меньшей полнотой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Статья Дж. Виверса посвящена эдиакаро-ордовикской молассе Западной Гондваны [28]. Термин "моласса" служит для определения довольно сходных толщ кварцевых песчаников с различным строением и мощностью, которые накапливались в континентальных условиях на африканских и сопредельных тектонических блоках одновременно с мощными орогеническими движениями (прежде всего панафриканская фаза) и после их завершения. С одной стороны, такой подход к пониманию молассы вполне соответствует объекту исследований в этой статье, с другой – он является слишком произвольным, т.к. нацелен на разнородные толщи и не учитывает особенности каждой из них. В целом все они определены как моласса из-за необходимости в наиболее подходящем, общем термине для описания комплексов сходного состава, сформировавшихся примерно в одной и той же тектонической обстановке. Иными словами, термин использован лишь потому, что подобного рода толщи обычно оказываются молассами, но не потому, что это настоящие молассы. Автор данной работы, ссылаясь

на предшествующие исследования, отмечает, что речь идет об остатках гораздо более мощной молассы, которая на позднейших этапах геологической истории подверглась рециклингу. Возникает закономерный вопрос о том, насколько остатки молассы могут быть определены как молассовые комплексы сами по себе.

Верхнетриасовая моласса сутуры Чаньчун-Янцзи в северо-восточной части Китая рассматривается в статье группы китайских геологов [17]. К ней отнесена толща, сложенная конгломератами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами и туфобрекчиями,

мощностью до 1000 м и локально больше. Породы серые, иногда зеленоватые. Интересной особенностью является присутствие в конгломератах крупных обломков, размер которых превышает 1 м. Авторы отмечают типично молассовый характер данной толщи, хотя и без соответствующих пояснений. Формирование молассы происходило после закрытия Палеоазиатского океана, за которым последовали горообразовательные движения. Следует отметить, что в данной работе сам факт наличия молассы интерпретируется в качестве индикатора тектонического режима. Хотя это следует класси-



Рис. 2. Географическое распространение молассовых комплексов, рассмотренных в настоящей работе

Цифровые обозначения: 1 – эдиакарско-ордовикская моласса Западной Гонданы (оконтурено примерное распространение), 2 – верхнетриасовая моласса сутуры Чаньчун-Янцзи, 3 – меловая моласса Центрального Тибета, 4 – палеогеновая моласса южной части Балканского полуострова, 5 – олигоценая моласса Центральных Тавридов, 6 – миоценовая целебесская моласса, 7 – миоценовая моласса Северо-Западных Гималаев, 8 – миоценовая моласса северных субальпийских массивов области Западных Альп.

ческим представлениям о природе моласс, такая привязка в действительности не является однозначной [3], в связи с чем вывод авторов о тектоническом режиме территории может быть признан только гипотетическим.

В статье И. Ху и др. рассматривается меловой молассовый комплекс Центрального Тибета [19]. К нему отнесены красноцветные терригенные толщи с большим участием конгломератов, а также с прослоями вулканогенно-осадочных и вулканогенных пород. Общая мощность превышает 2000 м. Накопление этой толщи происходило в озерах, речных долинах и дельтах, развивавшихся в межгорной впадине. Хотя указанные специалисты подробно анализируют различные свидетельства тектонического режима, при этом они исходят из представления о молассе как о комплексе, маркирующем смену этого режима, и делают вывод о закрытии центрального сегмента ранее существовавшего океана до его накопления. Такое заключение более оправдано, чем в рассмотренной работе [17], в силу детального фациального анализа молассы и установления однозначно континентального характера седиментации.

Работа греческих геологов посвящена микропалеонтологической характеристике палеогеновых молассовых толщ южной части Балканского полуострова [13]. Несмотря на ограниченность представленной информации о самой молассе, можно заключить, что она сложена терригенными породами (от конгломератов до аргиллитов), которые накапливались в отдельных, сравнительно небольших бассейнах тектонически активной области. При этом создается впечатление, что эти разрозненные комплексы не маркируют отдельный интервал тектонической эволюции региона или эпоху горообразования, а связаны лишь с локальным возникновением благоприятных для их накопления условий. Авторы также оговариваются, что по крайней мере частично породы формировались в рифтовых структурах.

Термин "моласса" используется скорее как собирательный и при этом описательный.

Олигоценовая моласса Центральных Таврид послужила объектом изучения турецких специалистов [20]. В небольших бассейнах в озерных условиях накапливались конгломераты, песчаники и аргиллиты, а на отдельных интервалах – известняки, мергели и уголь. Местами эти породы имеют пеструю окраску. Мощность молассовых толщ измеряется сотнями метров. Тектонический режим их формирования характеризовался растяжением, которое последовало за фазой орогенеза. Более того, представленные интерпретации свидетельствуют о том, что накопление молассы знаменовало начало нового этапа развития. Важно, что авторы статьи интерпретируют режим на основе структурно-геологических данных, т.е. вне связи с молассовым обликом осадочных толщ. Как и в ряде других случаев, в данном исследовании речь идет о нескольких молассовых комплексах, накапливавшихся в разрозненных бассейнах. Тем не менее значительное сходство этих комплексов очевидно.

Большой интерес представляет статья сингапурских и английских ученых, посвященная миоценовой молассе о. Сулавеси в Индонезии (так называемая целебеская моласса) [23]. Она включает в себя различные осадочные комплексы, которые по составу являются не только терригенными, но подчас включают карбонатные и вулканогенно-осадочные отложения, их общая мощность измеряется сотнями метров (нередко превышает 1000 м). Результаты новейших исследований, обобщенные в данной статье, показывают разнородность этих комплексов по составу, обособленность в пространстве и стратиграфической последовательности, а также полифаціальность (установлены континентальные и морские фации) и связь с разными тектоническими режимами. При этом надо отметить, что целебеская моласса отмечает переход от общего режима коллизии в раннем миоцене

к более разнообразной тектонической обстановке, в которой имели место, в частности, растяжение и субдукционные процессы. Полученные результаты свидетельствуют о существенной гетерогенности данной молассы, что поднимает вопрос о целесообразности ее выделения (авторы подводят к этому вопросу, но не ставят его). Действительно, уточнение представлений о составе, строении и происхождении комплексов делает крайне затруднительным их отнесение к единой молассе в свете классических представлений (хотя, возможно, применима широкая трактовка [6]). При этом, безусловно, отдельные толщи могут выделяться в качестве самостоятельных моласс. Что касается понятия "целебесская моласса", то его целесообразно признать сугубо историческим.

Али А. и др. в своей работе приводят информацию о верхнемиоценовой молассе предгорного бассейна Северо-Западных Гималаев в Пакистане [11]. Термин моласса применен в данном случае к одному (среднему) члену мощной серии, в которой доминируют прослойки песчаников, хотя распространены также аргиллиты и конгломераты. Первые преобладают в нижней части серии, а последние – в верхней. Отмечается хорошо проявленное циклическое строение толщ. Общая мощность серии превышает 5000 м, а рассматриваемого члена – до 1540 м. Провенансный анализ подтверждает идею о формировании этой молассы на форланде крупной коллизионной зоны. Указанное выше использование термина моласса является стратиграфическим, т.к. соответствует привязке к строго определенному литостратиграфическому подразделению и фиксированному интервалу геологической истории. Возникает закономерный вопрос о корректности такого подхода, позволяющего говорить о наличии нескольких залегающих друг на друге молассовых комплексах. Границы между комплексами проводятся по критериям, которые можно считать более частными, чем критерии,

применяемые в классических представлениях о молассах (см. выше).

Еще одна статья международной исследовательской группы посвящена миоценовой молассе Северо-Западных Гималаев [21]. В составе молассы преобладают терригенные породы (особенно песчаники), нередко пестроцветные. Стоит отметить относительно небольшую мощность толщи, которая, судя по представленным в работе описаниям, не превышает 100 м. Отложения по своему генезису являются аллювиальными (в самом начале они накапливались в эстуарии). Их накопление происходило одновременно с коллизионными процессами и сопутствующим горообразованием. В данной работе термин моласса используется по отношению к осадочному комплексу независимо от его литостратиграфического расчленения и возрастных датировок. Несмотря на некоторые отличия состава, этот комплекс имеет сходный облик и отличается фациальной гомогенностью. При этом стоит обратить внимание на то, что его образование происходило на фоне коллизии, т.е. во временном отношении моласса занимает явно подчиненное положение по отношению к горообразовательным процессам.

Заслуживает внимания работа, посвященная миоценовой молассе северных субальпийских массивов области Западных Альп [22]. Она представлена терригенными толщами сложной архитектуры мощностью до 1000 м и более, которые накапливались как в континентальных, так и в морских условиях. Интересное исследовательское решение связано с латеральным расчленением молассовых комплексов на 12 палеогеографических зон и 4 домена, которые отражают диахронность данной молассы. Тектонический режим различался в пространстве и во времени, при этом за период накопления проявилось три фазы тектонических дислокаций (сжатия и воздымания). Возникает впечатление значительной гетерогенности рассматриваемых осадочных

комплексов, как и в случае с целебесской молассой, однако здесь их общность все-таки больше. Авторы работы используют термин моласса скорее как исторически сложившееся определение в чем-то сходных толщ, чем как конкретную характеристику последних.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Критическое рассмотрение международного исследовательского опыта, нашедшего отражение в приведенных статьях, позволяет обобщить содержащиеся в них представления следующим образом:

- к молассам относятся, как правило, терригенные комплексы, которым в ряде случаев присуща характерная окраска (пестроцветность);
- их мощность варьирует в очень широких пределах и необязательно является значительной;
- в качестве моласс нередко выделяются похожие, но при этом пространственно разрозненные комплексы, сформировавшиеся в нескольких бассейнах в пределах одной и той же области;
- молассы больше тяготеют к континентальным условиям осадконакопления, хотя и весьма различным, однако они могут быть и частично морскими;
- соотношение формирования этих осадочных комплексов с тектоническими режимами и этапами геологической эволюции крайне неоднозначны как по сути (например, молассы могут формироваться и при сжатии, и при растяжении), так и во временном аспекте;
- использование термина моласса в рассмотренной совокупности "свежих" статей характеризуется значительной произвольностью, непоследовательностью, отчасти противоречивостью, нередко оно носит условный или исторический характер;
- рассмотренные комплексы характеризуют разные интервалы геологической истории и разные регионы (рис. 2), что

говорит об отсутствии привязки использования термина "моласса" к ограниченной, исторически сложившейся группе геологических объектов.

Сказанное выше однозначно свидетельствует о дефиците концептуальных, терминологических исследований в современной зарубежной геологической науке [24]. Понятие о молассах носит нечеткий характер, хотя их значимость в исследованиях существенна. Тем не менее можно наметить два важных уточнения классических представлений о данных осадочных комплексах. Во-первых, молассы лучше всего обособляются по литологическим особенностям, а именно по доминированию терригенных (в том числе грубообломочных) пород. Во-вторых, молассовые комплексы могут демонстрировать различную фациальную природу, а их привязка к тектоническому режиму нечеткая. По всей видимости, в генетическом отношении молассам присуща связь с областями мощной денудации при наличии хорошо выраженных бассейнов осадконакопления, безотносительно тому, за счет каких тектонических процессов такая обстановка возникла. Проведенный обзор литературы ставит два вопроса. Первый – могут ли несколько пространственно разрозненных осадочных комплексов выделяться в качестве единой молассы? Второй вопрос носит более практический характер: какие из отложений, описанных в качестве молассы, на самом деле не могут быть признаны таковой?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное обобщение литературы свидетельствует об актуальности последующей разработки и уточнения понятия о молассах с учетом международного исследовательского опыта и вопросов, возникающих при его критическом анализе. С учетом потенциала нефтегазоносности этих осадочных комплексов решение соответствующих задач видится насущным. Однако сам опыт является скорее источником

эмпирических данных, а не глубоких концептуальных построений.

Размытость дефиниции рассматриваемого термина вносит неоднозначность в его использование, а также понимание особенностей состава, строения и происхождения тех толщ, по отношению к которым он уже был использован в ходе предыдущих исследований. Представляется, что использование богатого опыта отечественной геологии в решении теоретиче-

ских и терминологических вопросов [6] будет способствовать совершенствованию представлений о молассах и успешности их применения при решении практических задач. При этом важно обращаться не только к хорошо известным геологическим объектам на территории страны, но и использовать новую информацию по другим регионам мира, систематизируя, переосмысляя и помещая ее в строгие концептуальные рамки.

Настоящая работа посвящается памяти Бориса Андреевича Черникова.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Белоусов В.В. Эндогенные режимы материков. – М.: Недра, 1978. – 232 с.
2. Геологический словарь. – Т. 2. – М.: Недра, 1978. – 456 с.
3. Гутак Я.М., Рубан Д.А. Молассовые толщи и тектонический режим их накопления: попытка концептуального синтеза с учетом новых геологических данных // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2016. – № 1. – С. 9–14.
4. Кондаков А.В. Нефтегазоносность моласс. – М.: Недра, 1988. – 188 с.
5. Косыгин Ю.А. Тектоника. – М.: Недра, 1969. – 616 с.
6. Маслов А.В., Алексеев В.П. Осадочные формации и осадочные бассейны. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. – 203 с.
7. Попков В.И., Попков И.В. Тектоническая природа Центрально-Азовской и Каневско-Березанской систем дислокаций // Геология, география и глобальная энергия. – 2017. – № 3. – С. 106–115.
8. Попов В.И., Запрометов В.Ю. Генетическое учение о геологических формациях. – М.: Недра, 1985. – 457 с.
9. Справочник по тектонической терминологии. – М.: Недра, 1970. – 584 с.
10. Цейслер В.М. Введение в тектонический анализ осадочных геологических формаций. – М.: Наука, 1977. – 152 с.
11. Ali A., Pan J., Yan J., Nabi A. Geochemical characteristics and uranium mineralization exploration potential of late Miocene molasse sediments of NW Himalayan foreland basin Pakistan // Arabian Journal of Geosciences. – 2020. – V. 13. – P. 123.
12. Brink H.-J., Burri P., Lunde A., Winhard H. Hydrocarbon habitat and potential of Swiss and German Molasse Basin: a comparison // Eclogae Geologicae Helvetiae. – 1992. – V. 85. – P. 715–732.
13. Dimou V.-G., Koukousioura O., Dimiza M.D., Triantaphyllou M.V., Less G., Pomoni-Papaioannou F., Syrides G. A preliminary investigation of Eocene larger benthic foraminifera assemblages from Alpine and molasse-type deposits of the Hellenic peninsula (Greece) // Revue de micropaleontologie. – 2021. – V. 70. – P. 100468.
14. Friend P.F. Molasse basins of Europe: a tectonic assessment // Transactions - Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences. – 1985. – V. 76. – P. 451–462.
15. Gusterhuber J., Hinsch R., Linzer H.-G., Sachsenhofer R.F. Hydrocarbon generation and migration from sub-Thrus source rocks to foreland reservoirs: The Austrian Molasse basin // Austrian Journal of Earth Sciences. – 2013. – V. 106. – P. 122–143.
16. Gusterhuber J., Hinsch R., Sachsenhofer R.F. Evaluation of hydrocarbon generation and migration in the Molasse fold and thrust belt (Central Eastern Alps, Austria) using structural and thermal basin models // AAPG Bulletin. – 2014. – V. 98. – P. 253–277.
17. Han Z., Li J., Zhu C., Zhong W., Song Z. The Late Triassic Molassic Deposits in Central Jilin Province, NE China: Constraints on the Paleo-Asian Ocean Closure // Minerals. – 2021. – V. 11. – P. 223.
18. Hou Q., Guo Q., Fang A. Discussions on some basic problems in the research of orogenic belts concerning on flysch and molasse // Acta Petrologica Sinica. – 2018. – V. 34. – P. 1885–1896.
19. Hu Y., Liu Z.-B., Wang G., Gao J., Song Y., Zheng M., Li D. Study of molasse within the middle segment of the Bangong-Nujiang suture zone, central Tibet: Constraints of ocean-continent transform // Geological Journal. – 2020. – V. 55. – P. 6625–6641.
20. Ilgar A., Esirtgen T., Turkmen-Bozkurt B., Demirkaya S. Oligocene molasse sedimentation in the Central Taurides: Records of the onset of extensional tectonic regime // Bulletin of the Mineral Research and Exploration. – 2020. – V. 163. – P. 47–76.
21. Javed A., Wahid A., Mughal M.S., Khan M.S., Qammar R.S., Ali S.H., Siddiqui N.A., Iqbal M.A. Geological and petrographic investigations of the Miocene Molasse deposits in Sub-Himalayas, District Sudhnati, Pakistan // Arabian Journal of Geosciences. – 2021. – V. 14. – P. 1517.
22. Kalifi A., Leloup P.H., Sorrel P., Galy A., Demory F., Spina V., Huet B., Quillevère F., Ricciardi F., Michoux D., Lecacheur K., Grime R., Pittet B., Rubino J.-L. Chronology of thrust propagation from an updated tectono-sedimentary framework of the Miocene molasse (western Alps) // Solid Earth. – 2021. – V. 12. – P. 2735–2771.
23. Nugraha A.M.S., Hall R., BouDagher-Fadel M. The Celebes Molasse: A revised Neogene stratigraphy for Sulawesi, Indonesia // Journal of Asian Earth Sciences. – 2022. – V. 228. – P. 105140.
24. Ruban D.A. Unawareness and Theorizing in Modern Geology: Two Examples Based on Citation Analysis // Earth. – 2020. – V. 1. – P. 1–14.
25. Sachsenhofer R.F., Leitner B., Linzer H.-G., Bechtel A., Coric S., Gratzner R., Reischenbacher D., Soliman A. Deposition, erosion and hydrocarbon source potential of the Oligocene Eggerding Formation (Molasse Basin, Austria) // Austrian Journal of Earth Sciences. – 2010. – V. 103. – P. 76–99.

26. Schegg R., Cornford C., Leu W. Migration and accumulation of hydrocarbons in the Swiss Molasse basin: Implications of a 2D basin modeling study // *Marine and Petroleum Geology*. – 1999. – V. 16. – P. 511–531.
27. Van Houten F.B. The odyssey of molasse // *Geological Association of Canada, Special Paper*. – 1981. – № 23. – P. 35–48.
28. Veevers J.J. West Gondwanaland during and after the Pan-African and Brasiliano orogenies: Downslope vectors and detrital-zircon U-Pb and TDM ages and eHf/Nd pinpoint the provenances of the Ediacaran-Paleozoic molasse // *Earth-Science Reviews*. – 2017. – V. 171. – P. 105–140.