

## ЛИТОФАЦИАЛНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ПЕТРОХАНСКАТА ТЕРИГЕННА ГРУПА В ЧАСТ ОТ ЗАПАДНА СТАРА ПЛАНИНА. V. СПЕЦИФИЧНИ ЛИТОФАЦИЕСИ

*Георги Айданлийски*

*Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; ajdansky@mgu.bg*

**РЕЗЮМЕ.** Статията е последна от серия публикации представящи литофациалните групи характерни за Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина и обхваща тези с по-ограничено разпространение. Псамитнодоминираните литофациеси от тази група са свързани основно с ерозионни процеси. Литофациес Se (пясъчник, богат на интракласти, ерозионен хоризонт, алувиален) изгражда лещовидни тела с неравни, ерозионни базови повърхнини, набогатени на интракласти. Образоването му е свързано с акумулация в основата на новообразувано русло на късове от финозърнести материали, принадлежащи на разливната равнина, транспортирани при максималната енергия на потока. Образоването на литофациес Ss (пясъчник, финно до едрозърнест,  $\eta$  (ета)- и  $\zeta$  (цета)-тип косослоести серии, алувиален) се свързва с ерозионно формиране на жлебовидно корито и неговото многократно заливане и запълване със седиментен материал от ефемерални потоци. При свързаният с процесите на педогенеза литофациес P (калкретни (доло-, сидерикретни), железно- и хидрооксидни образувания, палеопочвени прояви в автохтонна позиция от всички типове) се установяват както разположени един над друг (съставен тип профил) така и припокриващи се (смесен тип профил) палеопочвени хоризонти. Според генезиса си, калкретните (доло-, сидерикретните) образувания се поделят на две групи – резултат от дейността на грунтовете води и педогенни. Образоването на палеопочвени хоризонти е характерно както за прирусловите отложения, така и за седиментите от заливната тераса. Литофациес Bbr (преотложени алувиални палеопочвени материали тип "Bröckelbank" карбонатни и/или железнооксидни гравелити, брекчи, конгломерати и брекчочковгломерати) се формира в процеса на ерозия, транспорт, преработка и повторна седиментация на палеопочвени образувания от всички типове.

### LITHOFACIAL CHARACTERISTIC OF THE PETROHAN TERRIGENOUS GROUP IN PART OF WESTERN STARA PLANINA MOUNTAIN. V. SPECIFIC LITHOFACIES

*George Ajdanlijsky*

*University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; ajdansky@mgu.bg*

**ABSTRACT.** The article is the last of a series of publication presenting the lithofacial groups typical for the Petrochan Terrigenous Group in part of Western Stara Planina Mountain, and includes those with limited distribution. The psamitic-dominated lithofacies of this group are mainly related to erosion processes. Lithofacies Se (sandstone, intraclasts rich, erosion level, fluvial) builds lenticular bodies with unequal base erosion surfaces, enriched in intraclasts. Its formation is associated with accumulation at the base of newly formed mainstream of pieces of fine-grained materials that belongs to the flood plain, transported at maximum stream energy. The lithofacies Ss (sandstone, fine- to coarse grained,  $\eta$ (eta)- and  $\zeta$ (zeta)-type cross-lamination sets, fluvial) generation is associated with erosion troughs and its repeated flooding and filling of sediments from ephemeral streams. In related with the paleo-pedogenesis processes lithofacies P (calcretes (dolo-, sidericretes), ferro-oxide and hydroxide formations, paleosol occurrences in autochthonous position of all types) is established as one above another (composite type profile) as well as overlapping (compound profile) paleosol horizons. According to their genesis, the calcrete (dolo-, sidericrete) formations are divided into two groups – a result of the underground water activity and pedogenic. The paleosol horizon formation is typical as for near-channel deposits, as well as for the over-bank deposits. Lithofacies Bbr (re-sedimented fluvial paleosol materials "Bröckelbank" type carbonate and/or ferroxid gravels, breccias, conglomerates and breccias-conglomerates) is formed in the process of erosion, transport, processing and re-sedimentation of paleosol materials of all types.

### Въведение

Наред с широко разпространените псефитно-, псамитно и пелитнодоминирани литофациеси в разрезите на Петроханската теригенна група (Тронков, 1981) в обхвата на Берковската единица, Западна Стара планина, при номинирането на които водеща роля има зърнометричната им характеристика, се установяват и такива, при дефинирането на които съществена роля има техния веществен състав и условията на образуване. Поради това те са обособени в отделна група. Тази група обхваща сравнително

малък брой литофациеси – общо четири, като в зърнометрично отношение два от тях са псамитнодоминирани, а един от тях – псефитнодоминиран. Макар и ограничени по брой, в изследвания район те имат съществена роля при стратиграфския и палеогеографски анализ.

При описанието на типа на косата слоестост, видът на контакта на слоевете с долната повърхнина, дебелината на сериите и типът слоестост, е възприета номенклатурата, предложена от Allen (1963), подход, приложен и при

дефинирането и на останалите групи литофациеси в Петроханската теригенна група от изследвания район (Айданлийски, 2010б; 2012а; 2012б). Приложената при изследването стратиграфска схема е съгласно Айданлийски (2010в) съдържаща три мезоцикъла (виж още Айданлийски в настоящия том).

### **Описание на литофациесите**

В изследвания район, в разреза на Петроханската теригенна група, са отделени и дефинирани общо четири специфични литофациеси. Както и при останалите литофациеси в обема на тази единица (Айданлийски, 2010а; 2012а; 2012б) обозначаването и на специфичните такива е съобразно принципите, заложили в предложената от Miall (1977) номенклатура.

### **Литофациес Se – пясъчник, богат на интракласти, ерозионен хоризонт, алувиален.**

#### **Описание**

Литофациес Se е представен от лещовидни тела с неравни, ерозионни базови повърхнини, набогатени на интракласти (фиг. 1г). Средната амплитуда на врязване в отдолу лежащите седименти е от порядъка на един до няколко дециметра. Максималната измерена амплитуда на ерозия възлиза на 1.2 м. Едрината на интракласите варира от няколко до над 20 см. Количеството им в латерална посока се колебае силно. Наблюдават се интервали както с броещицоподобно подреждане на късовете, а също и такива, достатъчно набогатени за да бъдат обозначени като глинестокъсови конгломерати, в които може да се разпознае имбрикационно подреждане. Подобни прослойки на места достигат дебелина до 20-30 см и винаги изкливат на кратки разстояния. Късовете обикновено са слабо заоблени и вместени в масивна или неяснослеста, основната маса – грубо- до финозърнестесто пясъчлива. Екстракласти се явяват като единични късове върху ерозионната повърхност. По-значими набогатявания са рядкост, а латералната им издържаност е в обхвата на няколко дециметра.

#### **Интерпретация**

Литофациес Se е несъпоставим с останалите от схемата, както по начина и честотата на проява, така и по значението си при интерпретациите и реконструкциите на процесите на алувиална седиментация (Cant, Walker, 1976; Miall, 1978). Той представлява базалното ниво на елементарните алувиални цикли (Allen, 1965). Образоването му е свързано с акумулация в талвега на новообразувано русло на финозърнести материали, принадлежащи на разливната равнина, транспортирани при максималната енергия на потока. Масивната текстура на основната маса, в която са разположени предимно плоските глинести късовете, е указание за бърза седиментация в горния или долния високо интензивен потоков режим (Johnson, 1984).

Развитието на литофациес Se е характерно за ерозионните процеси, свързани с формирането на основата на каналите от висок ранг, но се среща и при такива от по-нисък ранг (Rust, 1978). Този литофациес отразява резки колебания в хидравличния режим вътре в основния руслов канал. Според Williams, Rust (1970) и Smith (1970) образу-

ването му съвпада със спадането на енергията и дълбочината на водата в потока.

### **Литофациес Ss - пясъчник, финно- до едрозърнест, η(ета)- и ζ(цета)-тип косослоести серии, алувиален.**

#### **Описание**

Представен е от единични, предимно едромасабни η(ета)- и ζ(цета)-тип косослоести серии. Долната граница на единицата е ерозионна, жлебовидна (фиг. 1в). Мащабът на сериите варира. Слоестостта най-често е литоложки хетерогенна, представена от алтернация на аргилитно-алевролитови и пясъчникови слоеве. Слоеве са неиздържани, но конкордантни на долната повърхност на единицата (фиг. 1а,б,в). Единиците от този тип са развити предимно в среднозърнести седименти от разливната равнина (фиг. 1а), но може да са врязани и в по-груби седименти (фиг. 1б).

#### **Интерпретация**

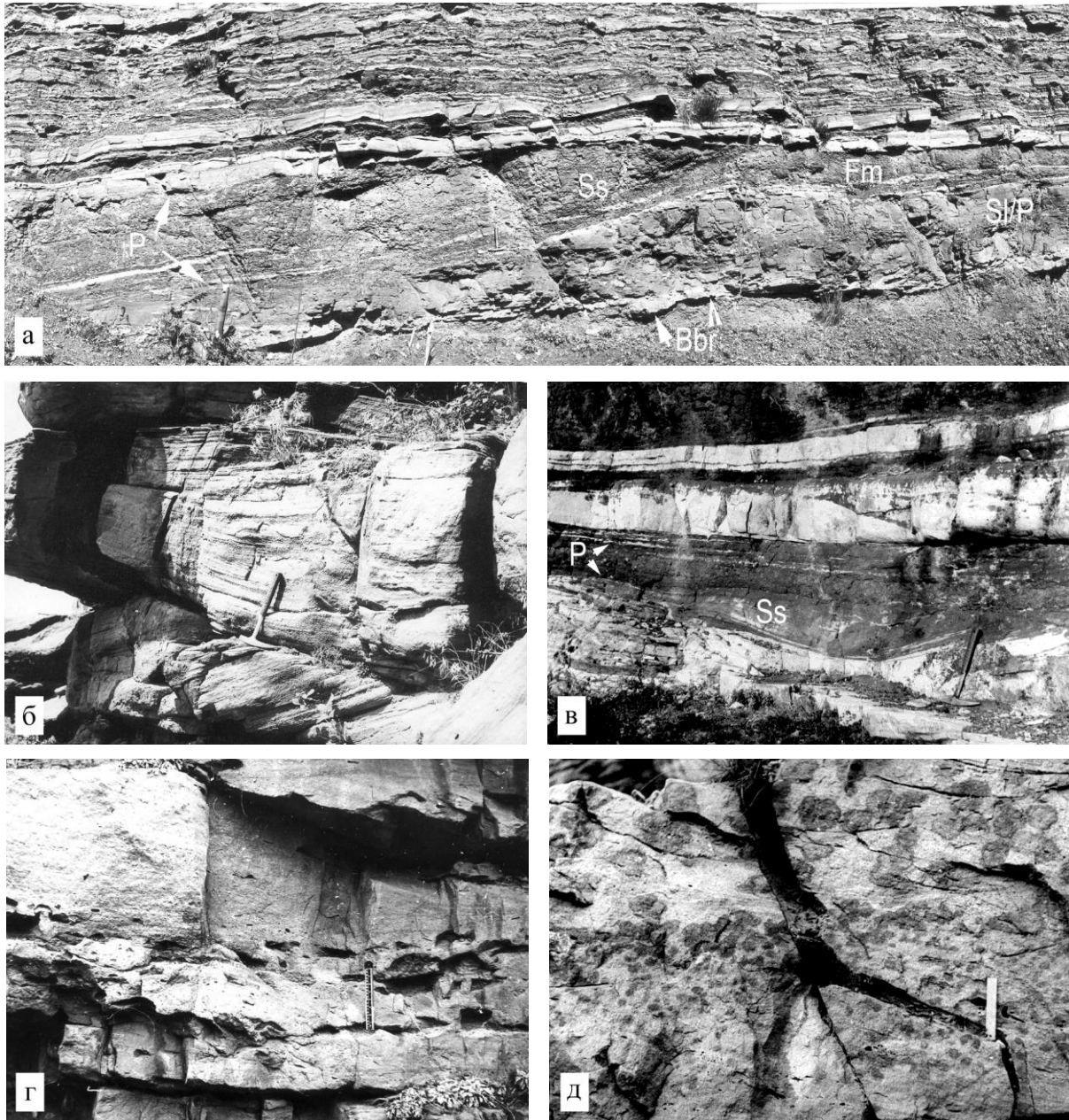
Развитието на подобни отложения е двуетапен процес (Allen, 1963; Miall, 1996). Първият етап е свързан с еднократен акт на ерозия, създаващ незапълнено жлебовидно корито. През вторият етап получената негативна форма многократно е заливана и запълвана със седиментен материал. Както ерозията, така и седиментацията са свързани с дейността на ефемерални потоци (Allen, 1963). Образоването на хетеролитна слоестост се свързва и с запълването на речни старици.

### **Литофациес Bbr – преотложени палеопочвени материали (тип “Bröckelbank” карбонатни и/или железooksидни гравелити, брекчи, конгломерати и брекчоконгломерати), алувиални**

#### **Описание**

Формално литофациес Bbr принадлежи на групата на псефитнодоминираните литофациеси (т.е. тези при които количеството на псефитните късове да е равно или надвишава 30% – виж още Айданлийски (2010а). Отделното му дефиниране в настоящото изследване се налага поради специфичния му произход и роля при проведеното стратиграфско поделение и корелация, както и при реконструкцията на палеообстановките на седиментацията.

Представен е от различни по форма тела, набогатени или изградени от среднокъсови гравийни до грубокъсово чакълни интраформационни класти, представляващи фрагменти от или цели калкрети (долокрети и/или сидерикрети). Степента на сортираност и заобленост на късовете варира – от добре сортирани и заоблени гравелитни и дребночакълни конгломерати (фиг. 2б), до лошо сортирани едро- до грубокъсово чакълени брекчи (фиг. 2е). Съвсем рядко се наблюдават и отделни късове с едрокъсово валунни размери (до 35-40 см). Основната маса е представена от средно- до грубозърнест пясъчник, често обогатен на глинести интракласти. Наблюдават се имбрикации, нискоъгълна (фиг. 2а), плоскопаралелна (фиг. 2г) и мулдовидна (фиг. 2в) и градационна слоестост. Описани са и разновидности с масивна (“Gms-тип”, Айданлийски, 2010а) текстура (фиг. 2ж).



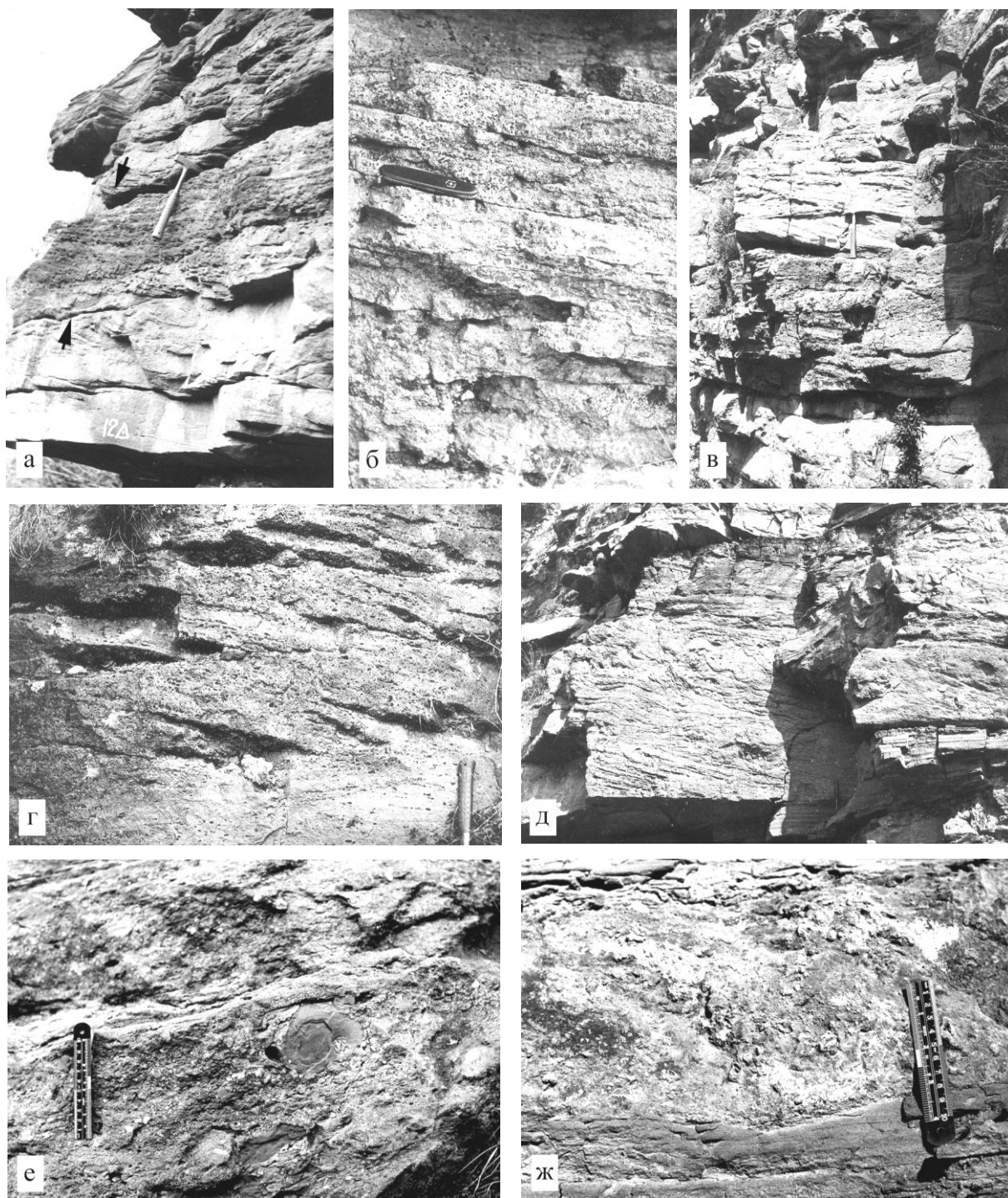
Фиг. 1. Литофациеси Ss, Se, Bbr и P: (а) – литофациес Ss преминаващ нагоре в наложени един върху друг калкретни хоризонти (литофациес P), и крайрусов вал, изграден от литофациеси Bbr, SI и P (MC-2/3); (б) – литофациес Ss, изграждащ основата на нискорангов канал, ерозиращ горната част на пясъчен вал (MC-1/2); (в) – литофациес Ss, развит в горната част на пясъчников комплекс и покрит от литофациес P, развит в разливни отложения (MC-2/2); (г) – литофациес Se в основата на елементарен алувиален цикъл от долната част на MC 1/1; (д) – обратна градационна слоестост по гъстота на развитие и размер на повърхностно променени в хематит прахести сидерикретни образувания в скали от литофациес Str (MC 1/2). Литофациеси SI и Str – виж Айданлийски (2012а)

Долната граница на телата е ерозионна, а формата им – пластовидна, лешовидна до мулдовидна. В слоестостта често се наблюдават синседиментационни деформации (фиг. 2д). Дебелината на телата варира от няколко сантиметра до над 1.5 m.

#### Интерпретация

Образуването на литофациес Bbr се свързва с процесите на ерозия, транспорт, преработка и повторна седиментация на палеопочвени образувания от всички типове (Allen, 1974; Mader, 1985; 1992; Mader, Catalov, 1992; Catalov, 1996). Подобен тип отложения се срещат под формата на

дънни (остатъчни) руслови отложения, като крайрусови натрупани (Allen, 1974; Marriot, Wright, 1993) и като тънки покрови в разливната равнина (Marriot, Wright, 1993). Според Rust и Nanson (1989) в случаите, когато в едно и също тяло се установява едновременно присъствие на палеопочвени и глинести интраформационни късове, поради по-малката устойчивост на глинестите късове, отношението палеопочвени/глинести интраформационни класти може да бъде указание за продължителността и енергийната интензивност на транспорта.



Фиг. 2. Литофациес Bbr: (а) – Bbr с нискоъгълна косослоеста текстура (между стрелките) от основата на МС 2/1; (б) – дребночакълест до гравийен литофациес Bbr от основата на МС 2/1; (в) – литофациес Bbr с мезомасщабна мулдовидна косослоеста текстура (тъмният пласт), покрит от литофациес Stre (МС 2/1); (г) – постепенен преход от обогатен на карбонатни интракласти литофациес Sp в литофациес Bbr, показващ едромасщабна плоскопарелилна косослоеста текстура (МС 2/3); (д) – синседиментни деформации в горната половина на тяло от литофациес Bbr с едромасщабна планарна косослоеста текстура (МС 2/3); (е) – грубокъсов наситен конгломерат с масивна текстура, изграден изключително от карбонатни интракласти (МС 2/3); (ж) – “Gms-тип” лещовидно тяло от литофациес Bbr (МС 2/3). Литофациеси Sp и Stre – виж Айданлийски (2012а, б)

**Литофациес Р** – калкретни (доло-, сидерикретни), железно- и хидрооксидни образувания, палеопочвени прояви в автохтонна позиция от всички типове

#### Описание

Този литофациес обхваща скалите от всички типове, показващи развитие на калкретни (доло-, сидерикретни)

железооксидни и хидрооксидни палеопочвени образувания и/или друг тип палеопочвени прояви. Представен е от , съдържащи различна по форма, размери и гъстота на развитие единични или групи от карбонатни (калцитни, доломтни, сидеритни и анкеритни) или железнооксидни и хидрооксидни, неправилни по форма (фиг. 4д) или сферични прахести и плътни нодуларни и/или конкреционни обра-

звания, педотубули, гроздовидни сраствания на прахести и/или плътни образувания или повлекла. Обикновено размерът на отделните прахести образувания е в границите 0.3-0.7 cm и рядко той надвишава 1.0 cm. Само в отделни случаи той достига до 25-30 cm. В повечето случаи размерът на плътните единични конкреции и гроздовидни образувания също варира в границите на 0.4-1.5 cm и рядко достига до 20 cm. Наблюдава се нормална, обратна (фиг. 1д) и двустранна градация в размерите, степента на развитие и гъстотата на тези образувания. Предимно в горните части на разреза на Петроханската теригенна група (субмезоцикли МС-2/2 и МС-2/3 – Айданлийски (2012б) се установяват разположени непосредствено един над друг (съставен тип палеопочвен профил, по Kraus, 1999) препокриващи се (смесен тип палеопочвен профил, по Kraus, 1999) палеопочвени хоризонти.

Долната граница на единиците обикновено е постепенен преход към незасегнати от процесите на формиране на палеопочвен профил седименти. Горната може да бъде ерозионна, рязък литоложки контакт или постепенен преход към седименти от другите литофациеси. Дебелината на палеопочвените хоризонти варира от няколко сантиметра до над 1 m.

Към палеопочвените белези се причисляват и някои промени в оцветяването на засегнатите от процесите на палеопедогенеза седименти (напр. виолетови тонове (5P-B5/2) и блоковото до призматично напукване на основната (вместващата калкретните образувания) маса при по-финозърнести седименти разновидности. Само в един случай е наблюдавано псевдосинклинално напукване.

### Интерпретация

Калкретните (доло-, сидерикретните) образувания най-често са пряка функция от темповете на седиментация и доминиращите климатични условия в района на образуването им. Дълго време всички типове карбонатни нодуларни образувания в червеноцветните кластични континентални последователности са били интерпретирани като палеопочвени продукти, без за това да има достатъчно доказателства.

Понастоящем, според генезиса си, калкретните (доло-, сидерикретните) образувания се разделят на две групи – резултат от дейността на грунтовите води и педогенни. За отделянето на последните се изисква установяването на следи от жизнедеятелност, следи от почвени хоризонти, характерни за почвения профил блокова и псевдосинклинална напуканост и др. (виж още Retallack, 1990, с. 20-54; 1996, с. 1-28). Когато тези белези отсъстват, следва калкретните (доло-, сидерикретните) продукти да се отнасят към образуванията, резултат от дейността на грунтовите води. Wright и Tucker (1991) описват калкретните (доло- и сидерикретните) образувания, развити в руслови отложения, като *русови калкрети* (доло-, сидерикрети), несвързани с педогенни процеси.

Образуването на палеопочвени калкретни хоризонти е характерно както за прирусловите отложения, така и за седиментите от заливната тераса (Smith, 1990; Kraus, 1999; Kraus, Aslan, 1999). Според Turner (1993) интензивността на този процес е в пряка връзка с продължител-

ността на аералната експозиция, честотата и интензивността на валежите и амплитудата на флукуация на грунтовите води. Приема се, че прахестите образувания представляват начален стадий на формиране на палеопочваен профил.

Според Machette (1985), Retallack (1990) и Collinson (1996) образуването на палеопочвените калкретни хоризонти е процес, характерен за условията на ариден или семиариден климат.

Обикновено гъстотата на палеопочвените калкретни образувания расте нагоре в профила, и в някои случаи достига до сливането им в гроздовидни образувания, лещи и дори слоеве (Allen, 1974; 1986; Steel, 1974; Leeder, 1975; Blodget, 1985; Tandon, Friend, 1989; Marriott, Wright, 1993). Обратно, нормалната градация в гъстотата и степента на развитие на калкретните (доло- и сидерикретните) образувания е по-характерна за продуцираните от дейността на грунтовите подпочвени води.

Според Marriott и Wright (1993), както и Kraus (1999), развитието на смесения тип палеопочвени профили се контролира от темповете на седиментация, ерозия и педогенеза в разливната равнина. Негово генериране се свързва със случаите, когато темповете на педогенеза значително превишават тези на седиментонарупване.

Най-често литофациес Р е привързан към най-горните нива от елементарните алувиални цикли (Allen, 1974). Не е рядкост обаче те да присъстват и в по-долни нива.

### Заклучение

Описаните в настоящото изследване литофациеси от разрезите на Петроханската теригенна група в обхвата на Берковската единица, Западна Стара планина, имат специфично латерално разпространение и характерна стратиграфска позиция. Това прави тяхното идентифициране в разрезите и проследяване по площ изключително полезно при стратиграфски и палеогеографски проучвания (Айданлийски, 2010а; 2010в).

### Литература

- Айданлийски, Г. 2010а. Етапи в еволюцията на седиментационните палеообстановки при формирането на долнотриаските континентални отложения в част от Западна Стара планина. – *Год. МГУ "Св. Иван Рилски"*, 53, Св. I, *Геол. геоф.*, 7-12.
- Айданлийски, Г. 2010б. Литофациална характеристика на Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина. I. Псефитнодоминирани литофациеси. – *Год. МГУ "Св. Иван Рилски"*, 53, Св. I, *Геол. геоф.*, 13-16.
- Айданлийски, Г. 2010в. Циклостратиграфска подялба на Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина. – *Год. МГУ "Св. Иван Рилски"*, 53, Св. I, *Геол. геоф.*, 19-26.
- Айданлийски, Г. 2012а. Литофациална характеристика на Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина. II. Псамитнодоминирани алувиални литофациеси. – *Год. МГУ "Св. Иван Рилски"*, 55, Св. I, *Геол. геоф.*, 5-10.



- Айданлийски, Г. 20126. Литофациална характеристика на Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина. III. Псамитнодоминирани еолични литофациеси. – Год. МГУ "Св. Иван Рилски", 55, Св. I, Геол. геоф., 11-15.
- Тронков, Д. 1981. Стратиграфия триасовой системы в части Западного Средногогорья (Западная Болгария). – *Geologica Balc.*, 11, 1, 3-20.
- Allen, J. R. L. 1963. The classification of cross stratified units. With notes on their origin. – *Sedimentology*, 2, 93-114.
- Allen, J. R. L. 1965. A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments. – *Sedimentology*, 5, 89-191.
- Allen, J. R. L. 1974. Sedimentology of the Old Red Sandstone (Siluro-Devonian) in the Clee Hills area, Shropshire, England. – *Sediment. Geol.*, 12, 73-167.
- Allen, J. R. L. 1986. Pedogenic calcretes in the Old Red Sandstone Facies (Late Silurian – Early Carboniferous) of the Anglo-Welsh area, southern Britain. – In: *Paleosols. Their Recognition and Interpretation* (Ed. Wright, V. P.). Blackwell, Oxford-London, 58-87.
- Blodgett, R. H. 1985. Calcareous paleosols in the Triassic Dolores Formation, south-western Colorado. – In: *Paleosols and Weathering Through Geological Time: Principles and Applications* (Eds. Reinhardt, J., W. Sigleo). *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.*, 216, 103-121.
- Cant, D. J., R. G. Walker. 1976. Development of a braided fluvial facies model for the Devonian Battery point sandstone, Quebec. – *Can. J. Earth Sci.*, 13, 102-119.
- Chatalov, G. A., 1996. Calcrete paleosols in the Buntsandstein (lower Triassic) of Teteven Anticlinorium, northern Bulgaria. – *C. R. Acad. Bulg. Sci.*, 49, 3, 57-59
- Collinson, J. D. 1996. Alluvial sediments. – In: *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy* (Ed. Reading, H. G.). Blackwell, 37-82.
- Johnson, S. Y. 1984. Cyclic sedimentation in a rapidly subsiding basin, northwest Washington. – *Sediment. Petrol.*, 38, 777-791.
- Kraus, M. J. 1999. Paleosols in clastic sedimentary rocks: their geologic application. – *Earth-Sci. Rev.*, 47, 41-70.
- Kraus, M. J., A. Aslan. 1999. Paleosol sequences in floodplain environments: a hierarchical approach. – *Spec. Publ., Int. Assoc. Sedimentol.*, 27, 303-321.
- Leeder, M. R. 1975. Pedogenic carbonates and flood sediment accretion rates: a quantitative model for alluvial arid-zone lithofacies. – *Geol. Magazine*, 112, 257-270.
- Machette, M. N. 1985. Calcic soils of the southwestern United States. – *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.*, 203, 1-21
- Mader, D. 1985. *Aspects of Fluvial Sedimentation in the Lower Triassic Buntsandstein of Europe*. Lecture Notes in Earth Sciences, Springer-Verlag, 626 p.
- Mader, D. 1992. *Evolution of Palaeoecology and Palaeoenvironment of Permian and Triassic Fluvial Basins in Europe*. Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart, 1340 p.
- Mader, D., G. Čatalov. 1992. Comparative palaeoenvironmental modelling of Buntsandstein braided river evolution in Bulgaria and Middle Europe. – *Geologica Balc.*, 22, 6, 21-61.
- Marriott, S. B., V. P. Wright. 1993. Palaeosols as indicators of geomorphic stability in two Old Red Sandstone alluvial suite, South Wales. – *J. Geol. Soc. Lond.*, 150, 1109-1120.
- Miall, A. D. 1977. A review of the braided river depositional environment. – *Earth Sci. Revs.*, 13, 1-62.
- Miall, A. D. 1978. Lithofacies types and vertical profile models in braided rivers deposits: a summary. – In: *Fluvial Sedimentology* (Ed. Miall, A. D.), *Can. Soc. Pet. Geol., Memoir* 5, 597-604.
- Miall, A. D. 1996. *The Geology of Fluvial Deposits. Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 582 p.
- Retallack, G. J. 1990. *Soils of the Past. An Introduction to Paleopedology*. Unwin Hyman, Boston, 507 p.
- Retallack, G. J. 1996. *A Colour Guide to Paleosols*. Wiley and Sons, New York, 175 p.
- Rust, B. R. 1978. A classification of alluvial channel systems. – In: *Fluvial Sedimentology* (Ed. Miall, A. D.). *Can. Soc. Pet. Geol., Memoir* 5, 187-198.
- Rust, B. R., G. C. Nanson. 1989. Bedload transport of mud as pedogenic aggregates in modern and ancient rivers. – *Sedimentology*, 36, 291-306.
- Smith, N. D. 1970. The braided stream depositional environment: Comparison of the Platte river with some Silurian clastic rocks, North-Central Appalachians. – *Geol. Soc. Am. Bull.*, 81, 2993-3041.
- Smith, R. M. H. 1990. Alluvial paleosols and pedofacies in the Permian Lower Beaufort of the southwestern Karro Basin. – *J. Sed. Petrol.*, 60, 258-276.
- Steel, R. J. 1974. New red sandstone floodplain and piedmont sedimentation in the Herbridean province, Scotland. – *J. Sed. Geol.*, 44, 2, 336-357.
- Tandon, S. K., P. F. Friend. 1989. Near-surface shrinkage and carbonate replacement processes, Arran Cornstone Formation, Scotland. – *Sedimentology*, 36, 1113-1126.
- Turner, B. R. 1993. Paleosols in Permian-Triassic continental sediments from Prydz Bay, East Antarctica. – *J. Sed. Petrol.*, 63, 694-706.
- Williams, P. F., B. R. Rust. 1969. The sedimentology of a braided river. – *J. Sed. Petrol.*, 39, 649-679.
- Wright, V. P., M. E. Tucker. 1991. Calcretes: an introduction. – In: *Calcretes* (Eds. Wright, P., M. Tucker). IAS Reprint Series, Vol. 2, Blackwell, 1-22.