

ПАРАМЕТРИ НА АРХИТЕКТУРНО-ЕЛЕМЕНТНИЯ АНАЛИЗ НА АЛУВИАЛНО-ДОМИНИРАНИ КОНТИНЕНТАЛНИ СЕДИМЕНТНИ ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТИ

Георги Айданлийски

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, g.ajdanlijsky@mgu.bg

РЕЗЮМЕ. Интерпретацията на алувиалния стил и изясняване на ролята на вътрешно- и външнобасейновия контрол при формирането му изисква комплексно изучаване на взаимоотношенията на формираните от него литофациални единици и ограничаващите ги повърхнини. Понастоящем сред методите прилагани за постигането на тази цел най-широка популярност придобива архитектурно-елементният анализ. Анализът се основава на разбирането, че алувиалните последователности са изградени от ограничен брой градивни единици - "архитектурни елементи", представящи тримерните вариации в състава и геометрията на алувиалните литофациални последователности. Дефинирането им е базирано както на тяхната форма, така и на организацията на вътрешния им строеж. Тези белези отразяват различния стил на нарастване на седиментните тела и в повечето случаи са свързани с морфоложки белези от мащаба на комплексните седиментни макроформи. Идентификацията и характеристиката на архитектурните елементи включва установяване природата, морфологията и ориентацията на ограничителните повърхности, мащаба, вътрешната и външната геометрия на единицата, както и латералните и вертикални литофациални последователности, тяхната значимост и взаимовръзка. Приложената при изучаването на Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина схема е базирана на предложената от Miall (1996) с известни допълнения и модификации, съобразени с особеностите на изследвания обект.

ARCHITECTURAL-ELEMENT ANALYSIS PARAMETERS IN FLUVIAL-DOMINATED CONTINENTAL SEDIMENTARY SUCCESSIONS

George Ajdanlijsky

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, g.ajdanlijsky@mgu.bg

ABSTRACT. The fluvial style interpretation and the role of intra- and extra-basin control recognition during its formation requires a complex investigation of the generated lithofacies units' relationships and their bounding surfaces. Today, among the methods applied to achieve this objective, the widest popularity acquires the architectural-element analysis. The analysis is based on the understanding that the fluvial successions are composed of a limited number of building units - "architectural-element", that represent 3-D variations in the composition and geometry of fluvial lithofacies successions. Their definition is based both on their external form and organization of their internal structure. These features reflect the different style of growth of sedimentary bodies and in most cases are associated with morphological features on the scale of the complex sedimentary macroforms. The identification and the characterization of architectural elements includes establishing the nature, morphology and orientation of the bounding surfaces, the scale, the internal and external geometry of the unit, as well as lateral and vertical lithofacial sequences, their significance and relationship. The applied in the study of Petrohan Terrigenous Group in part of Western Stara Planina Mountain scheme is based on that proposed by Miall (1996) with some additions and modifications tailored to the specificities of the research object.

Въведение

Интерпретацията на алувиалния стил на седиментация и изявата на ролята на вътрешно- и външнобасейновия контрол при неговото формиране изисква комплексно изучаване на взаимоотношенията на литофациалните единици от различен ранг и ограничаващите ги повърхнини (Cant and Walker, 1976, 1978; Cant, 1978). Понастоящем сред методите ползвани за постигането на тези цели най-широка популярност придоби архитектурно-елементният анализ. Този метод се основава на разбирането, че класичните континентални последователности са изградени от неголям брой базисни градивни единици, наречени архитектурни елементи (Allen, 1983; Ramos and Sopena, 1983; Miall, 1985). Неговото прилагане допринася значително за възможно най-пълна фациална характеристика, моделиране на обстановките на седиментация и стратиграфска подялба на континентални отложения.

Сред първите работили в това направление е Friend (1983), който акцентира върху необходимостта от литофациална подялба алувиалните отложения на два основни архитектурни елемента - руслови и извънруслови отложения. Съобразно спецификите на тяхната геометрия и вътрешен строеж той дефинира два типа руслови отложения - продуцирани от фиксирани и от мобилни алувиални системи. Следваща стъпка в това направление прави Allen (1983), който, базирайки се на въведените от Campbell (1976) и Brookfield (1977) йерархични схеми на ограничителните повърхнини в континенталните седименти, отделя в русловите отложения единици, ограничени от различаващи се по своя генезис и обхват повърхнини. В последствие Miall (1985, 1988) доразвива тази идея, предлагайки схема, която обхваща и извънрусловите отложения. В нея той свежда строежа на алувиалните серии до комбинация от ограничен брой унифицирани единици - архитектурни елементи. В последствие тяхната генетична интерпретация позволява да бъде изведен и набор от белези, поде-

лящи процесите протичащи в алувиалната равнина на свързани с вътрешнобасейновия контрол (автоциклични) и такива, изискващи извънбасейново обяснение (алоциклични). Стилът на алувиална седиментация, от своя страна, определя специфичните черти на геометрията и пространствените взаимоотношения между руслови и извънрусови отложения, наричани за по-кратко "архитектура на класичната последователност" (Mackey and Bridge, 1992).

Архитектурно-елементният анализ се основава на разбирането, че алувиалните последователности са изградени от ограничен брой градивни единици - архитектурни елементи (Allen, 1983; Miall, 1988), наричани в редица по-късни публикации за краткост "елементи". Техните идентификация и характеризирание се извършва в значими по площ дву-, а при възможност и тримерни разкрития, позволяващи по-пълно изучаването пространствените вариации в състава и геометрията на алувиалните литофациални последователности. Дефинирането им е основано както на тяхната форма, така и на организацията на вътрешния им строеж. Тези белези отразяват различния стил на нарастване на седиментните тела в обхвата на алувиалната равнина и в повечето случаи са свързани с морфоложки белези от мащаба на комплексните седиментни макроформи. Според Miall (1988), въпреки някои вариации в отделни детайли от характеристиките им, всички алувиални отложения могат да се разглеждат като изградени в различни пропорции от осем основни елемента. В резултат на мащабните изследвания проведени в тази област, възникват редица по-детайлни схеми (Halfar et al., 1998), в които се предлагат по няколко разновидности на отделни елементи, както и съвсем нови за схемата на Miall (1988) базови единици. В повечето случаи те са резултат от проучвания на конкретен обект и регион и отразяват специфични геоложки условия. Поради това тяхното прилагане при други изследвания и условия невинаги е удачно. Сам Miall (1995) подкрепя тази практика, но уточнява, че подобен подход би довел до излишна и затормозяваща детализация на схемите.

Макар и вече широко приет в чуждестранната специализирана литература, материалите базирани на изследвания ползващи този тип анализ у нас са все още твърде ограничени както като брой, така и като обекти (Ajdanlijsky and Stoyanov, 2003; Желев и Айданлийски, 2004; Айданлийски и др., 2004; Ajdanlijsky et al., 2005). От друга страна популяризирането на този метод изисква известно унифициране в термините и критериите, прилагани при отделяне и характеризирание на подобен род единици, което е и целта на настоящата работа. За основа на това послужи широкообхватно изследване на разрези на Петроханската теригенна група (Тронков, 1981) в част от Западна Стара планина, провеждано през последните години, при което бе приложена предложената от Miall (1996) номенклатура на архитектурно-елементните единици, модифицирана и допълнена съобразно особеностите на изследвания обект.

Основни положения

Прилагането на архитектурно-елементния анализ е възможно само за райони, предлагащи необходимата за това разкритост. Задоволителната характеристика на архитек-

турните елементи изисква преди всичко изясняване на тяхната геометрия, което често е свързано с наличието на латерални разкрития от минимум няколко десетки метра. При идентификацията на по-мащабните елементи и тези с пластовидна геометрия, това изискване нараства до стотици метри, условие, което рядко се среща в проучвания район. Разкрития, чиито размери са съизмерими или по-малки от мащаба на даден елемент обикновено не позволява неговата коректна характеристика. Ето защо в терени, в които такива условия не са налице, подобни изследвания могат успешно да се базират и на достатъчно наситено по площ и внимателно позиционирано вертикално литофациално профилиране, съчетано с масови измервания на ориентацията на индикаторите на посоката на седиментен палеотранспорт и изучаване на морфологията и ориентацията на ограничителните повърхнини. За постигане на коректен модел на пълен руслов комплекс често се налага изучаване на групи от внимателно корелирани разкрития, разположени напречно и надлъжно на доминиращите палеотранспортни направления и отдалечени (по възможност) относително на равни разстояния едно от друго.

Дефинирането и идентифицирането на архитектурните елементи се основава на тяхната морфология, в значителна степен предопределена от характера на ограничаващите ги повърхнини, и вътрешната им организация, представяща специфична литофациална асоциация. В тези белези пряко рефлектира стила на седиментация, предопределящ вида и мащабите на генерираните седиментни форми. Под седиментни форми се подразбира всяко изменение на плоската форма на горната повърхност на седиментите от руслото, неговите крайнини или от заливната тераса, свързано с въздействието на течаща вода или друг флуид, опериращ по тази повърхност. В изследванията, проведени в разрези на Петроханската теригенна група, бе възприета предложената от Jackson (1975) подялба на потоките седиментни форми на: (а) микромащабни форми (или микроформи), продуциращи дребномащабната коса слоестост; (б) мезомащабни форми (или мезоформи) описвани като пясъчни вълни, единични валове и банки с най-разнообразна форма, продукт от еднообразни седиментационни процеси (към тази група влизат и нискоразредните ерозионни канали); и (в) макромащабни форми (или макроформи), съставни валове и форми, генерирани при кумулативното действие на разнообразни седиментационни събития.

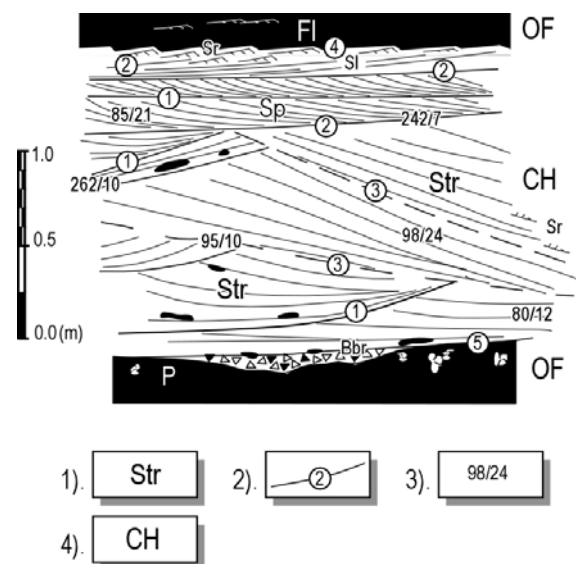
Както архитектурно-елементният анализ, така и вертикалното литофациално профилиране се основава на прилагане на унифициран подход при изучаването и документацията на разрезите. Основна работна единица при това описание е литофациесът, представляващ сумата от всички първични особености на седиментните скали, на основата на които могат да се правят изводи за условията и обстановката на тяхното образуване. Изборът на класификационна номенклатура за описание на литофациесите за целите на архитектурно-елементният анализ се базира на две основни изисквания: (а) съпоставимост на резултатите; и (б) възможност за интерпретация и моделиране на характера и динамиката на седиментационните процеси. Като най-подходяща литофациална номенклатура при проведеното изследване на разрези на Петроханската

теригенна група в част от Западна Стара планина бе възприета тази предложената от Miall (1978), базираща се на зърнометричната и текстурна характеристика на скалите. Обозначаването на единиците става посредством абривиатури, съставени от една главна, отразява доминиращата в единицата зърнометрия, и една или две малки латински букви, отразяваща(и) нейната текстура (Айданлийски, 2010а, 2012а,б, 2013а,б; Ajdanlijsky et al, 2005, 2006). Подобен абривиатурен подход е твърде подходящ за полева документация както при литофациално профилиране и/или архитектурно-елементен анализ на разкрития, така и за разнообразна математическа обработка на получените данни. При спазване на тези правила за дефиниране на литофациалните единици, при нужда номенклатурата предложена от Miall (1978) успешно може да бъде модифицирана и допълвана, в това число за еолични и смесени теригенно-карбонатни последователности (Айданлийски, 2012б; Ajdanlijsky, 2002).

Изборът на метод за теренната документация на изучаваните разкрития предопредели възприемането на предложената от Allen (1963) класификация за косата слоестост, базирана на: (а) наличие или отсъствие на групираност на сериите, (б) мащаб на сериите, (в) характер и (г) форма на долната ограничителна повърхност, (д) ъглови отношения на слоевете с долната повърхност на серията и (е) степен на литоложка хомогенност, а при свързаното с нея описание на дебелината на слоевете е съобразено с номенклатурата на Ingram (1954, табл. 2, виж още Blatt et al., 1972, табл. 5-1). При описанието на възходящите ребра (climbing ripples) тази схема е допълнена с критериите, въведени от Hunter (1977), които са съпоставими с тези, използвани от Simons et al. (1965), при хидродинамичната интерпретация на седиментните текстури в разработената от него концепцията за потоковия режим.

От своя страна изборът на литофациална номенклатура предопределя и тази, прилагана при структурната характеристика на литофациалните единици. Поради това при прилагане на литофациалния подход на Miall (1978) зърнометричната характеристика се извършва в класовете на ф-скалата (Петиджон и др., 1976), докато зърнометричната полева характеристика на единиците се базира на разработената от Фридман и Зандерс стандартна скала (виж Miall, 1990, табл. 2.1). От своя страна при описание на степента на сортираност е ползвана петстепенна скала - много лошо сортирани, лошо сортирани, средно сортирани, добре сортирани и много добре сортирани (Vogs, 1995, стр. 85-91; Lewis and McConchie, 1994, фиг. 7-12). При анализа на данните е приложена разработената от Folk et al. (1970) класификация на лошо сортирани теригенни скали, която е полево използвана, индексова и приложена при литофациалното моделиране. При документация на псефитнодоминираните разновидности е възприета предложението на Folk (1954) и Folk et al. (1970) за долна гранична стойност на тази група да се приема наличието на 30% и повече псефитни късове (над 2 mm) в обема на скалата. В групата на псефитнодоминираните литофациеси се различават ненаситени и наситени разновидности, отговарящи на термините "matrix supported gravel" и "grain supported gravel" в англоезичната литература.

Наред с литофациалната идентификация, друг важен елемент от архитектурно-елементния анализ е изучаването на индикаторите на посоката на седиментен палеотранспорт. Под посока на седиментен палеотранспорт (преобладаваща посока на палеотранспорт или преобладаваща посока на палеотечение) се подразбира транспортно направление, чиято посока е изведена чрез изучаване на текстурни белези на скалите, наричани още индикатори на посоката на палеотранспорт, указващи посоката на седиментен транспорт в процеса на генерирането на изучаваните седиментни последователности. Това включва мащабното измерване на: (а) страната и наклона на мезомащабна плоскопаралелна и мулдовидна коса слоестост (литофациеси Sp и Str - Айданлийски, 2012а); (б) ориентацията на знаците на течение по долнището и горнището на пластове (ямки от водовъртежи, следи на обтичане и влачене); (в) страната и наклона на алувиална дребномащабна коса слоестост от всички видове (литофациеси Sr - Айданлийски, 2012а); (г) посоката на гребените на асиметрични ребра; (д) страната и наклонът на плоската повърхност и дългата ос на псефитни късове в тела с имбрикационна текстура и (е) страната и наклона на реактивационни и неерозионни вътрешноканалови повърхности.



Фиг. 1. Схема на ограничителните повърхнини, номерирани съобразно ранга им (виж още табл. 1), използвани при архитектурно-елементния анализ на Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина. Обозначения: (1) абривиатурно обозначение на литофациална единица; (2) ранг на ограничителната повърхност; (3) страна и наклон на слоестостта или ограничителна повърхност; (4) абривиатурно обозначение за архитектурно-елементна единица.

Съществен елемент при идентификацията на архитектурните елементи е изучаване на морфологията и ориентацията на отличаващи се по ранг ограничаващи литофациалните единици повърхнини. Първоначално Allen (1983) дефинира триангова йерархична система на ограничителните повърхнини. Системата е доразвита до шестранговата от Miall (1988) (фиг. 1), който дава и кратка генетична интерпретация на нивата в нея (табл. 1).

За коректна морфоложка характеристика на ограничителни повърхности от най-висок ранг е необходимо изуча-

ване на множество разкрития, разположени относително равномерно и напречно на доминиращите палеотранспортни направления (Айданлийски, 2010б).

Под термина реактивационна повърхност се разбира нискоъгълна (слабо наклонена) ерозионна повърхност, секуща единични, групирани или съставни косослоести серии (Miall, 1992), резултат от преработка на подветрения склон на макроформите, свързана с флуктуации (главно в дълбочината и в по-малка степен в енергията) на потока (Collinson, 1996; Miall, 1996). С термина ерозионен канал се

обозначават негативни форми, без значение на формата и размера, образувани в резултат на ерозионното действие на водни потоци. Различават се единични (simple) и съставни (composite) канали.

Седиментите образувани в условията на заливна тераса се обозначават като разливни или извънрусови отложения (overbank deposits в англоезичната литература – възприет е преводът на руски на Градзиньский и др., 1980).

Идентификацията и характеристиката на архитектурните

Таблица 1.

Иерархична схема на ограничителните повърхнини, използвани при архитектурно-елементния анализ (по Miall, 1988).

Ранг на ограничителната повърхност	Дефиниция	Интерпретация
1-ви	Разделяща отделните серии слоестост.	Миграция на седиментни микро- и мезоформи при устойчив поток режим. Ограничаващата ги повърхност е функция от геометрията на мезоформата.
2-ри	Разделяща различни по тип единични или съставни серии.	Краткотрайни флуктуации в хидродинамичният режим на потока.
3-ти	Нискоъгълна ерозионна повърхност.	По-продължителни смени в хидродинамичните условия в потока, водещи до модификация на съществуващите мезо- и макроформи.
4-ти	Разделяща единици със засебена акреционна цялост.	Миграция на едромасабни макроформи или второстепенни потокови канали, протичаща в стабилни канали или при реорганизация по време на значими наводнения.
5-ти	Повърхност на значима смяна на зърнометрията и/или мащаба на формите.	Миграция и ерозия на основния (доминиращия) руслов канал.
6-ти	Разделяща главните руслови тела от контрастни фацисии.	Значими изменения в алувиалния режим. Може да отразява изменение на ерозионния базис, климатични промени или тектонска активизация.

елементи включва:

- ❖ природа и морфология на ограничителните повърхности;
- ❖ мащаб на единицата – дебелина и латерално (паралелно и перпендикулярно на посоката на доминиращия седиментен транспорт) разпространение;
- ❖ външна геометрия на единицата;
- ❖ вътрешен строеж на единицата, в т.ч.: латерални и вертикални литофациални ансамбли или последователности, наличие и ориентация на нискорангови (2÷3-ти ранг) ерозионни повърхности, ориентация на индикаторите на посоката на палеотранспорт, взаимоотношения на слоестостта спрямо ограничаващите повърхности.

Важно е да се отбележи, че повечето от литофациалните типове се явяват в повече от един алувиален архитектурен елемент, но значимостта им и взаимовръзката помежду им е различна във всеки един отделен елементи. Един от разпространените методи за изясняване на това е прилагането на анализ на марковски верижни свойства, който може да бъде твърде полезен при дефинирането на лито-

фациалните последователностите вътре в архитектурните елементи, ако при това се отделя особено внимание на типа и ранга на ерозионните повърхности (Cant and Walker, 1976; Miall, 1973, 1977; Miall and Gibling, 1978). Прилагането на този метод на обработка на информация, получена при архитектурно-елементния анализ, трябва да бъде съобразено и със спецификите на латералното разпространение и взаимоотношения на литофациалните единици.

Съществен момент при провеждането на теренните архитектурно-елементни изследвания е мащабното предаване на латералната изменчивост в изучаваните разрези. Ето защо, съгласно предложението от Allen (1983) подход, в участъците, където вида и мащаба на разкритостта позволява това, върху предварително изготвени фотопанорами се нанасят данните за типа и ранга на ограничителните повърхности, литофациалните типове и техните взаимоотношения, типа и направлението на индикаторите на посоката на палеотранспорт, както и отделни, ключови за интерпретирането на алувиалния стил текстурни. На тази основа се разработват диаграми позволяващи прецизно отделяне и характеризиране на архитектурните елементи в разкритието (Айданлийски, 2014).

Архитектурни единици

При проведените до момента изследвания на разрези на Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина са отделени общо десет архитектурно-елементни единици, като девет от тях са пряк продукт от алувиалните процеси протичащи в русловия комплекс и заливната тераса. Някои от елементите могат да присъстват едновременно и в русловите и извънрусовите отложения. Елементи варират в мащаба и комплексността на вътрешния си строеж, като част от по-малките елементи образуват "многоетажни структури" (Friend et al., 1979) или "комплекси" (Allen, 1983) вътре в по-големите елементи.

Всред русловите отложения са отделени следните елементи: (а) елемент СН - руслов (каналов) комплекс (channel), представен от разнообразни по геометрия ерозионни канали, явяващ се част от общата система за транспорт на седиментен материал (Pettijon and Potter, 1964); (б) псефитнодоминирани потокови макроформи (gravel bars and bedforms) – елемент GB; (в) псамитнодоминирани макроформи (sandy bedforms) – елемент SB; (г) проградационни псамитни макроформи (downstream-accretion macroforms) – елемент DA; (д) латерално-акреционни отложения (вътрешномоеандрова седиментна коса - lateral-accretion deposits) – елемент LA; и (е) покрови от хоризонталнослоести пясъци (laminated sand sheets) – елемент LS. Последният често се среща и сред извънрусови отложения.

Извънрусовите (заливно-терасовите) отложения се поделят на: (а) прирусови нискорелефни валове (естествени диги) – елемент LV; (б) крайрусови потокови отложения (crevasse-splay deposits) – елемент CS; и (в) финозърнести отложения и хипоседименти от заливната тераса (overbank fines) – елемент OF.

Като независима група се разглеждат отложенията от високоплътносни (гравитачни) потоци (sediment-gravity-flow deposits) – елемент SG, които Miall (1996) причислява към алувиалните отложения.

В допълнение, под формата на отделни публикации и на основата на конкретни полеви примери, ще бъдат дефинирани и интерпретирани изброените по-горе архитектурно-елементни единици, установени при изучаването на разрези на Петроханската теригенна група в обхвата на Берковската единица, Западна Стара планина.

Литература

Айданлийски, Г. 2010а. Литофациална характеристика на Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина. I. Псефитнодоминирани литофациеси. - *Год. МГУ „Св. Ив. Рилски“*, т. 53, св. I, Геол. геофиз., 13-18.

Айданлийски, Г. 2010б. Циклостратиграфска подялба на Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина. - *Год. МГУ „Св. Ив. Рилски“*, т. 53, св. I, Геол. геофиз., 19-26.

Айданлийски, Г. 2012а. Литофациална характеристика на Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина. II. Псамитнодоминирани алувиални лито-

фациеси. - *Год. МГУ „Св. Ив. Рилски“*, т. 55, св. I, Геол. геоф., 5-10.

Айданлийски, Г. 2012б. Литофациална характеристика на Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина. III. Псамитнодоминирани еолични литофациеси. - *Год. МГУ „Св. Ив. Рилски“*, т. 55, св. I, Геол. геоф., 11-15.

Айданлийски, Г. 2013а. Литофациална характеристика на Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина. IV. Алевритно- и пелитнодоминирани литофациеси. - *Год. МГУ „Св. Ив. Рилски“*, т. 56, св. I, Геол. геофиз., 7-12.

Айданлийски, Г. 2013б. Литофациална характеристика на Петроханската теригенна група в част от Западна Стара планина. V. Специфични литофациеси. - *Год. МГУ „Св. Ив. Рилски“*, т. 56, св. I, Геол. геофиз., 13-18.

Айданлийски, Г. 2014. Характеристика на архитектурно-елементните единици в разрези на петроханската теригенна група в част от западна стара планина. I. руслови комплекси. - *Год. МГУ „Св. Ив. Рилски“*, т. 57, св. I, Геол. геофиз. (под печат).

Айданлийски, Г., Д. Тронков, А. Щрасер. 2004. Цикличност в долнотриаската серия между ж.п. спирка Оплетня и мах. Сфражен. – В: *Геоложки маршрути в северната част на Искърския пролом* (ред. Синьовски, Д.), С., Изд. В. Недков, 90-101.

Градзинский, Р., А. Костецкая, А. Радомский, Р. Унгур. 1980. *Седиментология*. М., Недра, 646 с.

Желев, В., Г. Айданлийски. 2004. Маршрут I. Лютиброд – Зверино – Игнатица – Рашково – Клисурска река – Лютиброд. - В: *Геоложки маршрути в северната част на Искърския пролом*. (ред. Синьовски, Д.), С., Изд. В. Недков, 13-25.

Петтиджон, Ф., П. Потер, Р. Сивер. 1976. *Пески и пясъци*. М., Мир, 534 с.

Тронков, Д. 1981. Стратиграфия триасовой системы в части Западного Средногорья (Западная Болгария). - *Geologica Balc.*, 11, 1, 3-20.

Ajdanlijsky, G. 2002. Cyclicities in the Svidol Formation near Cerovo village, NW Bulgaria. - *Ann. Univ. Min. Geol.*, 45, 1, geol. geoph., 7-11.

Ajdanlijsky, G., N. Stoyanov. 2003. Fluvial architecture of the sedimentary aquifer complex in the area of sanitary landfill Plovdiv. - *Ann. Univ. Min. Geol.*, 46, 1, geol. geoph., 1-6.

Ajdanlijsky, G., J. Genchev, N. Bitunski. 2005. Fluvial cyclicity from the sediments of the Lozenec Formation. - *Ann. Univ. Min. Geol.*, 48, 1, geol. geoph., 77-80.

Ajdanlijsky, G., A. Zdravkov, J. Kortenski, D. Reischenbacher. 2006. Facial characteristics of the Roman Formation (Aptian) – an example of one section near Mezdra, Western Forebalcan. - *Ann. Univ. Min. Geol.*, 49, 1, geol. geoph., 85-90.

Allen, J.R.L. 1963. The classification of cross stratified units. With notes on their origin. - *Sedimentology*, 2, 93-114.

Allen, J.R.L. 1983. Studies in fluvial sedimentation: bars, bar-complexes and sandstone sheets (low-sinuosity braided streams in the Brownstones (L. Devonian), Welsh Borders. - *Sediment. Geol.*, 33, 237-293.

Bogs, S.Jr. 1995. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. (Sec. Ed.), N. J., Prentice Hall, 774 p.

Brookfield, M. E. 1977. The origin of bounding surface in ancient aeolian sandstones. - *Sedimentology*, 14, 303-332.

- Blatt, H., G. Middleton, R. Murray. 1972. *Origin of sedimentary rocks*. Prentice Hall, 634 p.
- Campbell, C. V. 1976. Reservoir geometry of a fluvial sheet sandstone. – *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 60, 1009-1020.
- Cant, D. J. 1978. Development of facies model for sandy braided river sedimentation: comparison of the South Saskatchewan River and Battery Point Formation. – In: *Fluvial sedimentology*. (Ed. Miall, A. D.), Can. Soc. Petrol. Geol. Mem. 5, 627-640.
- 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.
- Cant, D. J., R. G. Walker. 1978. Fluvial processes and facies sequences in the sandy braided South Saskatchewan River, Canada. - *Sedimentology*, 25, 625-648.
- Collinson, J. D. 1996. Alluvial sediments. – In: *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. (Ed. Reading, H. G.), Blackwell, 37-82.
- Folk, R. L. 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. - *Jour. Geol.*, 62, 344-359.
- Folk, R. L., P. B. Andrews, D. W. Lewis. 1970. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand. – *N. Z. Geol. Geophys.*, 13, 937-968.
- Friend, P. F. 1983. Morphology and sedimentology of a sinuous gravel-bed channel system: lower babbage River, Yukon coastal plain, Canada. – In: *Modern and Ancient Fluvial Systems*. (Eds. Collinson, J. D. and J. Lewin), Int. Assoc. Sediment., Spec. Publ. 6, 195-206.
- Friend, P. F., M. J. Slater, R. C. Williams. 1979. Vertical and lateral building of river sandstone bodies, Ebro Basin, Spain. – *J. Geol. Soc. London*, 136, 39-46.
- Halfar, J., W. Riegel, H. Walther. 1998. Facies architecture and sedimentology of a meandering fluvial systems: a Paleogene example from the Weissensteiner Basin, Germany. – *Sedimentology*, 45, 1-17.
- Hunter, R. E. 1977. Basic types of stratification in small eolian dunes. - *Sedimentology*, 24, 361-387.
- Ingram, R. L. 1954. Terminology for the thickness of stratification and parting units in sedimentary rocks. – *Geol. Soc. Am. Bull.*, 65, 937-939.
- Jackson, R. G. 1975. Hierarchical attributes and a unifying model of bed forms composed of cohesionless material and produced by shearing flows. - *Geol. Soc. Am. Bull.*, 86, 1523-1533.
- Lewis, D. W., D. McConchie. 1994. *Analytical Sedimentology*. New York, Chapman and Hall, 197 p.
- Mackey, S. D., J. S. Bridge. 1992. A revised Fortran program to simulate alluvial stratigraphy. - *Comp. Geosci.*, 18, 119-181.
- Miall, A. D. 1973. Markov-chain analysis applied to an ancient alluvial plain succession. - *Sedimentology*, 20, 347-364.
- 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.), Canad. Soc. Petrol. Geol., Memoir 5, 597-604.
- Miall, A. D. 1985. Architectural-element analysis: A new method of facies analysis applied to fluvial deposits. – *Earth Sci. Rev.*, 22, 261-308.
- Miall, A. D. 1988. Architectural elements and bounding surfaces in fluvial deposits: Anatomy of the Kayenta formation (Lower Jurassic), Southwest Colorado. – *Sediment. Geol.*, 55, 233-262.
- Miall, A. D. 1990. *Principles of Sedimentary Basin Analysis*, 2nd ed. New York, Springer-Verlag, 668 p.
- Miall, A. D. 1992. Alluvial deposits. – In: *Facies models. Response to sea level changes*. (Eds Walker, R. and N. James), Geol. Assoc. Can., 454 p.
- Miall, A. D. 1995. *The Geology of Stratigraphical Sequences*. Springer-Verlag, 439 p.
- Miall, A. D. 1996. *The Geology of Fluvial Deposits. Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 582 p.
- Miall, A. D., M. R. Gibling. 1978. The Silurian-Devonian clastic wedge of Somerset Island, Arctic Canada, and some regional paleogeographic implications. - *Sediment. Geol.*, 21: 85-127.
- Pettijohn, F., P. Potter. 1964. *Atlas and Glossary of Primary Sedimentary Structures*. Springer-Verlag, 370 p.
- Ramos, A., A. Sopena. 1983. Gravel bars in low-sinuosity streams (Permian and Triassic, central Spain) – In: *Modern and Ancient Fluvial Systems*. (Eds. Collinson, J. D. and J. Lewin), Int. Assoc. Sediment., Spec. Publ., 6, 301-312.
- Simons, D. B., E. V. Richardson, C. F. Nordin. 1965. Sedimentary structures generated by flow in alluvial channels. – In: *Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation*. (Ed., Middleton, G.), Soc. Econ. Paleontol. Miner., Spec. Publ. 12, 34-52.

Статията е рецензирана от доц. д-р Валери Сачански и препоръчана за публикуване от кат. „Геология и геоинформатика“.