

РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ

на доц. д-р Валери Валентинов Сачански

включени за участие в конкурс за професор по Професионално направление 4.4. Науки за Земята, научна специалност „Палеонтология и стратиграфия“, Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, София, обявен в ДВ, бр. 84 от 21.10.2022 г.

V.4.1. Boncheva, I., Sachanski, V., Becker, R.T. 2015. Late Devonian Kellwasser and Annulata events in the Balkan Terrane (Bulgaria). – *Geologica Balcanica*, 44, 1–3, 17–24.

Бончева, И., Сачански, В., Бекер, Р.Т. 2015. Късно Девонски събития Kellwasser и Annulata в Балканския терен (България). – *Geologica Balcanica*, 44, 1–3, 17–24.

The global Upper Kellwasser (Frasnian–Famennian boundary interval) and *Annulata* Events (base of upper Famennian, Upper Devonian IV-A) are recorded for the first time in deep marine sedimentary successions of western Bulgaria. Within the upper Parchar Formation of the Lyubash-Golo Bardo Unit, a distinctive black shale unit yielded frequent, partly still articulated bivalves (*Guerichia*) and a *Platyclymenia*-fauna, including the name-giving *Pl. annulata*, although smooth platyclymeniids are more common. This interval reflects within a thick Eovariscan flysch succession an episode of starved sedimentation, increased organic productivity, oxygen deficiency, and bloom of opportunistic specialists. The event biofacies agrees with a basinal setting far away from land and its nutrient input. The Upper Kellwasser interval is recognized within the thick flysch sequence of the Katina Formation in the Svoге Unit. It is characterized by an interruption of carbonate deposition, as it is typical for other basinal settings, for example, of the Rhenish and Thuringian basins of Germany.

Глобалните събития Горен Келвасер (граничен интервал Фран–Фамен) и *Annulata* (основа на горен Фамен, Горен Девон IV-A) са регистрирани за първи път в дълбоководни седиментни последователности на Западна България. В горната част на Пърчарската свита, разкриваща се в Любашко-Голобърдската тектонската единица, в прослойка от черни аргилити се срещат бивалвии (*Guerichia*) и гониатити от род *Platyclymenia*, включително и *Pl. annulata*. Този интервал отразява епизод на бавна седиментация, повишена органична продуктивност, кислороден дефицит и разцвет на опортюнистични видове. Събитието *Annulata* тук е материализирано в басейнова обстановка далеч от сушата и нейния принос на хранителни вещества. Интервалът Горен Келвасер се разпознава в рамките на дебелия флишна последователност на Кътинската свита в Свогенската единица. Характеризира се с прекъсване на отлагането на карбонати, които са типични за други басейнови условия, например за басейните на Рейн и Тюрингия в Германия.

V.4.2. Hikov, A., Sachanski, V., Milakovska, Z., Stefanova, E., Peytcheva, I., Chavdarova, S., Stavrev, M. 2020. Silurian metalliferous nodules from the region of Asaritsa peak, West Balkan mountain – preliminary results. – *Review of the Bulgarian geological society*, 81, 3, 75–77.

Хиков, А., Сачански, В., Милаковска, З., Стефанова, Е., Пейчева, И., Чавдарова, С., Ставрев, М. 2020. Силурски металоносни конкреции от района на вр. Асарица,

Западна Стара планина – предварителни резултати. – Списание на Българското геологическо дружество, 81, 3, 75–77.

The Silurian sediments in section Asaritsa crop out in the western sector of the Stara Planina Mountains (Svoге Unit of the Srednogorie Zone). The interpretation of the depositional environment is based on the sedimentary structures, textures, geochemical and fossil characteristics.

Black and pale shales, siliceous shales, and lydites are the main lithological types in the succession. Aeronian graptolitic strata of black shales occur at the base of the section and pass upward into a graptolite-barren interval of pale-coloured shales. Telychian graptolitic strata cover the graptolite-barren interval in the upper part of the section. The Aeronian/Telychian boundary is assumed to lay at the base of the pale-coloured shale package, or within its lower part. The sediments show even parallel, horizontal bedding and lamination. Levels of different thickness and position bearing Mn carbonate nodules are a specific feature of the section. The main microscopic characteristics of the sediments define clast-poor silty mudstone to cherty mudstone. The randomly dispersed silty component is in variable amount (negligible to 10–30 %), mainly of quartz and muscovite, and rarely – of rock clasts.

Two nodule types are observed. More common are nodules with a hard core of quartz with evenly disseminated carbonate mineral (~20%) and pyrite (~1%). The carbonate mineral is rhombohedral and zonal with varying composition from Mn-containing ankerite and siderite to Fe-containing rhodochrosite. A transitional zone begins towards the periphery of the nodule cores where alteration of carbonate to transitional phases is observed. In the outer zone the carbonate mineral is replaced by goethite and Mn-Fe oxyhydroxides with variable composition, which build separate zones preserving the zonation of the carbonate minerals. Pyrite is partly or completely replaced by goethite. The nodule shells are black and built of several thin layers often separated by empty space.

Two types of nodule cores are distinguished based on their Fe and Mn content: i) cores with high Fe₂O₃ (14–18%) and MnO (~5.5%) content that are enriched in Co and Ni and poor in Cu; ii) cores with low Fe₂O₃ (1.6–3.3%), MnO (0.20–0.25%), Co and Ni and slightly high Cu.

The described Silurian nodules and sediments show a number of similarities with modern deep-sea environments of polymetallic nodule bearing sediments. The modern deep-sea nodules are also enriched in Fe and Mn, as well as Co, Ni, Cu and REEY and suggest again that during the geological periods of the Earth's evolution, similar processes of accumulation of these elements during the sedimentation on the ocean floor take place. Some differences such as probable depth of deposition, mechanism of nodule formation, degree of lithification are also established.

Силурийските седименти в разрез Асарица се разкриват в западния сектор на Стара планина (Свогенската единица на Средногорската зона). Интерпретацията на средата на отлагане се основава на седиментните структури, текстури, геохимични и фосилни характеристики.

Черните и светли аргилити, силицитизираните аргилити и лидитите са основните литоложки типове в последователността. Аеронски граптолити се срещат в черни аргилити в основата на разреза и преминават нагоре в барен-интервал от светли аргилити. Тъмни аргилити, съдържащи теличките граптолити, покриват този интервал в горната част на разреза. Предполага се, че границата Аерон/Телич лежи в основата на барен-интервала или в долната му част. Седиментите показват равномерно успоредно, хоризонтално наслояване и ламинация. Характерна особеност на разреза са нива с различна дебелина и разположение, съдържащи Mn карбонатни конкреции. Основните

микроскопични характеристики на седиментите са бедни на класти алевритови аргилити и кремъчни аргилити. Неравномерно диспергираният глинест компонент е в променливи количества (незначително до 10–30 %), предимно от кварц и мусковит и рядко – от скални класти.

Наблюдават се два вида конкреции. По-често срещани са конкреции с твърдо ядро от кварц с равномерно разпръснати карбонатни минерали (~20%) и пирит (~1%). Карбонатният минерал е ромбодричен и зонален с различен състав от Mn-съдържащ анкерит и сидерит до Fe-съдържащ родохрозит. Преходна зона започва към периферията на ядрата на конкрециите, където се наблюдава промяна на карбонатите в преходни фази. Във външната зона карбонатният минерал е заменен от гьотит и Mn-Fe оксихидроксида с променлив състав, които изграждат отделни зони, запазващи зоналността на карбонатните минерали. Пиритът е частично или напълно заменен от гьотит. Обвивките на конкрециите са черни и изградени от няколко тънки слоя, често разделени от празно пространство.

Различават се два вида ядра на конкреции въз основа на тяхното съдържание на Fe и Mn: i) ядра с високо съдържание на Fe₂O₃ (14–18%) и MnO (~5,5%), които са обогатени на Co и Ni и бедни на Cu; ii) ядра с ниско ниво на Fe₂O₃ (1,6–3,3%), MnO (0,20–0,25%), Co и Ni и леко високо Cu.

Описаните силурски конкреции и седименти показват редица прилики със съвременните дълбоководни среди с полиметални конкреции. Съвременните дълбоководни конкреции също са обогатени на Fe и Mn, както и на Co, Ni, Cu и REEY, което предполага, че през геоложките периоди от еволюцията на Земята са съществували подобни процеси на натрупване на тези елементи по време на седиментацията на океанското дъно.

B.4.3. Boncheva, I., Sachanski, V., Andreeva, P., Tanatsiev, S. 2019. Evidence for the presence of the global Late Devonian Kellwasser Event in the Berende section (Parchar Formation, Western Bulgaria). – *Review of the Bulgarian geological society*, 80, 3, 113–115.

Бончева, И., Сачански, В., Андреева, П., Танациев, С. 2019. Доказателства за присъствие на глобалното къснодевонско събитие Kellwasser в разрез Беренде (Пърчарска свита, Западна България). – *Списание на Българското геологическо дружество*, 80, 3, 113–115.

The global Kellwasser Event is documented in the Western Srednogie Zone in two tectonic units: the Svoge Unit (Tsarichina section) and the Lyubash-Golo Bardo Unit (Berende section), based on conodont faunas. In both sections, the topmost Frasnian (*linguiformis* Zone) and the base of the Famennian (Lower *triangularis* Zone) were recognized. This important bio-event is marked in the Berende section by the replacement of the ancyrodella-polygnathid biofacies with the abundantly presented taxa of the genus *Palmatolepis*, as well as the extremely poor and monotaxic icriodid biofacies. Disappearance of all species of *Ancyrodella* and the abrupt reducing of the species of *Icriodus* both indicate a dramatic environmental change at the F/F boundary (Fig. 1). The genera *Icriodus* and *Ancyrodella* present in biofacies related to shallow water conditions and their replacement with taxa relevant to deep water probably is due to changes in the global sea level and the (Late Kellwasser Event) mass extinction of species on the F/F border. The F/F boundary interval in the Katina and the Parchar formations consists of deep-water flysch deposits commonly containing black shales, suggesting possible anoxic basinal setting.

Глобалното събитие Келвасер е документирано въз основа на коноданти в две тектонски единици на Западносредногорската зона: Свогенска (при с. Царичина) и

Любашко-Голобърдска (при с. Беренде). И в двата разреза бяха разпознати най-горния Фран (зона *linguiformis*) и основата на Фамена (долната част на зона *triangularis*). В разреза при с. Беренде това важно биосъбитие се изразява с замяната на биофациите на *ancyrodella*-*polygnathid* с изобилно представените таксони от род *Palmatolepis*, както и изключително бедните и монотаксични *icriodid* биофациеси. Изчезването на всички видове *Ancyrodella* и рязкото намаляване на видовете *Icriodus* показват драматична промяна на околната среда на границата F/F. Родовете *Icriodus* и *Ancyrodella* присъстват в биофациите, свързани с условията на плитки води и тяхната замяна с таксони, свързани с дълбоки води, вероятно се дължи на промени в глобалното морско ниво и масовото изчезване на видове на границата F/F (събитието Късен Калвасер). Граничният интервал F/F в Кътинската и Пърчарската свити се установява в дълбоководни флишки седименти, в нива изградени от черни аргилити, което предполага възможна аноксична басейнова обстановка.

V.4.4. Sachanski, V., Lakova, I., Tanatsiev, S., Andreeva, P., Kiselinov, H. 2019. Taconic orogeny and how it found ground in Bulgaria. – Review of the Bulgarian geological society, 80, 3, 128–130.

Сачански, В., Лакова, И., Танацев, С., Андреева, П., Киселинов, Х. 2019. Таконската орогенеза и как тя намери почва у нас. – Списание на Българското геологическо дружество, 80, 3, 128–130.

The Taconic orogeny is the first one of three mountain-building events forming the Appalachian Mountains in eastern North America, the Acadian–Neoacadian and Alleghenian orogenies being the second and third events, respectively. The Taconic orogeny, which involved arc accretion, was not, as traditionally defined, a single orogenic event that occurred at the end of the Ordovician period, but rather a complex series of orogenic episodes or climaxes spread over the larger part of that period. How did this distant tectonic event find ground in Bulgaria?

Spasov studied the stratigraphy of the Ordovician and Silurian in the Svoge anticline (Svoge Unit) and has first mentioned Taconic orogeny, trying to explain the absence of the lowermost Silurian *Akidograptus ascensus* and *Parakidograptus acuminatus* graptolite zones. According to him, in order to accept the sandstones at the Ordovician/Silurian boundary (i.e., the Sirman Formation) as Silurian in age instead of Ordovician, they would have to correspond completely to the mentioned zones, or their absence could be a response of the Taconic tectonic phase. Later on, both zones and the uppermost Ordovician *Metabolograptus persculptus* Zone have been recognized in the black lydites and siliceous shales from the lowermost stratigraphic levels of the Saltar Formation.

The first of the mass extinctions of the Phanerozoic occurred during the last stage of the Ordovician Period, the Hirnantian, at ca. 440. The extinction appears to have occurred in two pulses. The first one was associated with a glacio-eustatic sea-level fall of 70–100 m as ice sheets developed on Gondwana, which at the time was situated at the South Pole. Large expanses of tropical to subtropical epicontinental seas replete with carbonate platforms, and diverse benthic and planktonic faunas became subaerially exposed. Marginal anoxic zones became fully oxygenated as oceanic mixing rates apparently intensified. After this first wave of extinction, a more cosmopolitan “Hirnantian” fauna evolved, only to suffer considerable losses at the end of the glaciation as sea-level rose and shelfal anoxia was re-established.

And yet, whether the echo of Taconic orogenesis has reached our lands and not only them? The Earth’s climate cooled through the Ordovician Period leading up to the Hirnantian glaciation. Increased weatherability of silicate rocks associated with topography generated on the Appalachian margin during the Taconic orogeny has been proposed as a mechanism for

Ordovician cooling. According to this weathering hypothesis, atmospheric pCO₂ fell prior to and during the initial phases of ice-sheet growth, but then rose during glacial maximum times because of reduced weathering. Eventually, the greenhouse effect of CO₂ overcame the cooling albedo effect of glacial ice, and the glaciation ended. These events leave a mark on the development of organisms and the nature of sedimentary sequences around the world.

Таконската орогенеза е първата от трите планинообразователни събития, формирали Апалачите в източната част на Северна Америка, Акадско-Неоакадската и Алегенската орогенеза са съответно второто и третото събитие. Таконската орогенеза, която представлява дъгова акреция, не е единично орогенно събитие, настъпило в края на Ордовикския период, а по-скоро сложна поредица от орогенни епизоди, ставали през по-голямата част от този период. Как това далечно тектонско събитие намери почва в България?

Спасов проучва стратиграфията на Ордовика и Силура в Свогенската антиклинала (Свогенска единица) и за първи път споменава Таконската орогенеза, опитвайки се да обясни отсъствието на най-долните силурски граптолитни зони *Akidograptus ascensus* и *Parakidograptus acuminatus*. Според него, за да се приемат пясъчниците на границата Ордовик/Силур (т.е. Сирманската свита) за Силур вместо Ордовик, те трябва да отговарят напълно на споменатите зони или липсата им може да е отговор на Таконската тектонска фаза. По-късно двете зони и най-горната ордовикска зона *Metabolograptus persculptus* са разпознати в черните лидити и силицитните аргилити от най-долните стратиграфски нива на Салтарската свита.

Първото от масовите измирения през Фанерозоя е настъпило по време на последния век на Ордовикския период, Хирнантския, преди около 440 млн. г. Изчезването изглежда е станало в два импулса. Първият се свързва с ледниково-евстатично спадане на морското равнище със 70–100 m, когато леденитците покриват разположената на Южния полюс Гондвана. Големи пространства от тропичните до субтропичните епиконтинентални морета, изпълни с карбонатни платформи и разнообразна бентосна и планктонна фауна, са изложени на сушата. Маргиналните аноксични зони се насищат с кислород. След тази първа вълна на измиране процъфтява една по-космополитна „хирнантска“ фауна, само за да претърпи значителни загуби в края на залеждането, когато морското ниво се е повишило и шелфалната аноксия е била възстановена.

И все пак дали ехото от Таконската орогенеза е достигнало до нашите земи и не само до тях? Климатът на Земята се охладил през Ордовикския период, което довело до хирнантското залеждане. Повишеното изветряне на силикатни скали, свързано с образуването на Апалачите по време на Таконската орогенеза, е предложено като механизъм за ордовикско залеждане. Съгласно тази хипотеза, атмосферният pCO₂ е спаднал преди и по време на началните фази на нарастването на ледената покривка, но след това се е повишил поради намаленото изветряне. В крайна сметка парниковият ефект на CO₂ преодолява ефекта на охлаждащото алbedo на глациалния лед и залеждането приключило. Тези събития оставят отпечатък върху развитието на организмите и природата на седиментните последователности по света.

В.4.5. Бончева, И., Сачански, В., Андреева, П. 2020. Глобални събития в разрези на Горния Девон и на границата Девон/Карбон (Западна България). – *Списание на Българското геологическо дружество*, 81, 3, 121–123.

Boncheva, I., Sachanski, V., Andreeva, P. 2020. Global events in sections of the Upper Devonian and Devonian/Carboniferous boundary interval (Western Bulgaria). – *Review of the Bulgarian geological society*, 81, 3, 121–123.

Късният девон (372–359 млн. г.) е време на продължителна нестабилност на климата с катастрофални смущения в глобалните морски екосистеми на границите на Фран–Фамен (F/F) и Девон–Карбон (D/C). Глобалното атмосферно съдържание на CO₂ и изменението на климата в средния Палеозой, особено в Късния Девон, съвпадат с големи събития на изчезване на организмови групи. Аноксичните интервали са документирани в рамките на събитието Kellwasser близо до границата на Фран–Фамен (F/F), събитието *Annulata* във Фамена и събитието Hangenberg близо до границата Фамен/Турне (D/C).

The Late Devonian (372–359 million AD) is a time of prolonged climate instability with catastrophic disturbances to global marine ecosystems at the Frasnian–Famennian (F/F) and Devonian–Carboniferous (D/C) boundaries. Global atmospheric CO₂ content and climate change in the middle Paleozoic, especially in the Late Devonian, coincide with major events of extinction of organism groups. Anoxic intervals were documented within the Kellwasser event near the Frasnian/Famennian boundary (F/F), the Annulata event in Famennian and the Hangenberg event near the Famennian/Tournaisian boundary (D/C).

В.4.6. Бончева, И., Сачански, В., Андреева, П., Стоилкова, Т., Георгиева, М. 2021. Има ли в България превариски лидити с ендегенен произход?. – *Списание на Българското геологическо дружество*, 82, 3, 99–101.

Boncheva, I., Sachanski, V., Andreeva, P., Stoylkova, T., Milena Georgieva, M. 2021. Are there Pre-Variscan bedded cherts of endogenous origin in Bulgaria?. – *Review of the Bulgarian geological society*,

Представени са геохимични изследвания на различни палеозойски интервали, съставени от лидити, разкриващи се в Западната част на Средногорската зона (Салтарската свита; долната и средната част на Кътинската свита; най-долната част на Пърчарската свита и Тумбешката свита) и в Моравско-Родопската зони (Пенкъвския навлак и Вонската клипа). За да се определи дали различните лидитни интервали имат хидротермален произход, бяха използвани триъгълни диаграми на съотношението Al-Fe-Mn. Ниското съдържание на Fe в сравнение с Al дава основание да се твърди, че предварийските палеозойски лидити в България не са свързани с ендегенни процеси.

Geochemical studies of different Paleozoic intervals composed of bedded cherts, revealed in the western parts of the Srednogorie zone (Saltar Fm; the lower and middle part of Katina Fm; the lowest part of Parchar Fm, and Tumba Fm) and Morava-Rhodope zone (Penkyovtsi thrust and Vonski klippe) are presented. To determine whether the different bedded cherts intervals are hydrothermally affected, triangular diagrams of the Al-Fe-Mn ratio were used. The low content of Fe compared to Al gives grounds to claim that the Pre-Variscan Paleozoic bedded cherts in Bulgaria are not associated with endogenous processes.

В.4.7. Georgiev, S., Sachanski, V., Andreeva, P., Kiselinov, K., Balkanska, E., Lakova, I., Tanatsiev, S. 2021. Paleogeographic position of the Ordovician rocks from the Svoje Unit, Western Balkan – preliminary results. – *Review of the Bulgarian geological society*, 82, 3, 49–51.

Георгиев, С., Сачански, В., Андреева, П., Киселинов, Х., Балканска, Е., Лакова, И., Танатиев, С. 2021. Палеогеографска позиция на ордовишките скали от Свогенската тектонска единица, Западен Балкан – предварителни резултати. – *Списание на Българското геологическо дружество*, 82, 3, 49–51.

Two sandstone samples from the upper and lower parts of the Ordovician succession of the Svoje Unit were analyzed in order to determine their detrital zircon U-Pb age spectra using

laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS). Multi-dimensional scaling statistical technique allowed a reliable objective identification of the potential source areas in North Africa and paleogeographic reconstructions were made. Both samples indicate a close proximity to the Trans-Saharan Belt provenance, which is the most probable source of the detrital component.

Анализирани са две проби от пясъчник от горната и долната част на ордовикската последователност в Свогенската единицата, за да се определят техните U-Pb възрастови спектри на детритния циркон с помощта на лазерна аблация с индуктивно свързана плазмена масспектрометрия (LA-ICP-MS). Статистическата техника с многоизмерно мащабиране позволи надеждна идентификация на потенциалните източници в Северна Африка и са направени палеогеографски реконструкции. И двете проби показват непосредствена близост до Транссахарския пояс, който е най-вероятният източник на детритния компонент.

B.4.8. Georgiev, S., Sachanski, V., Andreeva, P., Kiselinov, K., Balkanska, E., Lakova, I., Tanatsiev, S. 2022. Trans-Saharan Belt provenance: a potential source for the Ordovician succession of the Balkan Terrane (Svoге Unit) – clues from LA-ICP-MS detrital zircon dating analysis. – *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, 75, 2, 234–247.

Георгиев, С., Сачански, В., Андреева, П., Киселинов, Х., Балканска, Е., Лакова, И., Танатиев, С. 2022. Транссахарски пояс: потенциален източник за ордовикската последователност на Балканския терен (Свогеска единица) – улики от LA-ICP-MS анализ за датиране на детритни циркони. – *Доклади БАН*, 75, 2, 234–247

Two samples from the upper and lower part of the Ordovician succession of Svoге Unit were analyzed in order to determine their detrital zircon U–Pb age spectra using laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS). One sample was collected from the Hirnantian diamictites of the Sirman Formation. The other sample is a middle Darriwilian quartzarenites from the lower half of the Grohoten Formation. Additionally, micropetrographic studies were performed. They are composed predominantly of detrital monocrystalline quartz grains and only sporadically presented feldspar grains, muscovite flakes and single rock fragments. The heavy mineral assemblages are also characterized mostly by detrital zircon. As suggested from previous studies of the Hirnantian glaciomarine deposits of Sirman Formation, the provenance of siliciclastic material was most probably associated with sedimentary recycling of mature sands deposited across the North Gondwana Platform. Multi-dimensional scaling statistical technique allowed a reliable objective identification of the potential source areas in Northern Africa and palaeogeographic reconstructions were made. Both samples are close to the Trans-Saharan Belt provenance, which is the most probable source for the detrital component. Our data support the idea proposed by previous researchers that the present-day position of some of these terranes implies significant dextral strike-slip displacement, probably due to the movement on the Pangea megashear during the Carboniferous and Permian.

Анализирани са две проби от горната и долната част на ордовикската последователност в Свогенската единица, за да се определят техните U-Pb възрастови спектри на детритния циркон с помощта на лазерна аблация с индуктивно свързана плазмена масспектрометрия (LA-ICP-MS). Едната проба е взета от хирнантските диамиктити на Сирманската свита. Другата проба е средно даривилски кварцаренити от долната половина на Грохотенската свита. Освен това са извършени микропетрографски изследвания. Те са съставени предимно от детритни монокристални кварцови зърна и само спорадично представени зърна от фелдшпат, мусковитни люспи и единични

скални фрагменти. Тежките минерални групи също се характеризират предимно с детритни циркони. Както се предполага от предишни проучвания на хирнантските ледникови отлагания на Сирманската свита, произходът на силицикластичния материал най-вероятно е свързан със седиментно рециклиране на зрели пясъци, отложени върху Северно Гондванската платформата. Статистическата техника с многомерно мащабиране позволи надеждна обективна идентификация на потенциалните източници в Северна Африка и бяха направени палеогеографски реконструкции. И двете проби показват непосредствена близост до Транссахарския пояс, който е най-вероятният източник на детритния компонент. Нашите данни подкрепят идеята, предложена от предишни изследователи, че днешното положение на някои от тези терени предполага значително дясно отседно изместване, по мегасрязването на Пангея през Карбона и Перма.

B.4.9. Boncheva, I., Andreeva, P., Sachanski, V. 2022. Geochemistry and depositional settings of Paleozoic cherts from western Bulgaria: preliminary results. – *Review of the Bulgarian geological society*, 83, 3, 141–144.

Бончева, И., Андреева, П., Сачански, В. 2022. Геохимия и обстановки на образуване на палеозойски силицити от Западна България: предварителни резултати. – *Списание на Българското геологическо дружество*, 83, 3, 141–144.

Paleozoic (Silurian and Devonian) cherts from Western Bulgaria occur in three tectonic units: Svoge, Lyubash-Golo Bardo and Morava. The SiO₂ content in these rocks varies from 76.06% to 96.02%. The silica source and depositional settings of the cherts have been interpreted based on the received geochemical major element data. The calculated Si/(Si+Fe+Al+Ca) ratio and Al–Fe–Mn diagram plotting at non-hydrothermal field suggest that most of silica in the cherts is biogenic or both biogenic and terrigenous in origin. On the other hand, all studied siliceous samples plot into the field of the continental margin sediment environments on the Fe₂O₃/TiO₂ vs. Al₂O₃/(Al₂O₃+Fe₂O₃) diagram. The calculated MnO/TiO₂ ratio also indicates deposition in continental shelf or slope environments.

Палеозойските (силурски и девонски) лидити от Западна България се срещат в три тектонски единици: Свогенска, Любашко-Голобърдска и Моравска. Съдържанието на SiO₂ в тези скали варира от 76,06% до 96,02%. Източникът на силициев диоксид и условията за отлагане на лидитите са интерпретирани въз основа на получените геохимични данни за основните елементи. Изчисленото съотношение Si/(Si+Fe+Al+Ca) и Al–Fe–Mn диаграма предполагат, че по-голямата част от силициевия диоксид в лидитите е биогенен или както биогенен, така и теригенен по произход. От друга страна, всички изследвани проби попадат в полето на континентална седиментация съобразно диаграмата Fe₂O₃/TiO₂ спрямо Al₂O₃/(Al₂O₃+Fe₂O₃). Изчисленото съотношение MnO/TiO₂ също показва отлагане в среди на континентален шелф или склон.

B.4.10. Hikov, A., Stefanova, E., Sachanski, V., Milakovska, Z., Stavrev, M., Kuzmanov, K., Chavdarova, S., Georgiev, S. 2022. Manganese carbonate minerals and their alternation products in Silurian metalliferous nodules from the region of Asaritsa peak, West Balkan Mountain. – *Review of the Bulgarian geological society*, 83, 3, 97–100.

Хиков, А., Стефанова, Е., Сачански, В., Милаковска, З., Ставрев, М., Кузманов, К., Чавдарова, С., Георгиев, С. 2022. Манганови карбонатни минерали и продукти на тяхната промяна в силурски металоносни конкреции от района на вр. Асарица, Западна Стара планина. – *Списание на Българското геологическо дружество*, 83, 3, 97–100.

The studied Silurian nodules have hard light cores and dark shells. The cores consist of quartz with disseminated zonal carbonate mineral and pyrite. Zones in the carbonate have a variable composition from Mn-containing siderite, ankerite and dolomite to mixed Fe-Mn carbonate and Fe-containing rhodochrosite. The nodule shells are composed of quartz, chlorite, sericite, goethite, Mn-Fe oxyhydroxides and siderite. Fe-Mn oxyhydroxides in the nodule shells are formed due to an alteration of the carbonate minerals and inherited their composition. The formation of the nodules with Fe- and Mn-carbonates is related to diagenetic processes under reducing conditions of low Eh and high pH values. Later, carbonate minerals were altered into Fe-Mn oxyhydroxides. These alteration changes can be related to the influence of later magmatic activity in the area. An example of this activity is the presence of an igneous bodies established on both sides of the section.

Изследваните силурски конкреции имат твърди светли ядра и тъмни обвивки. Ядрата се състоят от кварц с разпръснати зонален карбонатен минерал и пирит. Зоните в карбоната имат променлив състав от Mn-съдържащ сидерит, анкерит и доломит до смесен Fe-Mn карбонат и Fe-съдържащ родохрозит. Обвивките на конкрециите са съставени от кварц, хлорит, серицит, гьотит, Mn-Fe оксихидроксида и сидерит. Fe-Mn оксихидроксида в обвивките на конкрециите се образуват поради промяна на карбонатните минерали и наследяват техния състав. Образоването на конкреции с Fe- и Mn-карбонати е свързано с диагенетични процеси при редукиционни условия на ниски Eh и високи стойности на рН. По-късно карбонатните минерали са променени в Fe-Mn оксихидроксида. Тези промени в могат да бъдат свързани с влиянието на по-късна магматична дейност в района. Пример за тази дейност е наличието на магмени тела, установени от двете страни на разреза.

Г.7.1. Bedi, Y., Vasilev, E., Dabovski, Ch., Ergen, A., Okuyucu, C., Doğan, A., Tekin, U.K., Ivanova, D., Boncheva, I., Lakova, I., Sachanski, V., Kuşcu, I., Tuncaş, E., Demiray, D.G., Soycaş, H., Göncüođlu, M.C. 2013. New age data from the tectonostratigraphic units of the Istranca “Massif” in NW Turkey: a correlation with SE Bulgaria. – *Geologica Carpathica*, 64, 4, 255–277.

Беди, Я., Василев, Е., Дабовски, Х., Ерген, А., Окуйучу, Дж., Доан, А., Текин, У.К., Иванова, Д., Бончева, И., Лакова, И., Сачански, В., Кушчу, И., Тунджай, Е., Демирай, Д.Г., Сойджан, Х., Гьончуоолу, М.Ч. 2013. Нови данни за възраст от тектоностратиграфските единици на Странджанския масив в Северозападна Турция: корелация с Югоизточна България. – *Geologica Carpathica*, 64, 4, 255–277.

The Istranca Crystalline Complex in NW Anatolia and SE Bulgaria includes structural units that differ in lithostratigraphy, metamorphism, age and structural position. They are collectively named as the “Istranca nappes” comprising from bottom to top the Sarpdere, Mahyadađ and Dođanköy Nappes. The Sarpdere Nappe consists of Lower Triassic arkosic metasandstones with slate interlayers, followed by Middle to Upper Triassic carbonates and an alternation of Upper Triassic clastics and carbonates. The Mahyadađ Nappe comprises a low-grade metamorphic Late Paleozoic–Triassic carbonate-siliciclastic sedimentary succession. The Dođanköy Nappe includes Precambrian?–Paleozoic metasediments, intruded by Late Carboniferous–Early Permian calc-alkaline granitoids. Its Triassic cover comprises metaclastics and metacarbonates. The Istranca nappes were juxtaposed at the end of the Triassic and transgressively covered by Lower Jurassic coarse clastics, followed above by Middle to Late Jurassic carbonates, black shales and carbonate-siliciclastic sedimentary succession. The phosphate concretions in black shales yielded radiolarian assemblages indicating Late Bajocian–Early Bathonian, Early Bathonian and Early Kimmeridgian ages. These nappes and their Jurassic cover are unconformably overlain by the Cenomanian–

Santonian volcano-sedimentary successions intruded by Santonian–Campanian Dereköy-Demirköy intrusive suite.

Странджанският кристалинен комплекс в СЗ Анатолия и Югоизточна България включва структурни единици, които се различават по литостратиграфия, метаморфизъм, възраст и структурно положение. Те се наричат общо „Странджански навлаци“ и включват отдолу нагоре навлаците Сарпдере, Махиадаа и Дооанкьой. Навлакът Сарпдере се състои от долнотриаски аркозни метапясъчници, прослоени от шисти, последвани от средно- до горнотриаски карбонати и редуване на горнотриаски кластични и карбонатни седименти. Навлакът Махиадаа включва нискостепенна метаморфна къснопалеозойско–триаска карбонатно-силициклагенна седиментна последователност. Навлакът Дооанкьой включва докамбрийско–палеозойски метаседименти, процепени от къснокарбонски–раннопермски калциево-алкални гранитоиди. Неговата триаска покривка включва метакласти и метакарбонати. Странджанските навлаци са се формирали в края на Триаса и са трансгресивно покрити от груби класти на Долната Юра, последвани от средноюрски до горноюрски карбонати, черни аргилити и карбонатно-силициклагенна седиментна последователност. Фосфатните конкреции в черните аргилити съдържат радиоларийни ансамбли, индикиращи късен Байос–ранен Бат, ранен Бат и ранен Кимеридж. Тези навлаци и тяхната юрска покривка са несъгласувано покрити от ценоманско–сantonските вулcano-седиментни последователности, процепени от сantonско–кампанската интрузия Дерекöy-Демиркöy.

Г.7.2. Göncüoğlu, M.C., Sachanski, V., Gutiérrez-Marco, J.C., Okuyucu, C. 2014. Ordovician graptolites from the basal part of the Palaeozoic transgressive sequence in the Karadere area, Zonguldak Terrane, NW Turkey. – *Estonian Journal of Earth Sciences*, 63, 4, 227–232.

Гьончуоулу, М.Ч., Сачански, В., Гутierrez-Марко, Х.К., Окуйучу, Дж. 2014. Ордовикски граптолити от основата на палеозойската трансгресивна последователност в района на Карадере, Зонгулдакски терен, Северозападна Турция. – *Estonian Journal of Earth Sciences*, 63, 4, 227–232.

The Karadere area to the east of Safranbolu in NW Anatolia is one of the very few localities in Turkey where the contact between the Cadomian basement and the Lower Palaeozoic transgressive succession is well exposed. The Ordovician graptolite *Rhabdinopora flabelliformis* (Eichwald) ssp. was found in the basal part of the Bakacak Formation, indicating an Early to early Late Tremadocian age for the beginning of the Palaeozoic transgression in the Zonguldak terrane. A few metres above this occurrence, another horizon contains *Paradelograptus* cf. *antiquus* (T. S. Hall), which mainly ranges into the Late Tremadocian. Higher up in the Ordovician succession, a new graptolite bed confirms an early Darriwilian (Dw1) age for the middle part of the Karadere Formation with the occurrence of the biozonal index *Levisograptus austrodentatus* (Harris & Keble) and the first record of *Tetragraptus cor* (Strandmark) in the area. The palaeobiogeographic distribution of these Karadere fossils is in agreement with a peri-Gondwanan affinity of the Zonguldak Terrane of the Pontides, NW Anatolia, during the Early–Middle Ordovician.

Районът Карадере на изток от Сафранболу в СЗ Анатолия е едно от малкото находища в Турция, където контактът между кадомския фундамент и долнопалеозойската трансгресивна последователност е добре разкрит. Ордовикският граптолит *Rhabdinopora flabelliformis* (Eichwald) ssp. е открит в основната част на свитата Бакаджак, което показва ранна до ранна късна тремадоска възраст за началото на палеозойската трансгресия в Зонгулдакския терен. Няколко метра над това ниво е

установен *Paradelograptus cf. antiquus* (T. S. Hall), който се среща главно в горния Тремадок. По-нагоре в ордовикската последователност, ново граптолитно ниво потвърждава ранно даривилска (Dw1) възраст за средната част на свитата Карадере с появата на зоналният вид *Levisograptus austrodentatus* (Harris & Keble) и първата находка на *Tetragraptus cor* (Strandmark) в района. Палеобиогеографското разпространение на тези вкаменелости от Карадере е в съгласие с пери-Гондванския афинитет на Зонгулдакския терен на Понтидите, СЗ Анатолия, по време на Ранния и Средния Ордовик.

Г.7.3. Sachanski, V., Kozlu, H., Göncüoğlu, M.C. 2015. Thuringian affinity of the Silurian–Lower Devonian succession from the Eastern Taurus, Turkey. – *Turkish Journal of Earth Sciences*, 24, 303–324.

Сачански, В., Козлу, Х., Гьончуоолу, М.Ч. 2015. Тюрингски афинитет на силурско-долнодевонската последователност от Източните Тавриди, Турция. – *Turkish Journal of Earth Sciences*, 24, 303–324.

The Silurian–Lower Devonian succession in the Değirmentaş-Halevikdere section (E Taurides) shows considerable lithostratigraphic similarities to the three-partite subdivision, initially documented in the same stratigraphic interval in Saxo-Thuringia and later in other peri-Gondwanan terrains. The Llandovery–Wenlockian part of the studied section (ca. 40 m) is characterized by black graptolitic shales. The Llandoveryan part is dominated by radiolarian ribbon cherts (ca. 20 m). The Rhuddanian *Akidograptus ascensus*, *Parakidograptus acuminatus*, and *Cystograptus vesiculosus* biozones have been recognized in its lower part, while in the upper part of the succession, the lowermost Telychian *Rastrites linnaei* Biozone has been documented. The Telychian *Spirograptus turriculatus* and *Streptograptus crispus* biozones, as well as the Sheinwoodian *Cyrtograptus rigidus*/*Monograptus belophorus* Biozone, have been identified within a black shale succession. Graptolites of the Homerian (*Colonograptus deubeli* + *Col. praedeubeli* and *Col. ludensis* biozones) are only found in the Pekmezkooy and Gurleşen areas, in the black shales, immediately before the first ocher-colored limestone, which is characteristic for the Ockerkalk Formation in the Thuringian facies. The dominantly ocher-colored shale-limestone alternation in the Değirmentaş-Halevikdere section is ca. 50 m in thickness. The lower Ludlowian part is enriched by nautiloids, while in the Pridolian part crinoids are abundant. It is covered by 60-m-thick black shales and siltstones, corresponding to the Upper Graptolite Shale Formation in the Thuringian. The Silurian–Devonian boundary is located in the lower part of this unit on the basis of lobolith findings. The depositional model proposed here accounts for the migration of the considered peri-Gondwana terrains from high to low paleogeographic latitudes that has triggered changes not only in the ocean water thermohaline circulation but also in the wind-driven downwelling or upwelling systems. These changes are responsible for the progressive transition from an oxic regime to an anoxic one in the deep oceanic depositional environments (outer continental shelf, slope, and ocean basin settings) and the deposition of light or dark sediments there.

Силурско-долнодевонската последователност в разреза Деирменташ-Хелевикдере (Източни Тавриди) показва значителни литостратиграфски сходства с тристранното подразделение, първоначално документирано в същия стратиграфски интервал в Саксо-Тюрингия и по-късно в други пери-Гондвански терени. Ландовери–уенлокската част от изследвания участък (около 40 m) се характеризира с черни граптолитни аргилити. Ландоверската част е доминирана от лидити (около 20 m). Руданските биозони *Akidograptus ascensus*, *Parakidograptus acuminatus* и *Cystograptus vesiculosus* са разпознати в долната му част, докато в горната част на последователността е

документирана най-долната теличка биозона – *Rastrites linnaei*. Теличките биозони *Spirograptus turriculatus* и *Streptograptus crispus*, както и шейнуудската биозона *Cyrtograptus rigidus/Monograptus belophorus* са идентифицирани в една последователност от черни аргилити. Хомерски граптолитите (*Colonograptus deubeli* + *Col. praedeubeli* и *Col. ludensis* биозони) се намират само в районите Пекмезкьо и Гурлешен, в черните шисти, непосредствено преди първия варовик с цвят на охра, който е характерен за свитата Океркалк в тюрингски фациес. Редуването на аргилити и варовици с преобладаващ цвят на охра в разреза Дееирменташ-Хелевикдере е около 50 m дебелина. Долната лудловска част е обогатена с наутилоиди, докато в придолската част криноидите са изобилни. Покрива се от черни аргилити и алевролити с дебелина 60 m, съответстващи на Горната граптолитово аргилитна свита в Тюрингия. Границата Силур/Девон е разположена в долната част на тази единица въз основа на находки от лоболити. Моделът на отлагане, предложен тук, отчита миграцията на разглежданите терени около Гондвана от високи към ниски палеогеографски ширини, което е предизвикало промени не само в термохалинната циркулация на океанската вода, но също и в задвижваните от вятъра системи на даунвеилинг или ъпвелнинг. Тези промени са отговорни за прехода от кислороден режим към аноксичен в дълбоките океански среди (външен континентален шелф, склон и дълбок океанския басейн) и отлагането на светли или тъмни седименти там.

Г.7.4. Sachanski, V. 2015. The Silurian in the West Balkan Mts. (Svoге Unit, Srednogorie Zone) – 110 years later. – *Geologica Balcanica*, 44, 1–3, 3–15.

Сачански, В. 2015. Силурът в Западния Балкан (Свогенска единица, Средногорско зона) – 110 години по-късно. – *Geologica Balcanica*, 44, 1–3, 3–15.

Earliest studies on the Silurian System in Bulgaria are associated with the names of Dimitar Allahverdzhev and Stefan Bonchev. Allahverdzhev was the first to find Silurian graptolites in this country. His specimens are housed in the Laboratory of Geocollections of the Geological Institute (Bulgarian Academy of Sciences). Bonchev laid the foundations of the lithostratigraphic subdivision of Palaeozoic sediments in the West Balkan Mts. by distinguishing all their lithologic variations. In terms of regional tectonic zonation, the study area is a part of a first-rank Late Alpine unit, the Srednogorie Zone, represented by the Svoге Unit. The lithostratigraphy of the Palaeozoic marine successions in the Svoге Unit consists of nine formal units (Grohoten, Tseretsel, Sirman, Saltar, Mala Reka, Yabukov Dol, Ogradishte, Romcha and Katina formations) and one informal unit (silty-clayey metaformation). Their distribution is illustrated in a geologic map. The biostratigraphic subdivision of the Silurian System in Bulgaria is based on graptolites. Herein, the latest two “standard” zonal schemes are shown: the Generalized graptolite zonation and the Graptolite zonation for the peri-Gondwana (Europe). About 25% of these graptolite zones have not yet been recognized in Bulgaria; the extent of the others is plotted against a generalized section of the Silurian System for the region.

Най-ранните изследвания върху силурийската система в България се свързват с имената на Димитър Аллахверджиев и Стефан Бончев. Аллахверджиев пръв открива силурски граптолити у нас. Негови екземпляри се съхраняват в лабораторията по геологични колекции на Геологическия институт (Българска академия на науките). Бончев полага основите на литостратиграфското подразделение на палеозойските седименти в Западна Стара планина, като разграничава всички техни литоложки вариации. От гледна точка на регионалната тектонска зоналност, изследваната територия е част от първостепенна късноалпийска единица – Средногорската зона, представена от Свогенската единица. Литостратиграфията на палеозойските морски

последователности в Свогенската свита се състои от девет свити (Грохотенска, Церецелска, Сирманска, Салтарска, Малоречка, Ябуковдолска, Оградищенска, Ромчанска и Кътинска) и една задруга (алевритово-глинеста метазадруга). Разпределението им е показано на геоложка карта. Биостратиграфското подразделение на Силурийската система в България се основава на граптолитите. Тук са показани последните две „стандартни“ зонални схеми: Обобщената граптолитна зоналност и Граптолитната зоналност за пери-Гондвана (Европа). Около 25% от тези граптолитни зони все още не са разпознати в България; като корелацията на останалите е направена спрямо обобщен разрез на Силурийската система за региона.

Г.7.5. Бончева, И., Сачански, В. 2016. Нови данни за възрастта на скалите от Ризовския алохтон (Моравска единица) при с. Страдалово, Кюстендилско. – Списание на Българското геологическо дружество, 77, 1–3, 19–25.

Boncheva, I., Valeri Sachanski, V. 2016. New data on the age of the rocks of Rizovtsi allochthone (Moravian Unit) at Stradalovo village, Kyustendil district. – Review of the Bulgarian geological society, 77, 1–3, 19–25.

Изследвани са палеозойските седименти и нискометаморфни последователности. Те се разкриват в региона на р. Елешница, на границата между Осоговска и Влахина планина – областта Пианец в околностите на с. Страдалово. От структурна гледна точка те изграждат Ризовския алохтон, който е съставна част от един комплексен алохтон в рамките на Моравско-Родопската зона – Моравска единица. Установена е конодонтна фауна, която индикира присъствието на горна *rhenana* зона–долна *linguiformis* зона (най-горен Франски етаж). Характерните конодонтни таксони в късно франската биозоналност са доминирани от видове на *Palmatolepis*, *Polygnathus* и *Ancyrodella*. Биофациеси като установения тук *palmatolepid-polygnathid*, както и пълното отсъствие на видове от род *Icriodus* са индикатор за дълбоководна обсапановка на седиментация. Установените данни за франска възраст на скалите, изграждащи Ризовския алохтон, както и въз основа спецификата в литологията и значителната тектонската преработка показват, че в литостратиграфско отношение е по-удачно тези скали да се разглеждат като Косовски метаседименти.

Paleozoic sediments and low metamorphic sequences are studied

They are cropping out in the region of the Eleshnitsa river at the border between Osogovo and Vlahina mountains – in the Piyanets region just to the village of Stradalovo. From structural point of view they build the Rizovtsi allochthone which is an integral part of the Moravian unit – a complex allochthone within the Moravian-Rhodope zone. The available data for Frasnian age of the rocks composing Rizovtsi allochthone, as well as these on the specifics in lithology and significant tectonic processing, show that in lithostratigraphic terms are more appropriate these rocks to be related to Kosovo metasediments. The established conodont fauna indicates the presence of upper rhenana zone – lower linguiformis zone (uppermost Frasnian). Conodont characteristic taxa in Late Frasnian biozonation are dominated by species of *Palmatolepis*, *Polygnathus* and *Ancyrodella*. The established biofacies *palmatolepid-polygnathid*, and the complete absence of species of *Icriodus* are indicators for deep water sedimentation. The established data on the Frasnian age of the rocks that make up the Rizovo allochthon, as well as based on the specifics in the lithology and the significant tectonic reworking, show that, lithostratigraphically, it is more appropriate to consider these rocks as Kosovo metasediments.

Г.7.6. Sachanski, V. 2017. The Silurian stage boundaries in Bulgaria: the challenge of the Aeronian/Telychian (Llandovery) boundary. – Geologica Balcanica, 46, 2, 3–10.

Сачански, В. 2017. Силурските етажни граници в България: предизвикателството на границата Аерон/Телич (Ландовери). – *Geologica Balcanica*, 46, 2, 3–10.

The upper Aeronian to lower Telychian (Llandovery Series, lower Silurian) strata in the parastratotype for the Saltar Formation (chert-shale succession) are documented in terms of their lithologies and graptolite biostratigraphy. The studied section Asaritsa crops out in the western sector of the Stara Planina Mountains (Svoqe Unit of the Srednogorie Zone). In section Asaritsa, the highest Aeronian graptolitic strata are separated from the lowest Telychian graptolitic strata by a graptolite-barren interval of pale-coloured shale. Based on the graptolites documented below and above this interval, as well as on its correlation to sections studied in detail from the Czech Republic and Spain, the immediate underlay of the pale-coloured shale is referred to the uppermost part of the *sedgwickii* Zone, the complete pale-coloured shale interval, or its greatest part, to the lower *guerichi* Zone, and the directly overlying it succession to the upper part of the *guerichi* Zone. The Aeronian/Telychian boundary is assumed to lie at the base of this pale-coloured shale package, or within its lower part. The study provides documentation of *Metaclimacograptus undulatus*, *Parapetalolithus praecedens*, *Rastrites carnicus*, *Rivagraptus bellulus*, and illustrations of *Stimulograptus* for the first time in Bulgaria.

Описани са, по отношение на тяхната литология и граптолитна биостратиграфия, седименти от горния Аерон до долния Телич (Ландоверска серия, долен Силур) в парастратотипа на Салтарската свита (аргилитно-лидитна последователност). Изследваният разрез Асарица се разкрива в Западна Стара планина (Свогенска единица на Средногорската зона). В него най-горните аеронски пластове с граптолити са разделени от най-долните телички граптолитни слоеве от барен-интервал изграден от светли аргилити. Въз основа на граптолитите, намерени под и над този барен-интервал, както и на корелация с детайлно проучени разрези от Чехия и Испания, непосредствената подложка на светлите аргилити се отнася към най-горната част на зоната *sedgwickii*, целият барен-интервал, или по-голямата му част, към долната част зона *guerichi*, а покривката на барен-интервала към горната част на зоната *guerichi*. Предполага се, че границата Аерон/Телич лежи в основата на този пакет от светли аргилити или в долната му част. За първи път в България са документирани *Metaclimacograptus undulatus*, *Parapetalolithus praecedens*, *Rastrites carnicus*, *Rivagraptus bellulus*, както и представител на *Stimulograptus*.

Г.7.7. Sachanski, V., Loydell, D., Chatalov, A. 2018. New data from graptolites and quartz arenites for the Ordovician–Silurian boundary in the Murzuq Basin, Libya. – *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, 71, 4, 506–515.

Сачански, В., Лойдел, Д., Чаталов, А. 2018. Нови данни от граптолити и кварцови аренисти за ордовикско-силурийската граница в басейна Мурзук, Либия. – *Доклади БАН*, 71, 4, 506–515.

The graptolite-bearing interval in well A1-NC101, Libya indicates a Hirnantian age (*persculptus* graptolite Zone) for the lowermost Tanezzuft Fm based on the presence and stratigraphical distribution of *N. ? pseudovenustus*. In the C1-NC101 core, the presence of *N. inazaouae* (recognised for the first time outside Algeria) and *M. parvulus* indicates either the uppermost Ordovician or the lowermost Silurian, but the revised total stratigraphical range of *N. targuii* (*ascensus–acuminatus* graptolite Zone) suggests an earliest Rhuddanian age. Several specimens of *N. targuii* are longer than those previously recorded. Pure quartz arenites of the uppermost Mamuniyat Fm (well A1-NC101) were deposited during the end-Hirnantian deglaciation probably in a nearshore marine environment. Their provenance was

associated with sedimentary recycling of mature sands that were formed across North Gondwana in Cambrian and pre-glacial Ordovician times.

Интервалът, съдържащ граптолит в сондаж А1-NC101, Либия, показва хирнантска възраст (граптолитна зона *persculptus*) за най-долната част на свитата Танезуфт въз основа на присъствието и стратиграфското разпределение на *N. ? pseudovenustus*. В сондаж С1-NC101 присъствието на *N. inazaouae* (разпознат за първи път извън Алжир) и *M. parvulus* показва или най-горния ордовик, или най-долния силур, но ревизираното стратиграфско разпространение на *N. targuii* (*ascensus-acuminatus* граптолитна зона) предполага най-ранна руданска възраст. Няколко екземпляра от *N. targuii* са по-дълги от известните до момента в света. Чистите кварцови арени от най-горната част на свитата Мамуният (сондаж А1-NC101) са били отложени по време на деглациацията в края на Хирнантския век вероятно в крайбрежна морска среда. Техният произход е свързан със седиментно рециклиране на зрели пясъци, които са се образували в Северна Гондвана през камбрийските и предледниковите ордовикски времена.

Г.7.8. Sachanski, V. 2020. The first Silurian phyllocarid crustacean remains in Bulgaria. – Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, 73, 8, 1106–1110.

Сачански, В. 2020. Първите останки на филокаридни ракообразни в България. – Доклади БАН, 73, 8, 1106–1110

Paleozoic phyllocarid crustaceans are established for the first time in Southeastern Europe. The phyllocarid remains consisting of telsonal part and furcal rami from Wenlockian shale of the Svoge Unit (West Bulgaria) are described and illustrated. This specimen is too poorly preserved to allow identification to the species level, and has thus been assigned to *Ceratiocaris* sp. These occurrences nevertheless suggest that phyllocarids may be a common component of assemblages present in shale facies since the Silurian in the peri-Gondwanan Europe.

Палеозойските филокаридни ракообразни са установени за първи път в Югоизточна Европа. Описани и илюстрирани са филокаридни останки, състоящи се от телсон и фуркални клони намерени в уенлокски аргилити от Свогеската единица (Западна България). Този екземпляр е твърде зле запазен, за да позволи идентификация на видово ниво, поради което е определен като *Ceratiocaris* sp. Тези находки все пак предполагат, че филокаридите може да са обичаен компонент в аргилитния фацис на Силура в пери-Гондванска Европа.

Г.8.1. Chatalov A., Vangelov, D., Sachanski, V., Tanatsiev, S. 2014. Upper Ordovician diamictites from the Balkan Terrane, Western Bulgaria: a glaciomarine record of the Gondwana Hirnantian glaciation. In: Proceedings of the National Scientific Conference of the BGS with international participation “Geosciences 2014”. Sofia, BGS, 57–58.

Чаталов, А., Вангелов, Д., Сачански, В., Танациев, С. 2014. Горноордовишки диамиктити от Балканския Терен, Западна България: глациално-морски отложения, свързани с хирнантското залежаване в Гондвана. В: Янев, Й. (гл. ред.) Сборник с научни съобщения – Юбилейна научна конференция „Геонауки 2014“ с международно участие. С., БГД, 57–58.

Hirnantian diamictites are exposed in the Paleozoic Balkan Terrane (Western Stara Planina Mts) which was an integral part of the Armorican Terrane Assemblage (s.l.). In terms of lithostratigraphy the rocks are referred to as Sirman Fm having thickness of 7–10 m (Fig. 1). This unit overlies non-fossiliferous argillites of the Tseretsel Fm (Katian stage) and is covered by lydites and graptolite-bearing argillites of the Saltar Fm (Hirnantian–Telychian). The dark

grey, massive, sandy diamictites contain single pebble-sized extraclasts derived from the Ordovician basement. The main microfabric constituents include quartz grains ($\geq 80\%$), lithic fragments, intrabasinal shale clasts and silty-clayey matrix.

The combination of several rock characteristics indicates glaciomarine origin of the Hirnantian sediments: distinct stratification, poor sorting, presence of lonestones (well preserved unstable lithic fragments), random arrangement of the clasts, lower gradational boundary and intercalation with dark marine shales, lack of evidence for glacial terrestrial deposition (e.g. abraded bed surfaces, faceted, striated or bulletshaped clasts, specific landforms such as moraines, etc.).

The primary diamicts originated through rain-out settling of clay-sized to sand-sized particles from turbid meltwater plumes and ice-rafted debris reaching pebble size.

Хирнантските диамиктити се разкриват в палеозойския Балкански терен (Западна Стара планина), който е неразделна част от Армориканския терен (s.l.). От гледна точка на литостратиграфията скалите се означават като Сирманска свита с дебелина 7–10 m. Тази единица лежи над несъдържащи вкаменелостни аргилити от Церцелската свита (Катски етаж) и е покрита от лидити и съдържащи граптолит аргилити от Салтарската свитааг (Хирнант–Телич). Тъмносивите, масивни, пясъчливи диамиктити съдържат единични екстракласти с размер на чакъл, извлечени от ордовикския фундамент. Основните компоненти включват кварцови зърна ($\geq 80\%$), скални фрагменти, вътрешнобасейнови аргилити и алевритно-глинест матрикс.

Комбинацията от няколко скални характеристики показва ледниково-морски произход на хирнантските седименти: отчетлива стратификация, лошо сортиране, наличие на самотни камъни (добре запазени неравномерни скални фрагменти), произволно подреждане на кластите, долна градационна граница и прослояване с тъмни морски аргилити, липса на доказателства за ледникови отложения на сушата (напр. полирани повърхности на подложката, фасетирани, набраздени или с форма на куршум късове, специфични земни форми като морени и др.).

Диамиктитите са възникнали чрез утаяване при дъжд на частици с размер на глина до размер на пясък от мътни потоци възникнали вследствие стопената вода и от отломки от дрейфувачи ледници, достигащи размер на чакъл.

Г.8.2. Сачански, В. 2015. Океанска циркулация и промени в цвета на палеозойските седименти (Горен Ордовик–Долен Девон) в Западния Балкан (Свогенска единица) – даунвеллинг срещу ъпвеллинг. В: Янев, Й. (гл. ред.) Сборник с научни съобщения – Юбилейна научна конференция „Геонауки 2015“ с международно участие. С., БГД, 117–118.

Ocean circulation and changes in the color of the Paleozoic sediments (Upper Ordovician–Lower Devonian) in the West Balkan Mt. (Svoege Unit) – daunwelling vs. upwelling. In: Yanev, Y. (Ed.) “Geosciences”, Short Communications - Jubilee scientific conference “Geosciences 2015” with international participation. Sofia, BGS, 117–118.

Палеозойската морска седиментна последователност в Свогенската единица е изградена предимно от пелитни скали, като литостратиграфската им подялба се основава главно на различия в техния цвят. Горноордовишката Церцелска свита (сивозелени аргилити) се разполага над тъмните аргилити на Грохотенската свита и се покрива от грауваките на Сирманската свита, последвани от доминираната от черни силицити Салтарска свита, черните граптолитни аргилити на Малоречката свита, ивичестите аргилити на Ябуковдолската свита, черните аргилити на Оградищенската свита и сиво-зеленикавите аргилити на Ромчанската свита. Разрезът завършва с горнодевонски флишки седименти (Кътинска свита). Тези единици са част от

палеозойския Балкански терен. Промените в цвета на техните седименти може да се свърже с промени в режима на океанската циркулация, предизвикани от климатични и палеогеографски изменения.

Интервалът Късен Катски век–Среден Хирнантски век се свързва със залеждането на Гондвана в края на Ордовика, с максимум в началото на Средния Хирнант. Балканският терен се е намирал във високите южни географски ширини, където се е формирала термохалинно задвижена даунвелинг система. В такава обстановка са се образували сиво-зелените аргилити на Церецелската свита. След максимума на залеждането окислителните условия на морското дъно са заменени с редуционни. Тази аноксия се запазва до най-ранния Лудлоу. Отлагат се тъмните седименти на Салтарската и Малоречка свита. Балканският терен се е придвижил от високите ширини (60°S) към субтропичната зона (30°S). В началото на Лудлоуския период Балканският терен достигат до около 30°S, попадайки в една суха и гореща субтропичната зона, където има условия за възникване на термохалинен даунвелинг. В такава обстановка се отлагат ивичестите аргилити на Ябуковдолската свита. Образоването на черните аргилити на Оградищенската свита може да се свърже с ротация на Балканския терен отново към умерените ширини или с продължаващо движение на север, при което той попада в условия на мусонен климат. Летните мусони в тропическа Гондвана водят до повишен приток на прясна вода, намалявайки плътността на повърхностните води. По-леката вода не може да потъне в дълбочина и да достави кислород до морското дъно, където се отлагат богати на органично вещество тини. През зимата преобладават ветрове от сушата към морето, което задейства ъпвелинг система. В същото време валежите над океана надвишават изпарението и се запазва ниската плътност на повърхностните води и редуционна обстановка на дъното, подходяща за образуване на черни аргилити.

The Paleozoic marine sedimentary sequence in the Svog Unit is mainly composed of pelitic rocks, and their lithostratigraphic division is mainly based on differences in their color. The Upper Ordovician Tseretsel Formation (grey-green shales) overlies the dark shales of the Grohoten Formation and is overlain by the graywackes of the Sirman Formation, followed by the black silicite-dominated Saltar Formation, the black graptolitic shales of the Mala Reka Formation, the banded shales of the Yabukov Dol Formation, the black shales of the Ogradishte Formation and the gray-green argillites of the Romcha Formation. The section ends with Upper Devonian flysch sediments (Kutina Formation). These units are part of the Paleozoic Balkan Terrane. Changes in the color of their sediments can be linked to changes in the ocean circulation regime caused by climatic and paleogeographic changes.

The Late Katian–Middle Hirnantian interval is associated with Gondwana glaciation at the end of the Ordovician, with a maximum at the beginning of the Middle Hirnantian. The Balkan terrain was located in the high southern latitudes, where a thermohaline-driven downwelling system was formed. The gray-green shales of the Tseretsel Formation were formed in such a setting. After the glaciation maximum, the oxidizing conditions of the sea floor were replaced by reducing ones. This anoxia persisted until the earliest Ludlow. The dark sediments of the Saltar and Mala Reka formations are deposited. The Balkan Terrain has moved from the high latitudes (60°S) to the subtropical zone (30°S). At the beginning of the Ludlowian period, the Balkan Terrain reaches about 30°S, falling into a dry and hot subtropical zone, where there are conditions for the occurrence of thermohaline downwelling. In such a setting, the banded shales of the Yabukov Dol Formation were deposited. The formation of the black argillites of the Ogradischen Formation can be connected with a rotation of the Balkan Terrain back to moderate latitudes or with a continued movement to the north, during which it falls under monsoon climate conditions. Summer monsoons in tropical Gondwana lead to an increased influx of fresh water, reducing surface water density. Lighter

water cannot sink deep and deliver oxygen to the sea floor where organic-rich silts are deposited. In winter, winds from the land to the sea prevail, which triggers an upwelling system. At the same time, the precipitation over the ocean exceeds the evaporation and the low density of the surface waters is preserved and a reducing environment at the bottom, suitable for the formation of black shales.

Г.8.3. Бончева, И., Сачански, В. 2016. Горнодевонски глобални събития в Западна България. В: Янев, Й. (гл. ред.) “Геонауки 2016” Сборник с разширени резюмета от Национална конференция с международно участие. С., БГД, 107–108.

Upper Devonian global events in West Bulgaria. In: Yanev, Y. (Ed.) “Geosciences” Short Communications – National conference “Geosciences 2016” with international participation. Sofia, BGS, 107–108.

Това изследване се отнася до къснодевонската седиментация на територията на Западна България, където бяха установени седиментни и фаунистични индикации за фаменското събитие *Annulata* и събитието Kellwasser на границата на Фран–Фамен. Най-пълнен горнодевонски разрез с флишка седиментация се разкрива в Свогенската и Любашко-Голобърдската единица на Средногорската тектонска зона.

Натрупването на девонски флишки седименти в Западна България бележи заключителния етап на регионалното развитие на палеозойските морски басейни, свързани с компресия при настъпването на Вариската орогенеза. Тя се характеризира с турбидитно-силицикlastично акумулиране и с присъствие на единични карбонатни лещи в рамките на флишката сукцесия. Тези карбонатни прослойки са фосилоносни и показват времеви интервал на флишкото отлагане от Ранен Девон (Емс) до Ранен Карбон (Турне).

Глобалното събитие *Annulata* е ясно обозначено в рамките на Пърчарска свита от Любашко-Голобърдската единица, където в черни аргилити се установи в изобилие *Guerichia* и *Platyclymenia* фауна, която е типична за горнодевонската IV-A зона. Това са характерни представители за фаунистичния състав обитавал аноксичните, дълбоко пелагични обстановки на много ареали по света.

Глобалното събитие Kellwasser може да бъде разпознато в рамките на Кътинската свита в обхвата на Свогенската единица сред черни аргилити, вмъкнати между най-горната франска конодонтна зона (*linguiformis* зона) и базалните фаменски варовици, датирани по конодонтна фауна (долна *triangularis* зона). Литологията и липсата на макрофауна предполага безкислородна среда и аноксично басейново развитие.

This research concerns the Late Devonian sedimentation of the territory of Western Bulgaria, where sedimentary and faunal indications of the Famennian *Annulata* event and the Kellwasser event at the Frasnian–Famennian boundary were established. The most complete Upper Devonian section with flysch sedimentation is revealed in the Svogen and Lubash-Golobardo units of the Srednogorie Zone.

The accumulation of Devonian flysch sediments in Western Bulgaria marks the final stage of the regional development of Paleozoic marine basins associated with compression during the onset of the Variscan orogeny. It is characterized by turbidite-siliciclastic accumulation and by the presence of single carbonate lenses within the flysch succession. These carbonate interbeds are fossiliferous and indicate the time interval of flysch deposition from Early Devonian (Ems) to Early Carboniferous (Tournaisian).

The global *Annulata* event is clearly indicated within the Parchar Formation of the Lubash-Golobardo Unit, where abundant *Guerichia* and *Platyclymenia* fauna, typical of the Upper Devonian IV-A zone, were found in black shales. These are typical representatives of

the faunal composition inhabiting the anoxic, deep pelagic environments of many habitats around the world.

The global Kellwasser Event can be recognized within the Katina Formation within the Svoge Unit in the midst of black shales interposed between the uppermost Frasnian conodont zone (*linguiformis* Zone) and the basal Famennian limestones dated by conodont fauna (lower *triangularis* Zone). The lithology and lack of macrofauna suggest an anoxic environment and anoxic basin development.

Г.8.4. Сачански, В. 2017. Първите фосилни евриптери (ракоскорпиони) открити в България. В: Янев, Й. (гл. ред.) „Геонауки 2017“ Сборник с разширени резюмета от Национална конференция с международно участие. С., БГД, 95–96.

Sachanski, V. 2017. The first fossil eurypterids (sea scorpions) discovered in Bulgaria. In: Yanev, Y. (Ed.) “Geosciences”, Short Communications – National conference “Geosciences 2017” with international participation. Sofia, BGS, 95–96.

Това е първото откритие на евриптери в България и Югоизточна Европа. Находки на тези редки членестоноги са докладвани по-рано от пери-Гондвански находища в Германия, Чехия и Испания. Нашите четири находки са от долнодевонските (лохковски) тъмни аргилити в Западна България. Един фрагмент показва типична семилунарна ориентация, характерен главно за сегментите на птериготидните евриптеридни родове, а три фрагмента от щипки принадлежат на *Acutiramus bohemicus* и/или *Pterygotus barrandei*.

This is the first discovery of eurypterids in Bulgaria and SE Europe. Finds of these rare arthropods have been previously reported from peri-Gondwanan localities in Germany, Czech Republic and Spain. Our four findings are from the Lower Devonian (Lochkovian) dark shales in Western Bulgaria. One fragment shows a typical scale-like ornament found mainly on the tergites of pterygotid eurypterid genera, and three fragments of chelicera belong to *Acutiramus bohemicus* and/or *Pterygotus barrandei*.

АБСТРАКТ ПРЕДСТАВЕН ЗА РЕЦЕНЗИРАНЕ И НЕВКЛЮЧЕН В СПРАВКАТА ЗА СЪОТВЕТСТВИЕ С МИНИМАЛНИТЕ НАЦИОНАЛНИ И ИНСТИТУЦИОНАЛНИ ИЗИСКВАНИЯ

X.85. Sachanski, V., Radonjić, M., Boncheva, I., Lakova, I. 2022. Paleozoic eurypterids and phyllocarid crustaceans in the Balkans. *Geologica Balcanica, XXII International Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association (CBGA), Abstracts*, p. 68.

Сачански, В., Радонджич, М., Бончева, И., Лакова, И. 2022. Палеозойски евриптери и филокаридни ракообразни на Балканите. *Geologica Balcanica, XXII Международен конгрес на Карпатско-Балканската геоложка асоциация (КБГА), Абстракти*, с. 68.

Paleozoic phyllocarid crustaceans and pterygotid eurypterids have been documented for the first time in the Balkans (Western Bulgaria) in this century. Such fossils were found in Eastern Serbia in 2021. In peri-Gondwanan Europe, Silurian phyllocarid crustaceans and Devonian pterygotid eurypterids have only been established in the Czech Republic, Germany, France, Italy and Spain.

The Silurian phyllocarid crustaceans from the Balkans were found in the Wenlockian shale of the Svoge Unit, West Bulgaria, and in the upper Silurian? greish to yellow siltstones of the Gethicum Zone (=Kučaj Zone), Eastern Serbia. Both specimens represent a telson and furcal rami in connection. These phyllocarid remains are too poorly preserved to allow identification to species level, and have thus been assigned to *Ceratiocaris* sp. These finds,

nevertheless, suggest that phyllocarids may have been a common component of assemblages present in shale facies from the Silurian in the peri-Gondwanan Europe.

The first reported eurypterids in Western Bulgaria are from the Lower Devonian (Lochkovian, *Uncinagraptus uniformis* graptolite zone) dark shales in the Lyubash–Golo Bardo Unit. One fragment shows a typical scale-like ornament found mainly on the tergites of pterygotid eurypterid genera, and two fragments of a chelicera belong to *Acutiramis bohemicus* and/or *Pterygotus barrandei*. A fragment of chelicera was also found in the Lochkovian black shales of the Ogradishte Formation in the Svoje Unit. Prolongation of the Lyubash–Golo Bardo Unit in Eastern Serbia is the Gethicum Zone. Eurypterids here are represented by a fragment with the distinct scale-like ornamentation of the pterygotids, and a segment from a walking leg. The pterygotid remains were found together with a few graptolite taxa, which are characteristic for the lower part of the *U. hercynicus* graptolite zone (Lochkovian, Lower Devonian). There are at least two species in the world from this stratigraphic interval that correspond to the pterygotid eurypterid remains from Serbia, namely *Acutiramis perneri* Chlupáč and *Pterygotus barrandei* Semper. Without the chelicerae, however, it is impossible to make a precise identification.

През този век за първи път на Балканите (Западна България) са документирани палеозойски филокаридни ракообразни и птериготидни еуриптерици. Такива вкаменелости са открити в Източна Сърбия през 2021 г. В перигондванска Европа силурските филокаридни ракообразни и девонските птериготидни евриптерици са установени само в Чехия, Германия, Франция, Италия и Испания.

Силурийските филокаридни ракообразни от Балканите са открити в уенлокските шисти на Свогеската единица, Западна България и в горния силур? сивкави до жълти алевролити от зоната Гетикум (=зона Кучай), Източна Сърбия. И двата екземпляра представляват телсон и фуркални рами във връзка. Тези останки от филокариди са твърде зле запазени, за да позволят идентификация на видово ниво и за това са отнесени към *Ceratiocaris* sp. Въпреки това тези находки предполагат, че филокаридите може да са били обичаен компонент на ансамблите, присъстващи в аргилитния фацис на Силура в перигондванска Европа.

Първите съобщени евриптерици в Западна България са от долнодевонските (Лохковски етаж, граптолитна зона *Uncinagraptus uniformis*) тъмни аргилити в Любашко-Голобърдската единица. Един фрагмент показва типична семилунарна ориентация, характерен главно за сегментите на птериготидните евриптеридни родове, а два фрагмента от щипки принадлежат на *Acutiramis bohemicus* и/или *Pterygotus barrandei*. Фрагмент от щипка е открит и в лохковски черни аргилити в Оградищенската свита в Свогенската единица. Продължението на единицата Любаш–Голо Бърдо в Източна Сърбия е зоната Гетикум. Евриптеридите тук са представени от фрагмент с ясно изразена семилунарна орнаментика, характерна за птериготидите и сегмент от ходещ крак. Птериготидните останки са намерени заедно с няколко граптолитни таксона, които са характерни за долната част на *U. hercynicus* граптолитна зона (Лохков, Долен Девон). В света има поне два вида от този стратиграфски интервал, които съответстват на останките от птериготидните евриптерици от Сърбия, а именно *Acutiramis perneri* Chlupáč и *Pterygotus barrandei* Semper. Без запазена щипка обаче, е невъзможно да се направи по-точна идентификация.

Дата: 15.12.2022 г.

Подпис:
(доц. д-р Валери Сачански)