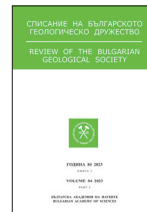




СПИСАНИЕ НА БЪЛГАРСКОТО ГЕОЛОГИЧЕСКО ДРУЖЕСТВО,
год. 84, кн. 3, 2023, с. 359–362

REVIEW OF THE BULGARIAN GEOLOGICAL SOCIETY,
vol. 84, part 3, 2023, p. 359–362



Национална конференция с международно участие „ГЕОНАУКИ 2023“
National Conference with International Participation “GEOSCIENCES 2023”

Archaeoseismological study in northeastern Bulgaria: Islands in Durankulak Lake

Andrei Korzhenkov¹, Aleksandr Ovsyuchenko¹, Orlin Dimitrov², Todor Dimov³, Aleksandr Larkov¹, Boyko Rangelov⁴, Nikolay Dobrev⁵

¹ Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Bolshaya Gruzinskaya Str. 10, 123242 Moscow; E-mail: korzhenkov@ifz.ru

² Fridtjof Nansen Institute of Oceanology, Bulgarian Academy of Sciences, Parvi May Str. 40, 9003 Varna; E-mail: ovdimitrov@gmail.com

³ University of Geology and Mining, Prof. B. Kamenov Str. 1, 1700 Sofia; E-mail: rangelov@gmail.com

⁴ Dobrich Regional Historical Museum, 18, 9300 Dobrich, Bulgaria; E-mail: tkonstantin@mail.bg

⁵ Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev Str., bl. 24, 1113 Sofia; E-mail: ndd@geology.bas.bg

Археосейсмологични изследвания в североизточна България: островите в Дуранкулашкото езеро

Андрей Корженков¹, Александър Овсюченко¹, Орлин Димитров², Александър Ларков¹, Бойко Рангелов³, Тодор Димов⁴, Николай Добрев⁵

Abstract: The most northeastern part of the territory of Bulgaria is characterized by high seismicity. In 2019, archeoseismological studies of traces of strong earthquakes were carried out in the oldest architectural monument in Europe – Durankulak. There are reports of earthquakes in these places in the Middle Ages and in Antiquity, but the data on the location of their foci is unspecified. Therefore, a team of scientists from Bulgaria and Russia carried out special scientific research on the islands in Lake Durankulak. A large number of artifacts have been found on the Big Island. The ruins located there are very old and have fixed traces of seismic impacts that have occurred over a long period of time. As a result of paleoseismological and archaeoseismological studies, three major earthquakes have been identified. Most likely, the focus of the first is connected to the Intramysian fault, and the focus of the second and third to the Shabla-Kaliakra seismic zone. The first was between VIII and IX degree on the scale of MSK 64, the second between IX and X, the third also between VIII and IX degree on the same scale.

Keywords: archaeoseismology, historical seismicity, Durankulak seismic deformations, Bulgaria.

Въведение

Най-североизточната част на територия на България се характеризира с висока сеизмичност, проявяваща се чрез силни земетресения, цунами, разнообразни млади тектонски деформации, приразломни газопроявления и други опасни геодинамични явления. В резултат на проведени комплексни изследвания (геофизични, гео-

ложки, геодинамични), са получени данни за основните свойства на значителен брой разломи и разломни системи. Определена е степента на тяхната активност. Сред тях са: Интермизийският разлом (крипторазлом с демонстрирана сеизмична активност), Шабленско-Калиакренската разломна система (с интензивна сеизмична активност и специфичен сеизмичен режим), Тюленовският и Батовският разлом, Балчишката

разломна зона, Чиракмана и предбалканските разломи и др. (Ranguelov, Dimitrov, 2021). Тази разломна мрежа е основен генератор на геодинамични процеси в района. За уточняване на позицията и геодинамичните свойства на първите две горепосочени структурни единици са проведени специализирани археосейсмоложки изследвания в Североизточна България, като вниманието основно е съсредоточено в района на с. Дуранкулак – островите в езерото. Главен проблем при изучаването на системните сеismoдеформации по руините се явява датировката на сеизмичните събития, които са ги предизвикали. Този проблем е решен с помощта на археолози, които разполагат с прецизна датировка на дейностите, извършвани от древните заселници на археологическия обект Дуранкулак.

През 2019 г. са проведени археосейсмоложки изследвания на следи от силни земетресения в най-древния архитектурен паметник на Европа – Дуранкулак, намиращ се в Североизточна България. Мизийската плоча е разположена в Северна България. Изградена е от относително слабо деформирани мезозойско-неозойска седиментна покривка и нагънат палеозойски фундамент. Тя е най-западният фрагмент на Скитската млада платформа. В нея са фиксирани сравнително малко на брой разломи. През 1901 г. в района на гр. Шабла е имало голямо земетресение от IX–X степен по скалата на МШК–64 с магнитуд $M > 7$ (Ranguelov, Gospodinov, 1994). Има сведения за земетресения в средновековието и античността (Ranguelov, Nikolov, 2009), но данните за местоположението на техните огнища са неуточнени. Поради това екип от учени от България и Русия извършиха специализирани научни изследвания, допълващи известните сейсмологични данни. През 1974 г. по инициатива на историка проф. Хенриета Тодорова, започват археологически изследвания на археологически паметници в Североизточна България. Изследвани са и руините, намиращи се на островите в Дуранкулашкото езеро. На Големия остров в Дуранкулашкото езеро на земната повърхност изследователите откриват голямо количество доисторически, тракийски, елинистични и средновековни артефакти (фиг. 1 и 2). По-конкретно открита е най-древната еволюционна фаза на култура Хаманджия, която е наречена Блатница (старото име на Дуранкулак). Изследвани са три фази от развитието на късноенеолитната култура Варна. На същия остров е открита най-старата каменна архитектура в континентална Европа. При разкопките в комплекса на Дуранкулашкото езеро се установиха твърде важни за науката факти. Получи се информация



Фиг. 1. Топографски план на големия остров в Дуранкулашкото езеро с откритите археологически паметници (Korzhenkov et al., 2020)



Фиг. 2. Аерофотоснимка на селищната могила, намираща се на Големия остров в Дуранкулашкото езеро (Korzhenkov et al., 2020)

не само за най-древната история на Западното Черноморие и Долния Дунав, но също и за еволюцията на Североизточните Балкани и Югоизточна Европа в края на новокаменната епоха, целия енеолит, бронзовата и ранножелязната епоха, началото на класическата тракийска античност, елинистичните времена и за древните български археологически обекти от времето на Първото българско царство. Големият остров в Дуранкулашкото езеро е имал стратегическо местоположение, а също и естествена за-

щита от нападения (Dimov et al., 1984). Намира се близо до Шабленско-Калиакренския разлом (разлом от първи ред) (Bruchev, 1994) и многократно е бил подлаган на сеизмично въздействие. По постройките на острова са фиксирани сеизмични въздействия, които са се случвали през дълъг интервал от време.

Методология

Археосейсмологията се занимава с деформации, причинени от инерционните сили, действащи върху сгради и съоръжения. Тези сили възпрепятстват горните части на строителните конструкции да следват причинените от сеизмично въздействие движения на долните части на тези конструкции (Korzhenkov, Mazor, 1999). Поради това при разкопки на археологически обекти в геодинамични зони опитният археосейсмолог фиксира т. нар. кинематични показатели: премествания, наклони и срутвания на горните части на зданието, както и техните обръщания и други систематични деформации. Трябва да се отбележи, че някои деформации са „привързани“ до древните стени с определени ориентации (ориентировки). Перпендикулярните стени, от друга страна, показват системни прояви на деформации от друг тип (Korzhenkov, Mazor, 2001). Точно деформациите, причинени от инерционни сили, бяха разкрити при теренната работа на енеолитния обект Дуранкулак в Североизточна България. Датировката на установените систематични деформации е извършена със съдействието на археологическия екип. Критериите за определяне кои деформации имат сеизмичен произход са: 1) масовост на деформациите по сградите без наличието на други причини – разрушения от врагове, липса на свлачища и други геодинамични причини; 2) еднопосочна сила на въздействие; 3) типични ефекти от земетресения – X-образни пукнатини, Z-образни изкривявания на основи, срутвания в една посока; 4) размествания в градежа без видима друга причина; 5) наклонени или паднали носещи колони; 6) масови ротации на градежни елементи; 7) масови размествания в зидарии без друга причина. По време на изследванията се имаха предвид и следните съображения: 1) при определянето на деформациите е необходимо геоложката основа, в която са фундирани сградите, да се анализира от хидрогеоложка и инженерногеоложка гледна точка; 2) възможните деформации могат да се дължат на различни причини, като слягане на земната основа, пропадане на лъсови почви, както и на сеизмични въздействия; 3) особено важно е при изследванията да се определят точно фак-

торите, довели до споменаваните деформации, т. е. да се установи кои от тях имат сеизмичен произход.

Резултати

В резултат на палео- и археосейсмологичните изследвания са идентифицирани три по-силни земетресения. Първото от тях най-вероятно е през среден-късен енеолит (4650–4100 пр. н. е.). При това събитие субмеридионалните стени са се наклонили на запад. За да предотвратят събарянния на първичните стени, тогавашните жители на острова са изградили стени – контрафорси, които са видими и днес. Но при разкопките на горните части на стените на археологическия паметник се установи, че следващата по-силна сеизмична деформация води до наклоняване на първичните стени на изток и раздалечаване на разстояние няколко десетки cm между първичните стени и стени-контрафорси. Може да се предположи, че второто земетресение е било по-силно от първото. Местната сеизмична интензивност на първото е между VIII и IX степен по скалата на МШК–64, а на второто между IX и X и степен по същата скала. Времевият интервал между двете земетресенията е няколкостотин години, като при първото събитие сеизмичните вълни са дошли от запад, а при второто – от изток. Огнището на първото земетресение се свързва със сеизмогенерираща зона в континенталната част на България (вероятно от Интрамизийския активен разлом), а при второто огнището е свързано с Шабленско-Калиакренската сеизмична зона. Силни сеизмични деформации са открити и по постройките, намиращи се на южния склон на острова. Тези постройки са от времето на Първото българско царство. По време на това сеизмично събитие в правоъгълните постройки са се получили изкривявания на стените, както и разкъсвания и завъртания. Земетресението, причинило последните споменати поражения, е между VIII и IX степен по скалата на МШК–64. Най-вероятно огнището е локализирано в крайбрежната част на морето и е свързано с Шабленско-Калиакренската сеизмична зона (Korzhenkov et al., 2020).

Благодарности: Съобщението е по изпълнението на Национална Научна Програма (ННП) „Опазване на околната среда и намаляване на риска от природни бедствия“, Решение на Министерския Съвет № 577/17.08.2018 г. и финансирана от Министерството на Образованието и Науката (Спор. № ДО-230/06-12-2018), работни пакети (РП.І.4.3. и РП.І.9).

Литература References

- Bruchev, I. (Ed.). 1994. *Map of Geological Hazard in Bulgaria*. Sofia, BAS Publishing House.
- Dimov, T., Y. Boyadzhiev, G. Todorova. 1984. Prehistorical acropolis near the village of Durankulak, Tolbuhin District. – *Dobrudzha*, 1, 74–88 (in Bulgarian).
- Korzhenkov, A. M., Mazor, E. 1999. Structural reconstruction of seismic events: ruins of ancient buildings as fossil seismographs. – *Science and New Technologies*, 1, 62–74.
- Korzhenkov, A. M., Mazor, E. 2001. Structural reconstruction of seismic events: ruins of ancient cities as fossilized seismographs. – *News of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan*, 1, 108–125.
- Korzhenkov, A. M., A. N. Ovsyuchenko, O. V. Dimitrov, T. Dimov, A. S. Larkov, B. Rangelov, E. A. Rogozhin, S. N. Rodina. 2020. Traces of strong eneolithic and medieval earthquakes hitting the Durankulak Archaeological Settlement in Northeastern Bulgaria. – *J. Volcanology and Seismology*, 14, 4, 262–282; <https://doi.org/10.1134/S0742046320040028>.
- Rangelov, B., O. Dimitrov. 2021. Search of blind and active faults to the North Bulgarian Black Sea coastal area. – In: *Developments in Engineering and Architecture, Chapter: 17*. Sofia, Publisher: St. Kliment Ohridski University Press.
- Rangelov, B., D. Gospodinov. 1994. Seismic activity by traces of the earthquake of March 31, 1901, in the Shabla-Kaliakra Region. – *Bulgarian Geophysical J.*, 20, 2, 44–49.
- Rangelov, B. K., V. Nikolov, 2009. The most ancient salt production factory in Europe and the oldest seismic event documented to the region of Provadia. – In: *Proc. 5th Congress of Balkan Geophysical Society*, 6491, 10–16 May, Belgrade, Serbia, 1–6.