



*Получена: 18.12.2020 г.*

*Приета: 03.02.2021 г.*

## ГЕОДЕЗИЧЕСКАТА НАУКА И ПРАКТИКА В 28-ТА БЪЛГАРСКА АНТАРКТИЧЕСКА ЕКСПЕДИЦИЯ

**Б. Александров<sup>1</sup>**

*Ключови думи: Антарктика, геодезия, хидроакустика, мареограф*

### РЕЗЮМЕ

Статията има за цел да представи извършените геодезически дейности по време на първата половина от 28-та национална антарктическа експедиция през 2019 – 2020 година. Освен чисто технически задачи като геометрична нивелация и трасировки за новата научна лаборатория, този сезон са осъществени изключително важни научни проекти от областта на хидрографните измервания – анализирани са данните от първото зимуване на българската мареографна станция и е поставено начало на изследване на проводимост, соленост и температура на океанската вода около брега и в дълбочина. Пуснатата е в действие и целогодишна перманентна ГНСС станция в района на Българската антарктическа база „Св. Климент Охридски“.

### 1. Въведение

На 13 ноември 2019 г. стартира 28-та Българска антарктическа експедиция. Към Българската база „Св. Климент Охридски“ (БАБ) на о-в Ливингстън се отправиха 11 българи със задача да разконсервират базата след зимния период и да я подготвят за успешното изпълнение на одобрените научни проекти за антарктическото лято 2019 – 2020 година. Научно-експертната комисия по полярни науки (НКПИ) одобри 10 проекта за годината [6] със сериозна и отговорна логистика. Първата група полярници винаги включва силен логистичен екип, по-голямата част от който са опитни, с много експедиции зад гърба си, за да могат в максимално кратък срок да приведат базата към нормални

---

<sup>1</sup> Борислав Александров, доц. д-р инж., кат. „Геодезия и геоинформатика“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: alekb\_fgs@uacg.bg

за живот и работа условия. Този процес е силно зависим от конкретните метеорологични условия. Имало е години, когато, за да се проникне в постройките, са пробивани тунели, когато първата вода се появява в тръбите след повече от месец престой на групата. Има и добри години, в които брегът е достъпен, снегът малко, дебаркирането от лодките на брега се прави в тихо време и всичко върви „като по вода“.

По време на 28-та експедиция са извършени следните геодезически дейности:

- трасиране на основите на новата научна лаборатория в БАБ;
- точни нивелачни измервания по няколко полигона за нуждите на научната и логистичната програма;
- прехвърляне и обработка на данните от първото зимуване на мареографа;
- експериментални измервания в акваторията на БАБ за проводимост, соленост и температура на морската вода;
- монтаж и пускане в действие на целогодишна перманентна ГНСС станция.

## **2. Учени и логистика**

През сезона 2019 – 2020 година, когато се проведе 28-та българска антарктическа експедиция, в първата група бяха включени и двама специалисти с комбинирани задължения – както ангажирани като логистици с богат опит в Антарктика, така и като изпълнители на научни проекти, включени в научната програма на Българския антарктически институт за годината. Това бяха доц. Димо Димов, геолог, дългогодишен преподавател в Софийския университет, с двадесет експедиции и доц. Борислав Александров, геодезист, преподавател в УАСГ с повече от 30-годишен стаж. За него пътуването към о-в Ливингстън е шесто, като е поставил началото на работата си в Антарктика преди 22 години, през 1998, когато за първи път там стъпват български геодезисти. И за двамата учени експедицията е сериозно предизвикателство, тъй като за разлика от другите учени, за които началото на работата е в подготвена база, те започват работата си по научните проекти паралелно с подготовката на постройките за живот, осигуряването на вода и ток, пренасянето на гориво, провизиите, профилактиката на цялата апаратура.

## **3. Геодезически дейности на сушата**

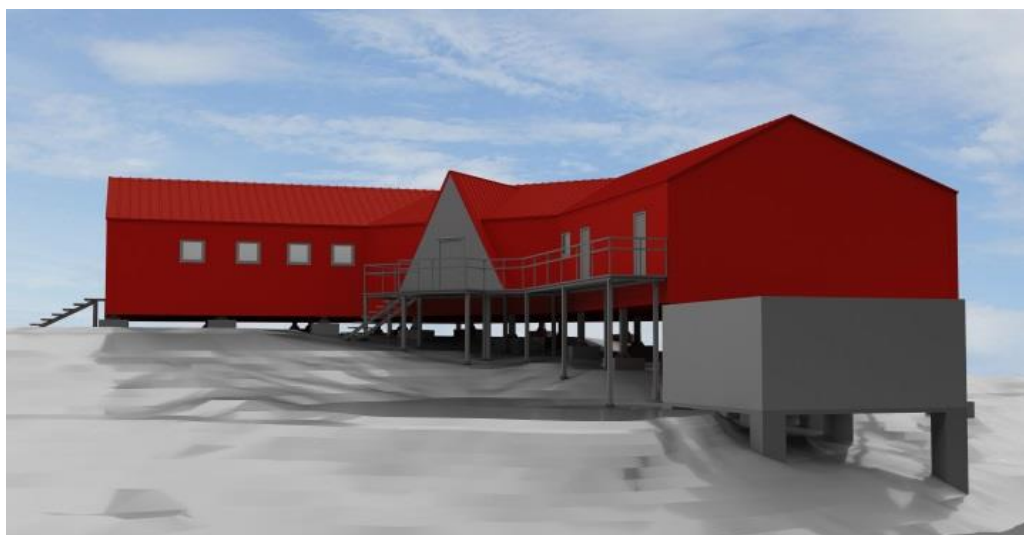
И тази година са извършени важни и неотложни дейности от областта на геодезията, в полярни условия, а някои и за първи път там [3, 4].

Безспорно най-машабни са мероприятията по стартиране на строежа на новата научна лаборатория в Българската база. След одобряване на проект с ръководител арх. Пенка Станчева е взето решение да се започнат техническите дейности по трасиране на проекта върху терена. Цялата геодезическа работа е възложена на доц. Борислав Александров, с перспектива за този антарктически сезон да бъдат монтирани арматурните желяза на фундаментите, преди да отпътуват последните полярници към България. Както често се случва в геодезическата практика, изглеждащите лесно на компютъра неща в действителност се усложняват в различна степен, което стана и при трасирането на фундаментите (фиг. 1).



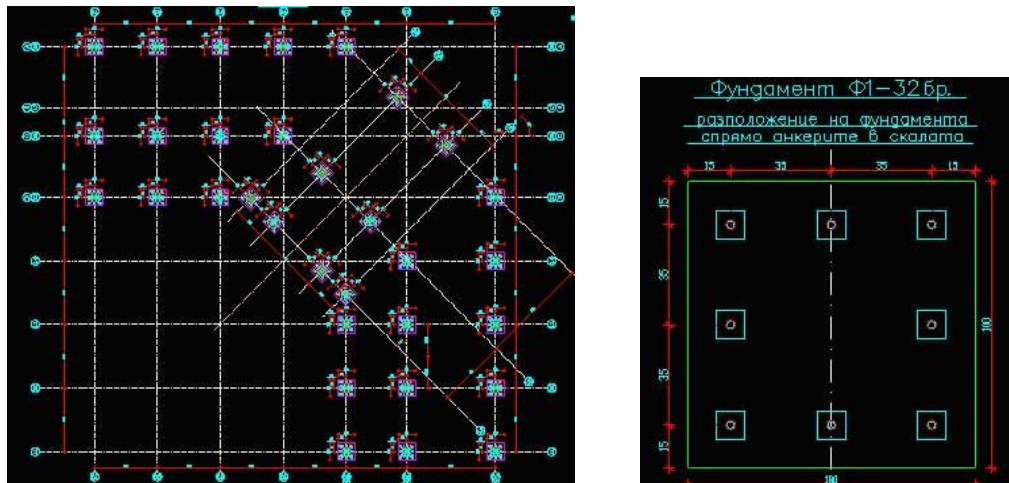
**Фиг. 1. Избор на окончателното място на новата лаборатория**

Използваната недостатъчно детайлната топографска основа наложи да се направи изместване на бъдещата сграда така, че проектът максимално да се доближи до реалния терен. Тази корекция е с три метра, с малка ротация на конструкцията, около пет градуса. При новото положение, след извършени нивелачни измервания, се намаляват височините на поддържащите колони почти един метър. Като се има предвид, че постройката (фиг. 2) лежи на 32 колони, става съвсем ясно, че корекцията на мястото е икономически много изгодна. Това решение на геодезиста беше обсъдено и прието от командира на Базата и техническия колектив, ангажиран със строежа, с ясното съзнание за поетата голяма отговорност.



**Фиг. 2. Проектът за новата научна лаборатория**

След окончателното решение за ситуиране, на 27 ноември 2019 г. е направена първата копка за водещите два фундамента на конструкцията. Бъдещата сграда ще бъде със закрыта площ от 330 m<sup>2</sup>, повдигната над терена на не по-малко от 80 cm, върху 32 колони, всяка издигната върху бетонен фундамент с размери един на един метър. Проектът е изчисляван за по-сериозни климатични натоварвания, особено през зимния период от годината.



Фиг. 3. План на колоните и схема на фундамент

Конструктивно всеки фундамент е с размери един на един метър (фиг. 3), а в него трябва да има осем арматурни желяза  $\phi 30$  mm, забити в скалата на дълбочина един метър и фиксирани със специални лепила. За тази цел е наложително да бъдат пробити в твърда основна скала 256 отвора с диаметър 35 mm и дълбочина един метър. Всичко това трябваше да се извърши все пак в антарктически условия, при ниска температура, почти винаги ветровито, а понякога и при снеговалеж. Не бива да се забравя, че на скалите няма как да се работи без ток, а това изисква да бъде качен генератор и гориво, което означава стотици килограми да бъдат извлечени на ръце върху скалите. За изпълнението на тази сложна задача бяха трасирани първоначално местата на ъгловите фундаменти, а между тях беше опъната метална струна, материализираща осите на сградата. След това мястото на всеки фундамент и всяко арматурно желязо се маркира със спрей, така че да се отвори фронт за работа и само лошото време да забавя процеса.

След обозначаването на всички фундаменти е направена геометрична нивелация, чрез която всяка колона получава кота, изчислена от известен репер в развитата геодезическа мрежа (фиг. 4). Така за първи път в българските експедиции е въведен в геодезическите измервания технически нивелир, с който са направени няколко важни нивелачни хода. Чрез геометрична нивелация са определени: височината на водоизточника надстройките, превишението между основната сграда и мястото за дебаркиране и стоварване на експедиционен багаж, денивелацията между съществуващата база и бъдещата лаборатория. При тези условия дори няколко десетки метри нивелачни ходове са предизвикателство за геодезическия екип. Благодарение на пословичния ентузиазъм на българските полярници, до края на експедицията всичките 256 арматурни желяза на фундаментите са фиксирани в скалата.



**Фиг. 4. Нивелация в Антарктика**

Приемат се сигнали от GPS, GLONASS, SBAS, WAAS, EGNOS и разполага с 672 канала. Плановете на проекта са първоначално апаратурата да издържи тежкия зимен период, както като осигуряване срещу физически повреди, така и от гледна точка на захранването. След като премине проверката на зимния период, следва да се направи всичко възможно за включване на станцията КОН2 към международната мрежа от перманентни ГНСС станции в района на Западна Антарктида и п-ов Палмър.



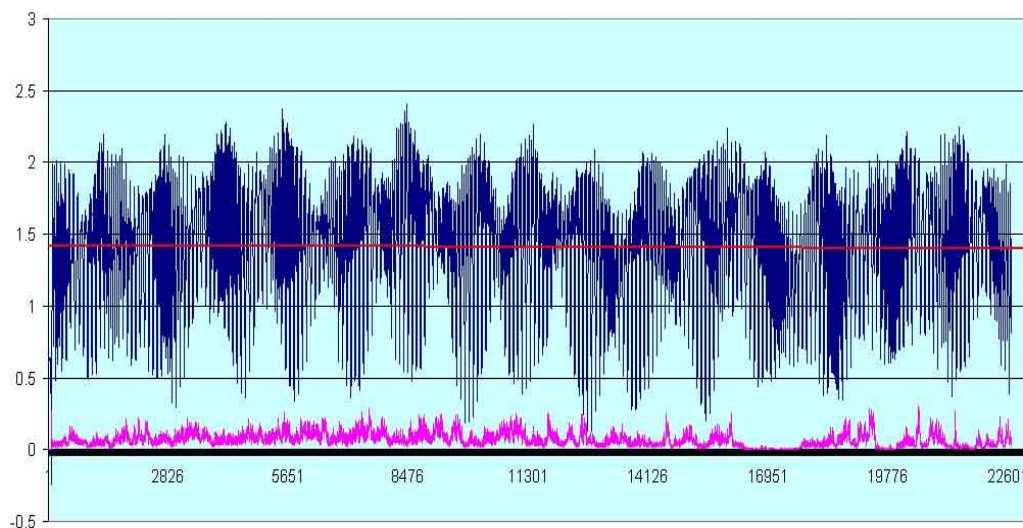
**Фиг. 5. ГНСС приемникът на точка КОН2**

#### **4. Геодезически дейности в океана**

Голямото постижение в геодезически аспект тази година е мареографната станция. За първи път в антарктическите ни дейности можем да се похвалим, че мареограф-



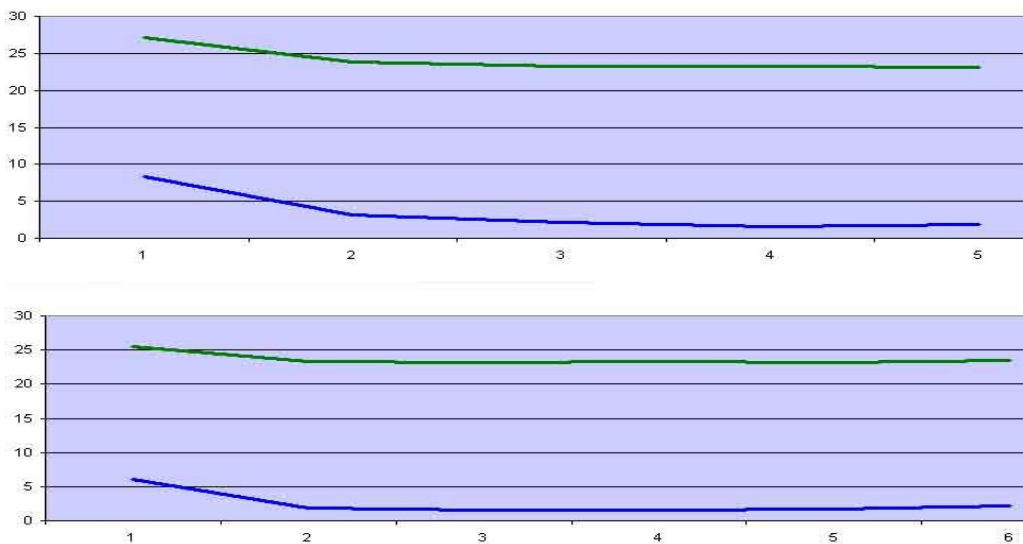
ната ни станция в Антарктика издържа първата си зима [2, 7]. След прехвърляне на записаните данни се оказва, че имаме над 9 месеца записи, от 9 януари до 16 октомври 2019 г. с две прекъсвания от няколко часа, което прави реално непрекъснатия запис почти седем месеца (фиг. 6). Вероятно прекъсването се дължи на метеорологични причини, но записът показва прекъсване за малко, и после продължава без никакви проблеми. При рязко влошаване на времето и тежък ледоход в залива на о-в Ливингстън, на 16 октомври 2019 г. се прекъсва захранващият кабел и датчикът спира да записва.



**Фиг. 6. Записите на мареографа за първия успешен зимен сезон**

Българският антарктически мареограф не успя да извърши целогодишен запис на динамиката на морското ниво в Южния залив на о-в Ливингстън, но спокойно можем да наречем тези над 26 000 записа невероятен успех за скромните възможности на българските експедиции. Все пак има данни за поведението на океанската повърхност за няколко месечен период. Както се оказва в изследването на колебанията на морското ниво, не могат да бъдат правени конкретни заключения за кратки периоди, дори и да достигнат една година. За този период от седем месеца наблюдаваме покачване на нивото с 8,2 mm, но това не е представителна извадка за екстраполация на годишни стойности. Влияние оказват много фактори, които могат да дадат по-ясна представа за реалните колебания на водната повърхност и връзката на това с глобалните климатични промени.

През 28-та експедиция за първи път е направен опит за изследване на океанската вода за соленост, проводимост и температура. За целта е предложено и одобрено да се закупи регистратор на данни, който изследва малки промени в солеността на водата (в диапазона  $\pm 5000 \mu\text{S/cm}$ ). Чрез оптична USB базова станция BASE-U-4 се извършва четенето на данните от записите във водата. Такива изследвания се правят за първи път в акваторията на Българската база и са от особено значение за опознаването на океанската вода като хидросреда (фиг. 7). Идеята е да се изведе корелация между данните на датчика за соленост и проводимост и записите за колебанията на морското ниво, осъществени първоначално през сезона на експедицията, а в последствие и целогодишно.



**Фиг. 7. Връзка между соленост и температура на морската вода за различни дълбочини**

Извеждането на количествена връзка между солеността на водата и нейното ниво със сигурност ще даде информация за околните климатични промени, предвид непрекъснато топящите се ледници, повишаването на нивото и температурата на световния океан.

Първоначалните измервания и анализи показват логични промени в стойността на солеността в районите с плаващи ледени късове, около брега, както и в дълбочина.

Направени са измервания за същите параметри на водата на дълбочини от 0,1 m до 8 m. Средните стойности на солеността са:

- на брега 17,7 – 22,7‰;
- в залива от 23,0 – 24,1‰;
- в залива при вода без ледени късове – 27,5‰.

Средната стойност на температурата на океанската вода е 0,9 – 1,0 °C.

На показаните графики личи как с отдалечаване от брега и двата параметъра се стабилизират и придобиват постоянни стойности, докато с нарастване на дълбочината параметрите запазват сравнително еднакви стойности и при 8 метра дълбочина почти не се забелязват промени между точките до брега и навътре в залива.

#### **4. Изводи и заключения**

През изминалите 30 години работа на българските учени сред Белия континент се доказва какъв е потенциалът на родната наука, колко полезно е присъствието ни на световната научна сцена и как са оценени по достойнство те в много различни международни проекти. И тези, вече седем българи геодезисти, които са дали своя принос за развитие на геодезическата наука и практика в тежките условия на Антарктика, са част от утвърдените специалисти, допринесли за опознаването на най-суровия континент на Земята и развитието на човешкото познание за планетата ни.

COMPOSITE GAZETTEER OF  
ANTARCTICA  
ENEA - P.N.R.A.

Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR)  
Co-led by Programa Nacional de Antártica (PNA) (Bulgaria)  
in the framework of the SCAR Standing Committee on Antarctic Geographic Information (SCAGI)

SCAR Gazetteer Search Information Login Help Log out

**Aleksandrov Ridge**

**Aleksandrov Ridge** (The name as it would appear in a gazetteer)  
**Aleksandrov Ridge** (The name as it would appear on a map)  
If this information is incorrect, please e-mail: [map@scar.org.uk](mailto:map@scar.org.uk)

Place ID: 20028  
Name ID: 13910  
Feature type: Ridge  
Origin  
This name originates from **Bulgaria**. It is part of the Bulgaria Gazetteer and the SCAR Composite Gazetteer of Antarctica.

**Narrative**  
The rocky partly ice-covered ridge extending 4.7 km in NNE-SSW direction and 1.7 km wide, rising to 800 m on the W side of Laska Mountains in northern Alexander coast. Situated 4.2 km SW of Mount Whyte, 9.6 km NW of Mount Ovech and 9.7 km NE of Paster Panache. Surrounds Lasherton Glacier to the SSE and Lashere Bay to the W. British mapping in 1971.

**Named For**  
Named after Borislav Aleksandrov, geodesic surveyor at St. Kliment Ohridski base during the 1969/90 and subsequent seasons.

**Location**

Latitude:	69° 37' 28.0" S	-68 53.847'	Unknown precision
Longitude:	71° 38' 28.0" W	-71 64.289'	Unknown precision
Altitude:	800 m		Unknown precision

**Images**  
No images of this place could be found.

**Map**

**Approval status**

Status:	Unknown
Date approved:	23 May 2017

**Related information**

**Biodiversity**  
View fauna, flora or both within 1.0 degree of this location.

**Place names**  
View Bulgarian or international place names within 1.0 degree of this location.



**Фиг. 8. Сертификатът за географско наименование на рид в Антарктика**

В подкрепа на казаното може да се цитира информация от книгата на проф. Любомир Иванов „Български имена в Антарктида“ от 2019 г. [5], където са описани топографските обекти в Белия континент, носещи български имена. Те са над 1400, кръстени на български герои, възрожденци, градове, планини и реки у нас, емблематични местности. Има и около 40 наименования, свързани с живи българи, антарктически изследователи, дали своя принос към прославяне на България извън нейните предели. Едно от тях е посветено на български геодезист – доц. Борислав Александров, дългогодишен преподавател в Геодезическия факултет на УАСГ. Обектът е планински хребет на остров Александър с утвърдено наименование през 2017 г. (фиг. 8).

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Aleksandrov, B.* Antarktida i myastoto na Bulgaria v neya. // Geodezia, kartografia, zemeustroystvo, issue 1-2, 2020.

2. *Aleksandrov, B.* Antarktida i myastoto na Bulgaria v neya. Parvata balgarska mareografna stantsia v Antarktika, ostrov Livingston, // Geodezia, kartografia, zemeustroystvo, issue 1-2, 2019.



3. *Alexandrov, B., Tsanovski, Y.* Antarktida i myastoto na Bulgaria v neya. Geodezicheski deynosti na ostrov Livingstan, Antarktika. // Geodezia, kartografia, zemeustroystvo, issue 1-2, 2011.

4. *Alexandrov, B., Tsanovski, Y.* Balgarskata antarkticheska misia i prinosat na UASG za neya. // Godishnik na UASG, Mezhdunarodna yubileyana nauchna konferentsia “75 godini UASG”, 2018, **51(9)**: 177 – 191.

5. *Ivanov, L.* Balgarski imena v Antarktika. Sofia: Fondatsia Manfred Vyornier, 2019, s. 526, ISBN 978-619-90008-4-7.

6. Balgarski antarkticheski institut. <https://bai-bg.weebly.com>.

7. *Alexandrov, B., Tsanovski, Y.* Geodetic and hydrographic activities in the extreme conditions of Antarctica and in the Bulgarian Antarctic base. I-st International Symposium on Marine Ports & Coastal Defence, April, 28 – 30, 2010, Tartous, Syria.

## THE GEODESIC SCIENCE AND PRACTICE IN THE 28TH BULGARIAN ANTARCTIC EXPEDITION

**B. Alexandrov<sup>1</sup>**

**Keywords:** *Antarctica, geodesy, hydroacoustics, tide station*

### ABSTRACT

The purpose of this article is to present the geodetic activities carried out during the first half of the 28th National Antarctic Expedition in 2019 – 2020. In addition to purely technical tasks such as geometric leveling and tracing for the new science laboratory, this season, extremely important marine geodesy research projects have been completed – the data from the first wintering of the Bulgarian tide station were analyzed, as well as the beginning of the study of the conductivity, salinity, and temperature of the ocean water around the coast and in depth. A permanent GNSS station in the area of the Bulgarian Antarctic Base “St. Kliment Ohridski” was also put into operation.

---

<sup>1</sup> Borislav Alexandrov, Assos. Prof. Dr. Eng., Dept. “Geodesy and Geoinformatics”, UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: [alekb\\_fgs@uacg.bg](mailto:alekb_fgs@uacg.bg)