

Получена: 22.12.2017 г.

Приета: 28.05.2018 г.

БЪЛГАРСКАТА АНТАРКТИЧЕСКА МИСИЯ И ПРИНОСЪТ НА УАСГ ЗА НЕЯ

Б. Александров¹, Ю. Цановски²

Ключови думи: Антарктика, геодезически дейности, хидрография

РЕЗЮМЕ

В Българската антарктическа програма, която работи успешно вече почти 30 години, досега са работили шестима геодезисти, двама от които са завършили, а сега са и хабилитирани преподаватели в УАСГ. Статията отразява трудностите и особеностите за извършване на геодезически и хидрографски работи при полярните условия на Антарктика, които авторите сами са срещали при експедициите си през годините. За изпълнение на задачите са използвани двучестотни геодезически ГНСС приемници, навигационни GPS, безпилотен летателен апарат, хидроакустична техника, оптикомеханични теодолити, тотална станция – в зависимост от конкретните проекти и годината на изпълнението им. Представени са резултати от цифровото моделиране на релефа в района на Българската антарктическа база (БАБ), на част от акваторията на Южния залив, както и някои геодезически изследвания, проведени с научно-практическа цел.

1. Въведение

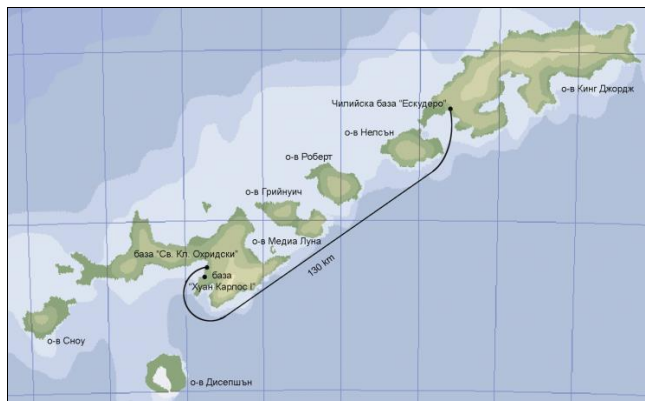
Антарктика е наименованието на южната полярна област, която обхваща Южния географски полюс и южния полярен континент – Антарктида. Площта ѝ е от около 14 млн. km² и е на пето място сред континентите, като по-малки остават само Европа и Австралия. Средната надморска височина е 2040 m и заема първо място в света. Най-висок връх на континента е в масива Винсент – 4892 метра, а в близост до този масив е и

¹ Борислав Александров, доц. д-р, кат. „Геодезия и геоинформатика“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: alekb_fgs@uacg.bg

² Юри Цановски, доц. д-р, кат. „Висша геодезия“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: tzanovski_fgs@uacg.bg

най-голямата депресия на континента – падината Бентли с дълбочина 2555 метра под морското ниво, запълнена с лед.

Западна Антарктида, където е и местоположението на Българската антарктическа база (БАБ), включва Антарктическият полуостров – най-големия на континента със силно нарязана брегова ивица и множество острови, един от които е остров Ливингстън от архипелага Южни Шетландски острови.



Фиг. 1. О-в Ливингстън и Южношетландските острови

Българската полярна база „Св. Климент Охридски“ е разположена на $62^{\circ}38'29''$ ю.ш. и $60^{\circ}21'53''$ з.д. на полуостров Хърд (фиг. 2). На нея ежегодно се извършват изследвания в областта на геологията, сеизмологията, геоморфологията, екологията, биологията и други научни направления с участието на български и чуждестранни учени.



Фиг. 2. Спътникова снимка на остров Ливингстън и района на БАБ

Ливингстън, със своите 974 km^2 , е втори по големина остров в архипелага след Кинг Джордж. Дължината му е 73 km, а ширината е променлива – от 5 до 34 km. Бреговата линия на острова е добре разчленена, с по-значими заливи: Южния залив, Лъжливия залив, полуостровите Хърд с дължина 10 km, Рожен – 9 km и др.

Геодезическите дейности бележат своето начало през 1998/99 год. с включването на геодезист от УАСГ в **Седмата** Антарктическа експедиция. Картографирани са над 700 да открити от сняг и лед скални пасажи, а през 2000/01 год., в **Деветата** експедиция са извършени GPS измервания за геоложко картиране и е изследвана вертикалната рефракция в района на БАБ.

По време на **Осемнадесетата** експедиция (2009/10 год.) се насочиха усилия и за изучаване на дъното и неговия релеф в Южния залив. Беше сформирани геодезически

екип от УАСГ за създаване на водомерна лата и извършване на хидрографска снимка на залива, с изработване на цифров модел на дъното. Пет години по-късно, през 2015/16 година, в **Двадесет и четвъртата** експедиция отново бяха включени геодезисти от УАСГ с комплексната задача за създаване на едромасщабна топографска карта на района на БАБ, както и хидрографско заснемане на акваторията. За първи път геодезистите използват безпилотен летателен апарат (дрон), както и съвременна хидрографска система за заснемане на дъното.

2. Български антарктически институт – БАИ

Република България е член на Антарктическият договор от 1978 г., пълноправен член на Съвета на мениджърите на национални антарктически програми (COMNAP) от 1994 г., на Научния комитет за изследване на Антарктика (SCAR) от 1995 г., а от 1998 г. е член на Европейския полярен борд. Българската полярна дейност в Антарктика започва през 1967 – 1969 г., когато двама български метеоролози участват в Съветски антарктически експедиции. В полярния летен сезон на 1987 – 1988 г. шестима български учени участват в съвместни проекти с Британската антарктическа служба и Съветския институт за изследване на Арктика и Антарктика. Тази българска програма е насочена към осъществяване на планировка и организация на логистика в Антарктика.

През 1988 г. са положени основите на Българската антарктическа база (БАБ). През 1993 г. съоръженията са обновени и с указ на Президента Желю Желев е наименувана на Св. Климент Охридски. Нова многофункционална сграда е построена през 1996 – 1998 г., а от 1995 г. на Базата работи пощенски клон 1090 на Български пощи. През 2003 г. е построен параклисът „Св. Йоан Рилски“, който е първата православна постройка в Антарктида. През сезона 2008 – 2009 г. са построени две нови сгради със спални помещения, медицински кабинет и научни лаборатории (геоложка и биоложка). Днес Българската антарктическа база „Св. Климент Охридски“ има капацитет да приеме 25 души при нормални условия за работа. В периода 1993 – 2017 г. България организира и провежда 25 успешни Антарктически кампании.

Българският антарктически институт е Национален оператор на българските дейности в Антарктида. БАИ е организатор на Антарктическите експедиции и поддържа Българската антарктическа база „Св. Климент Охридски“ на о-в Ливингстън, Южношотландски о-ви. Националната антарктическа програма е финансирана от Министерството на образованието и науката и частично от Министерството на околната среда и водите. Антарктическите дейности на България са под егидата на Президента на Републиката.

Основните научни приоритети са насочени към науки за Земята – геология, геофизика, геодезия, картография, физика, глациология, метеорология, зообиология, ботаника, екология и медицина.

Ръководител на Българския антарктически институт е проф. д-р Хр. Пимпирев.

3. Първи стъпки на българските геодезисти на ледения континент

3.1. Седма българска антарктическа експедиция (1998 – 1999 г.)

Началото на българското геодезическо присъствие на Белия континент се поставя със Седмата българска антарктическа експедиция през 1998 година, когато на 1 декември от борда на испанския военен кораб „Хесперидес“ на българския бряг на остров Ли-

вингстън дебаркират първите български геодезисти – *инж. Борислав Александров* от УАСГ и *инж. Димитър Димитров* от БАН.



инж. Борислав Александров

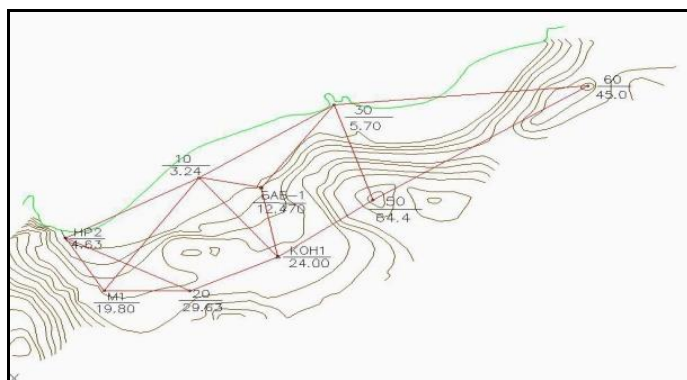


инж. Димитър Димитров

Фиг. 3. Първите български геодезисти, стъпили на остров Ливингстън

Набелязаната задача за геодезическия екип е да се картографира в детайли терена около БАБ, доколкото позволява натрупаният сняг и леденото покритие. Инструменталната ни екипировка включва теодолит-тахиметър Dahnla 010, който осигурява точност до 10 – 20 см при измерване на разстояния и 20 – 50^{cc} в ъгловите измервания, като същевременно и за двете измервания не се налага използване на батерии. Тук се явява технически проблем – необходимостта от използване на специална тахиметрична лата, която от една страна е тежка за работа, предвид усложнената екипировка, а от друга непрекъснатия вятър.

При извършване на геодезическите измервания в скалните пасажи на остров Ливингстън се налага задължително екипировката да включва алпийски седалки, обвръзки с въжета, тежки обувки и много често алпийски котки към тях, пикел. Често преминаването от точка до точка става с помощта на ски или моторна шейна. Когато се работи с нея в разгънат вид, вятърът почти не позволява задържането ѝ в неподвижно положение. Тези съображения довеждат до включване в окомплектоването на електронна далекомерна приставка АЕМ-1200.



Фиг. 4. Работна геодезическа основа в района на БАБ

Беше развита и стабилизирана работна геодезическа основа във вид на мрежа, проектирана като самостоятелна, тъй като там на този етап няма каквато и да е мрежа от по-висок клас. Страните в мрежата са между 109 и 428 метра. Проектирането се извърши

с помощта на единствената налична топографска карта в мащаб 1:25 000, издадена през 1991 от Formada por el Servicio geografico del Ejercito, Madrid. В мрежата се предвиди измерването на всички страни чрез светлодалекомер, съобразно с най-благоприятните условия на измерване. Мрежата е изградена от 9 точки, между които са измерени общо 15 страни, а средната им дължина е 230 метра. Най-ниската точка е с височина 3,24 m, а най-високата – 64,40 m. Точката БАБ-1, непосредствено пред Българската база, е с кота 12,47 m. Височинно мрежата е привързана към определената през 1997 година с GPS наблюдения точка КОН-1, с елипсоидна височина 24,00 m.

От първите класически геодезически дейности на о-в Ливингстън се направиха някои изводи и препоръки, оказали се много полезни при следващите експедиции с участие на геодезисти.

Особеност при работата в полярни условия е разпознаването на местата на точките. За разлика от общоизвестната практика, тук проблемите са от много различно както техническо, така и организационно естество. За избора на местата на всички точки се налагаше организирането на няколкочленен екип, оборудван с моторна шейна и пълна алпийска екипировка, тъй като неизвестността на терена крие всевъзможни опасности. Придвижването по ледения терен може да се извършва само със ски и шейни, и то с алпийска осигуровка от по двама души. При пълния обход на района се включваха и полеви асистенти, които да осигурят видимостта между новопроектираните точки, като всичко се организираще при добри и потенциално устойчиви метеорологични условия. В табл. 1 са представени местата и начините на стабилизиране на точките от геодезическата мрежа:

Таблица 1. Местоположение и стабилизиране на точките от РГО

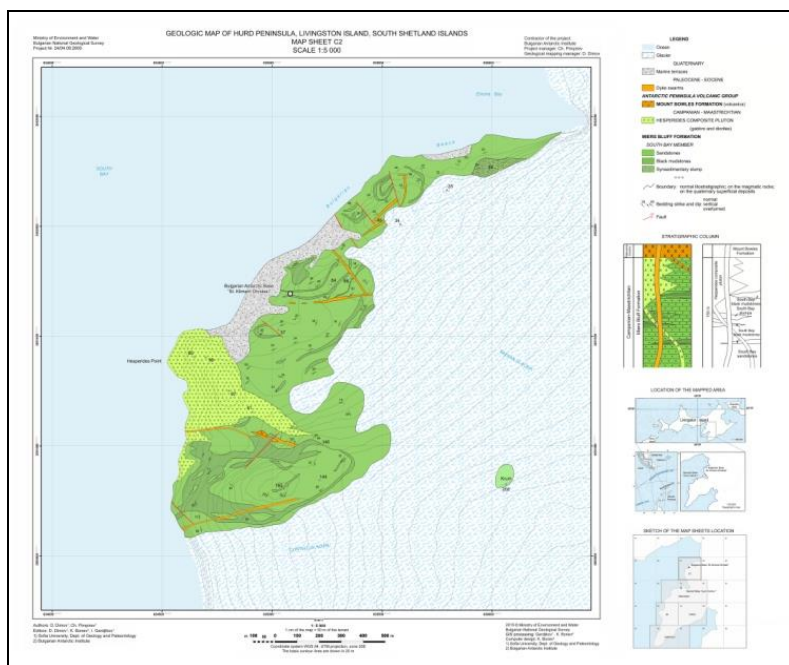
№	Име	Стабилизиране	Забележка
1	HP-2	Метален болт в скала	
2	M-1	Метална тръба Ø20	Магнитометрична
3	M-2	Метална тръба Ø20	Магнитометрична
4	КОН1	Месингов болт	GPS точка
5	10	Метална тръба Ø20	
6	20	Метална тръба Ø20	
7	30	Метален пирон	
8	50	Метален пирон	
9	60	Метална тръба Ø20	
10	БАБ-1	Прорязана в скала	Пред БАБ

Стабилизирането на точките показва разлика спрямо общоприетите. Причините са както от самите условия, така и от възможностите за използване на материали и инструменти. За разлика от геодезическите точки, стабилизиращи в урбанизираните територии, които са подложени на определен риск от унищожаване, в полярните условия точките трябва да могат да устоят единствено на суровите метеорологични условия. При такива условия, освен районът на БАБ, бяха картографирани в мащаб 1:2 000 скалното ребро Серо Мирадор – около 120 da, разкритата от лед част на Пико Напие и част от планинския масив Пико Мурес – също около 120 da, с най-висок връх 407 m, с подчертан алпийски характер.

3.2. Девета българска антарктическа експедиция (2000 – 2001 г.)

Две години след началото на организирани геодезически дейности в Антарктика отново беше включен представител на УАСГ – *инж. Борислав Александров*, асистент в Геодезическия факултет. Любопитен факт за тази експедиция е уникалният и досега неповторен начин на достигането до българската база – на борда на ветроходната яхта „Golden fleece”, като част от интернационален екипаж, съдействащ на National Geographic.

Този път геодезическата практика ще бъде от полза за геоложките изследвания на острова. При създаването на подробната геоложка карта (фиг. 5) на района за първи път беше използван GPS, за да бъдат локализирани и описани геоложките детайли, профилиране на скалните участъци и нанасяне върху съществуваща средномасщабна испанска карта.



Фиг. 5. Геоложка карта на района на БАБ

Като част от геодезическите дейности беше направено и изследване на вертикалната рефракция в района. За целта беше използван теодолит триангулатор ТНЕО 010В с директна точност на отчитане $2''$. Избрани бяха за наблюдение 4 точки, достатъчно ясни и на различаващи се разстояния от наблюдателната точка, с визури над различни профили на терена.

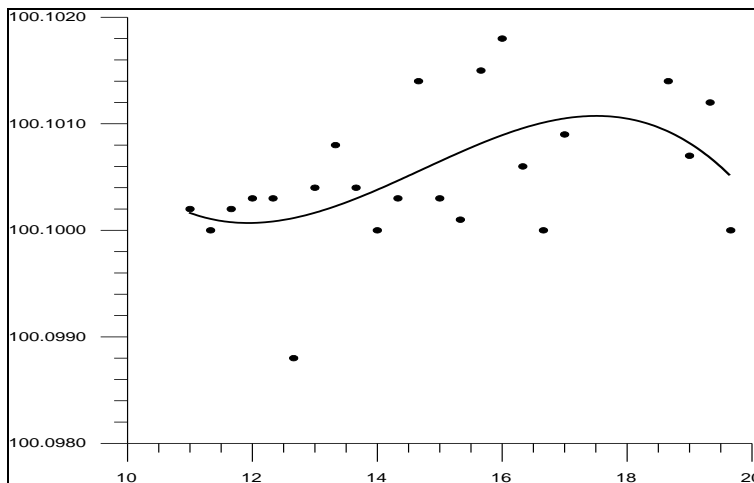
Точка RF1 е скала от съседния остров Сноу, намиращ се на около 40 километра югозападно от БАБ. Визурата преминава по цялата си дължина над водите на Южния океан и незначителна част над ледена повърхност. Втората точка, RF2 е скала на острова в южна посока, като визурата е изцяло над ледена повърхност, като на някои места има пренебрежимо малки скални разкрития. Точка RF3 е върху скалното разкритие, северно от БАБ на разстояние около 3 km. Визирната линия преминава изцяло над водната повърхност на Южния залив. Точката е открита от ледено покритие през втората част на

сезона, когато се активизира ледопада и се оголват големи скални участъци. И четвъртата точка RF4 е на разстояние около 350 метра югозападно от БАБ, а визурата преминава над изцяло открит от снежна покривка терен. Избрана е в района на акостиране на лодките, където има твърдо стабилизиран метален болт. В началото на експедиционния сезон точката е под ледена покривка, но скоро след това остава изцяло открита до края на престоя на експедицията ни. По този начин се извърши наблюдение както на различни по дължина визури, така и на различна постилаща повърхност: лед, скали и вода.

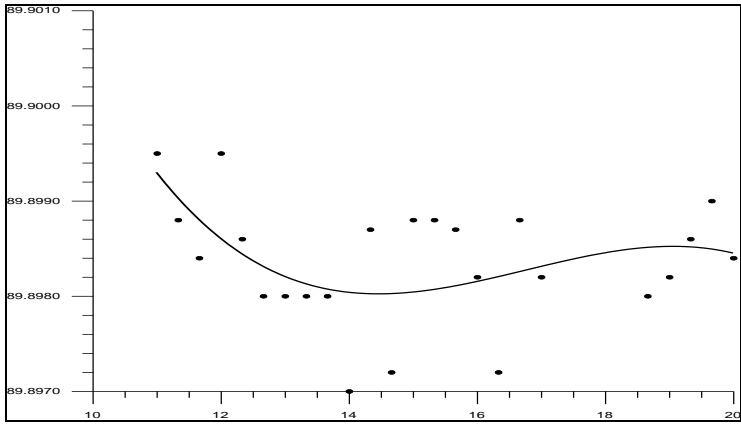
Таблица 2. Описание на наблюдаваните за изследване на вертикална рефракция точки

Име на точката	Разстояние от базовата (km)	Тип повърхност под визурата	Забележка
RF1	40	Лед и водна повърхност	Острова
RF2	2	Ледена повърхност	Скалата
RF3	3	Водна повърхност	Залива
RF4	0,350	Открити скали	Пристанището

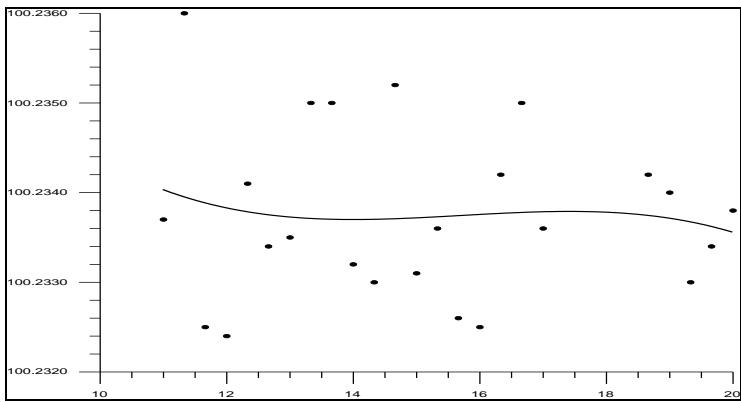
Извършени бяха измервания по вертикалния кръг на теодолита през 20 минути, като едновременно с това се записваха температура и атмосферно налягане. Така се направиха 24 отчета в периода от 11 часа до 20 часа в един ден, след което промяната на времето не позволи повече измервания. За да бъде получен продължителен ред от данни, е необходимо стабилно време с добра видимост, както и намаляване на вятъра, все неща, които са много голяма рядкост за повече от едно денонощие. Именно по тази причина от изнесените данни не може да се направи сигурно заключение за поведението на вертикалната рефракция, но може да се добие обща представа и сравнение с измерванията у нас. Получените резултати са оформени в графичен вид за по-голяма нагледност.



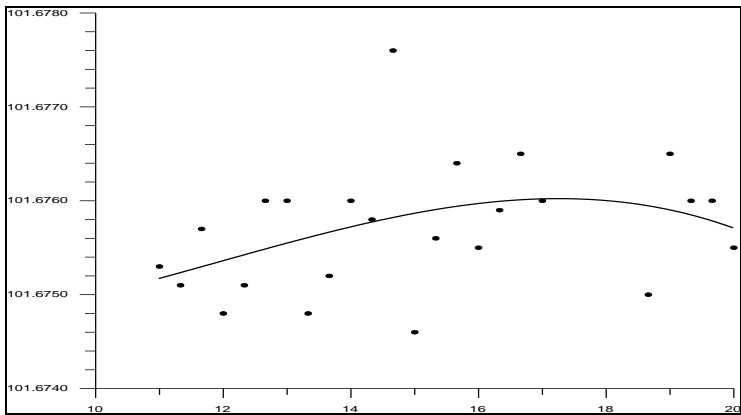
Фиг. 6. Връзка между зенитния ъгъл и часа на деня за точка RF1 за визура, преминаваща над лед и водна повърхност



Фиг. 7. Връзка между зенитния ъгъл и часа на деня за точка RF2 за визура, преминаваща изцяло над ледена повърхност



Фиг. 8. Връзка между зенитния ъгъл и часа на деня за точка RF3 за визура, преминаваща изцяло над водна повърхност



Фиг. 9. Връзка между зенитния ъгъл и часа на деня за точка RF4 за визура, преминаваща изцяло над скали и открита от лед повърхност

Въпреки сравнително стабилната атмосфера с настъпването на „вечерта“ видимостта рязко се влоши и избраните точки станаха или напълно невидими, или с неясни очертания. От графиките за дневния ход на атмосферното налягане и температурата може да се добие представа, че измерванията на вертикалните ъгли са направени в ден със сравнително стабилна атмосфера, с промяна на налягането с 4 милибара за повече от 10 часа и температура, показваща характерен за сезона ход – леко повишаване с около 3 градуса в обедните часове. Представително и за двата атмосферни параметъра е, че промените са плавни, без динамични скокове.

От **анализа** на съпоставените графики се направиха следните изводи.

1. Изменението на зенитния ъгъл във времето показва, че визурите над водна повърхност и открити скали са с по-голяма плавност и малко изменение. Промяната в зенитния ъгъл над водната повърхност е само 4° за 10 часа, и то с тенденция само на спадане, а над скалите, макар и пак 4° , се забелязва тенденция на нарастване на ъгъла в следобедните часове, последвано от връщане към началната стойност. Обяснение за това може да се даде с еднородност на средата, ката имаме предвид, че водната среда е поинертна при нагряване от слънцето и е нормално да покаже по-малка динамика в сравнение със скалната повърхност. Такова следва да е обяснението и за останалите две графики за ледено-водна и ледена повърхност, а именно нееднородност на постилащата повърхност по продължение на визурата, особено при разстояние от 40 километра. Въпреки констатираните разлики в поведението на зенитния ъгъл според дължината на визурата и повърхността под нея, може да се каже, че се забелязва един период със сравнително равномерна и еднопосочна промяна на ъгъла – от 14 до 17 часа местно време. Сравнено с измерванията в нашите ширини, където се предполагат най-точни измервания на зенитни ъгли в предиобедните и следобедните часове, на остров Ливингстън този период се явява изместен повече към края на деня, което е свързано и с по-голямата му дължина в тези ширини. Може да се каже, че следобедният период се оказва по-подходящ за измерване на зенитни ъгли, независимо от дължината на визурите и постилащата повърхност.

2. Относно зависимостта на зенитния ъгъл от промяната на атмосферното налягане се забелязва аналогия с казаното вече в първия извод – по-голяма стабилност показва зенитният ъгъл спрямо налягането по визурите над океана и скалите. Промените са между 3° и 6° за 4 mBar, но с различна посока. И тук над ледената и ледено-водната повърхност се наблюдават по-големи изменения на зенитния ъгъл. Най-голяма промяна показва втората графика, за ледена повърхност – 15° за 2 mBar. Малки промени в атмосферното налягане оказват влияние повече на визури над ледена повърхност, като тенденцията е нарастване на ъгъла с увеличаване на налягането.

3. Зависимостта на зенитния ъгъл от температурата показва най-голяма стабилност при визурата над океанската повърхност – ъгълът е почти без промяна с нарастване на температурата, с около 3° за 3°C . Най-големи изменения се наблюдават при визурата, преминаваща над лед и водна повърхност – 16° за нарастване на температурата с 3°C . Обяснението идва отново от нееднородността на постилащата повърхност, в случая комбинация между лед и вода. Освен това разстоянието при нея е най-голямо – 40 km. Разгледани във функция от разстоянието, най-динамични са промените при най-дългата визура – около 5° нарастване за 1°C повишение на температурата. С намаляване на разстоянието, при визури под 3 km колебанията в зенитния ъгъл са от порядъка на $1 - 2^{\circ}$ за 1°C промяна на температурата. Колебанията на температурата влияят най-много на визурите над нееднородна повърхност, която заедно с отдалечението оказва най-голямо въздействие върху измерените зенитни ъгли въобще. Това следва да се има предвид при измервания над такива повърхности, а при възможност е по-добре те да бъдат избягвани.

3.3. Осемнадесета българска антарктическа експедиция (2009 – 2010 г.)

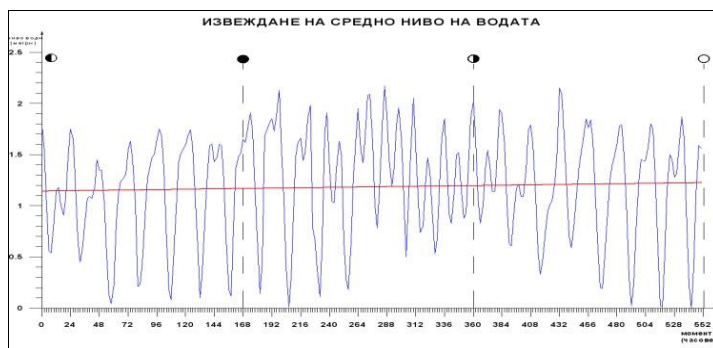
През ноември 2009 година стартира осемнадесетата българска антарктическа експедиция. В нея бяха включени отново двама геодезисти от УАСГ – *гл. ас. инж. Борислав Александров и ст. ас. инж. Юри Цановски*. Основна цел на изпълнявания през този сезон проект беше да се осъществи за първи път хидрографно заснемане на част от Южния залив, и по-специално акваторията пред БАБ, където пристават лодките с експедиционния багаж. Планираните от две години дейности по проекта изискваха сериозна подготовка преди и по време на самата работа, а също така и обработка на голямо количество данни впоследствие.

Съществен момент от участието на двамата геодезисти от УАСГ е монтирането на вимпел с логото на УАСГ на стената на БАБ.



Фиг. 10. Юри Цановски и Борислав Александров с логото на УАСГ

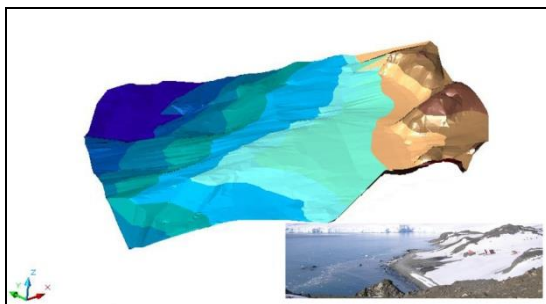
За коректното представяне на резултатите от заснемането трябваше преди всичко да се осигури надежден начин за проследяване на колебанията на морското ниво. В района на остров Ливингстън нямаше изграден никакъв водомерен пост, от който да се получават сведения за нивото през няколко часа. Така се стигна до монтаж на опростен вариант на водомерна лата, подходящо закрепена във вертикална скала, на сравнително тихо място в залива. Латата се привързва геодезически към изградената мрежа, в резултат на което данните могат да се обвързват височинно и коректно със сушата. В продължение на три седмици се записваха отчети на нивото през около 2 часа, от които се изведе графика на колебанията му.



Фиг. 11. Извеждане на средно морско ниво

Хидрографската снимка в акваторията пред Българската антарктическа база беше извършена с хидрографен комплекс Garmin GPSMap 521, собственост на геодезическия екип. Бяха записани 4191 точки, като времетраенето на снимката беше около 2 часа и половина, изминатият път на лодката – 15,7 km със средна скорост 7 km/h. Общо заснетата водна площ е около 1,5 km². По аналогичен начин беше направена и хидрографна снимка на акваторията пред испанската полярна база „Хуан Карлос I“, резултатите от която да бъдат в помощ на испанските ни колеги. В тази снимка са регистрирани 3258 и също беше изготвен цифров пространствен модел на дъното.

Цифровите модели на сушата и на водната среда са съвместени в средата на GIS AutoCAD Land Desktop, като на фиг. 12 е показан 3d модел с вложена снимка на района на заснемане.



Фиг. 12. Съвместен цифров модел в района на БАБ

Осъществяването на пилотна хидрографска снимка в акваторията на БАБ на остров Ливингстън постави началото на нова и обширна научна и научно-приложна насока в геодезическите дейности. Използването на съвременен метод за изследване на дъното на морски акватории, извършван на базата на синхронизирана ехолотна и сателитна части, доведе както до бързо и оперативно получаване на информация за подводния релеф в залива, така и до постигане на напълно задоволителна точност в планово и дълбочинно отношение. От особена важност при работата в полярни условия е експедитивността на екипите, предвид кратките периоди за относително спокойна работа в Южния океан. Извършените дейности дадоха по-ясна представа относно възможностите за използване на хидроакустична техника в полузаледените полярни води. Температурният диапазон, заложен в отделните компоненти на системата, се потвърди в безотказното функциониране на сондата, антената и монитора.

На базата на информативните дълбочини беше създаден цифровият модел на дъното на акваторията пред БАБ, което позволява използването му както за по-ясен подход при дебаркирането на лодките на брега, така и за обозначаване на **безопасни морски пътища и котвени стоянки** за големи кораби. Беше определено и мястото на безопасната за плаване зона, ограничена от 20-метровата изобата.

3.4. Двадесет и четвърта българска антарктическа експедиция (2015 – 2016 г.)

През декември 2015 година, по време на двадесет и четвъртата българска експедиция, за Антарктика за първи път заминават едновременно четирима български геодезисти, двама от които са от Геодезическия факултет на УАСГ – **доц. д-р инж. Борислав Александров** и **гл. ас. д-р инж. Юри Цановски**. Има и двама офицери от Военно-гео-

графската служба при МО – полк. инж. Петър Данчев и кап. д-р инж. Георги Михайлов. Екипът е изпълнител на крупен геодезически проект за създаване на цифрова едромасабна топографска карта за района на БАБ, по поръчка на АГКК. За първи път в експедициите се включва толкова мощна геодезическа група, и с такава комплексна задача. В планираните дейности беше предвидено използването на три двучестотни ГНСС приемника, безпилотен летателен апарат и хидрографен комплекс за повторно хидрографско заснемане на част от дъното на Южния залив.



Фиг. 13.

Доц. д-р инж. Б. Александров

Гл. ас. д-р инж. Ю. Цановски

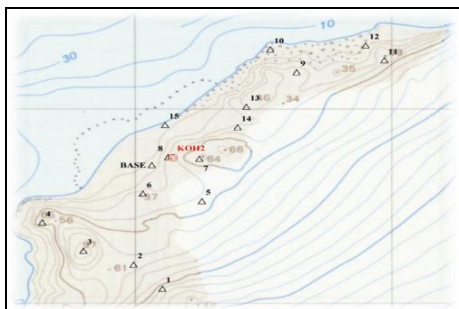
Районът, обект на заснемане, обхваща откритите от сняг и лед скални участъци в района на българската база, цялостната инфраструктура, състояща се от жилищни сгради, специализирани складови и технически конструкции и други обслужващи постройки. Площта му е приблизително сто декара, а на скалните и откритите от лед участъци многократно по-голяма. За осъществяването на задачите се извършиха много и различни технологични дейности, като началото постави проучването на терена в околностите за създаване на работна геодезическа основа. В началото на престоа беше изградена нова основна геодезическа точка КОН-2, като стълб с принудително центриране – фиг. 14.



Фиг. 14. Геодезическа точка КОН-2

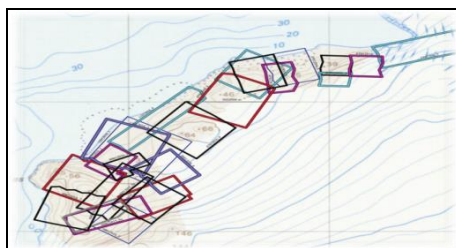
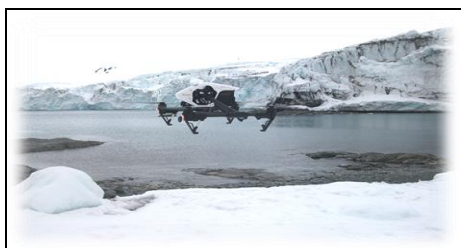
С цел реализиране и поддържане на Международната земна координатна система ITRS за о-в Ливингстън, по време на експедицията точката КОН-2 функционира като перманентна станция, оборудвана с геодезически ГНСС приемник Trimble R10. В обработката на измерванията за определяне на координатите бяха включени наблюдения от десет перманентни станции в Антарктида и Южна Америка.

Следващият етап от работата беше стабилизиране, измерване и обработка на геодезическата мрежа. В околностите на Българската база се изгради геодезическа мрежа от 15 точки, със средно разстояние между тях – 300 метра. Точките са стабилизираны без подземен център, чрез фиксиране в здрави скали на анкерни болтове за принудително центриране.



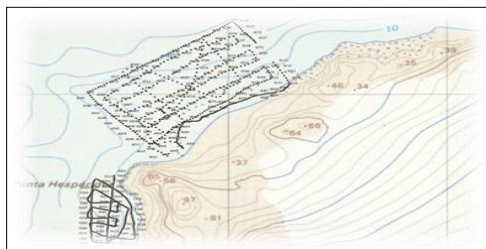
Фиг. 15. Геодезическа мрежа в района на БАБ

Съществен момент в геодезическите дейности на тази експедиция беше използването на безпилотен летателен апарат за първи път с геодезическо приложение – DJI-Inspire 3. Бяха извършени общо 69 полета, от които са заснети 9500 цветни цифрови изображения, на площ от 1 700 da. Обикновено височината на полета беше в рамките на 60 – 90 метра над повърхността.



Фиг. 16. DJI-Inspire 1 и обхват на заснетата територия

За втори път беше направена и хидрографска снимка на акваторията пред Българската база. Използваната апаратура беше хидрографен комплекс GPSMAP 7407xsv и антена GT51M-TM на фирмата GARMIN.



Фиг. 17. Обхват на хидрографните промери

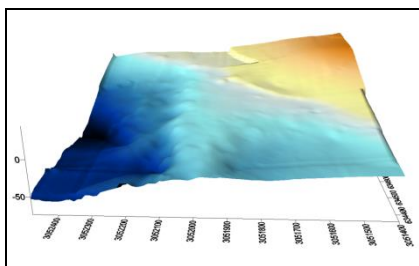
Бяха осъществени два промера, в две различни части на акваторията – на 25 декември 2015 и на 13 януари 2016 година, в зависимост от метеорологичните условия и графика за ползване на лодката. Първата снимка покри акватория от половин квадратен километър. Изминати бяха 11 km по предварително проектираните галсове, като бяха записани 3650 точки от дъното, с интервал от 1 секунда. При втората снимка бяха заснети 670 точки с интервал на запис 5 секунди с площ 80 да.

Поради невъзможност лодката да се приближи близо до брега се образува незаснета зона между контролния галс на лодката в дълбочина и бреговата линия. Това беше попълнено с помощта на ГНСС в кинематичен режим като класическа геодезическа снимка. Информацията за дънния релеф в непосредствена близост до брега е най-необходима заради приставането на лодките с експедиционния багаж. Беше определен моментът на максимален отлив и с ГНСС антената, монтирана на шок се определиха достатъчен брой подробни точки, които да допълнят празната ивица. Този начин на заснемане в условията на Антарктика е много рисков, тъй като се работи дълго време в ледената вода, а същевременно дъното е твърде каменисто и хлъзгаво.



Фиг. 18. Заснемане в кинематичен режим

На базата на получените и обработените резултати от измерванията беше направен отново цифров модел на дъното на акваторията, както и допълнителни анализи, включващи определянето на зоната на безопасно преминаване и котвени стоянки на плавателни съдове, а също така и разпределение на дълбочините и наличие на евентуални опасности по океанското дъно.



Фиг. 19. 3D модел на заснетото дъно

След приключване на експедицията и окончателната обработка на всички геодезически измервания на сушата и в океана, беше изработена топографска карта в два листа на околностите и акваторията на Българската антарктическа база в М 1: 2 000.

Картата е регистрирана в Националната агенция за ISBN, като са ѝ присвоени номера (кодове) ISBN 978-619-90701-0-9 за лист 1 и ISBN 978-619-90701-1-6 за лист 2.

Благодарности

Изказваме благодарности на Българския антарктически институт и на всички колеги и приятели, с които многократно сме работили заедно в Антарктика, за отлично свършената работа, подкрепата и екипността, помагала ни винаги да се връщаме от там.

THE BULGARIAN ANTARCTIC MISSION AND THE CONTRIBUTION OF UACEG TO IT

B. Alexandrov¹, Y. Tzanovski²

Keywords: Antarctica, geodetic activities, hydrography

ABSTRACT

The Bulgarian Antarctic Program has been working successfully for more than 25 years and is a subject of proven international recognition. Six geodesists have worked there; two of them have graduated from UACEG and have been long-time lecturers at it.

The paper reflects the difficulties and features of geodetic and hydrographic works in the polar conditions of Antarctica which the authors themselves have encountered during their expeditions over the years. The first participation of a UACEG lecturer was in 1998 at the beginning of the Antarctic program and the fourth in 2016. To accomplish the tasks, two-frequency geodetic GNSS receivers, GPS navigators, drone, hydroacoustic equipment, optomechanical theodolites, and a total station – depending on the concrete projects and the year of their implementation, are used.

The results of the digital modeling of the relief in the area of the Bulgarian Antarctic Base (BAR), part of the aquatory of the South Bay, as well as some geodetic studies carried out for research purposes are presented.

¹ Borislav Alexandrov, Assos. Prof. Dr. Eng., Dept. “Geodesy and Geoinformatics”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: alekb_fgs@uacg.bg

² Yuri Tzanovski, Assos. Prof. Dr. Eng., Dept. “Geodesy”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: tzanovski_fgs@uacd.bg