

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ**  
**ЦЕНТРАЛНА ЛАБОРАТОРИЯ ПО ВИСША ГЕОДЕЗИЯ**

**О Т Ч Е Т**

**за научно-изследователската дейност  
на ЦЛВГ за 2009 година  
(пълнен отчет)**

**Януари 2010  
София**

**Зам. директор и научен секретар:**  
**/ст. н.с. д-р Ив. Георгиев/**

**Директор:**  
**/ст. н.с. д-р Д. Димитров/**

## **СЪДЪРЖАНИЕ**

1. **ПРОБЛЕМАТИКА НА ЦЕНТРАЛНАТА ЛАБОРАТОРИЯ ПО ВИСША ГЕОДЕЗИЯ**
  - 1.1. **ВРЪЗКА НА НАУЧНАТА ПРОБЛЕМАТИКА НА ЦЛВГ СЪС СТРАТЕГИЧЕСКИТЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ПРИОРИТЕТИ НА БАН ЗА ПЕРИОДА 2009 - 2013 ГОДИНА**
  - 1.2. **ОБЩОНАЦИОНАЛНИ И ОПЕРАТИВНИ ДЕЙНОСТИ, ОБСЛУЖВАЩИ ДЪРЖАВАТА**
  - 1.3. **ВРЪЗКА НА НАУЧНАТА ПРОБЛЕМАТИКА НА ЦЛВГ С НАЦИОНАЛНИТЕ И МЕЖДУНАРОДНИТЕ ПРИОРИТЕТИ**
  - 1.4. **АКЦЕНТИ ОТ МЕЖДУНАРОДНАТА И ОБЩОНАЦИОНАЛНАТА ДЕЙНОСТИ НА ЦЛВГ БАН**
2. **РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2009 ГОДИНА**
  - 2.1. **НАУЧНИ ПОСТИЖЕНИЯ**
  - 2.2. **НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПОСТИЖЕНИЯ**
  - 2.3. **НАУЧНИ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПОСТИЖЕНИЯ ОТ МЕЖДУНАРОДНОТО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ЦЛВГ**
3. **МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ЦЛВГ**
4. **УЧАСТИЕ НА ЦЛВГ В ПОДГОТОВКА НА СПЕЦИАЛИСТИ: ФОРМИ. СЪТРУДНИЧЕСТВО С УЧЕБНИ ЗАВЕДЕНИЯ.**
5. **СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ЦЛВГ**
6. **КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ЦЛВГ ЗА 2009 ГОДИНА**
7. **ИЗДАТЕЛСКА И ИНФОРМАЦИОННА ДЕЙНОСТ**
8. **ДРУГИ, СПЕЦИФИЧНИ ЗА ЦЛВГ НАУЧНИ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ДЕЙНОСТИ**
  - 8.1. **ДЕЙНОСТ НА ГЕОДЕЗИЧЕСКАТА ОБСЕРВАТОРИЯ “ПЛАНА”**
  - 8.2. **ГЕОДЕЗИЧЕСКАТА ОБСЕРВАТОРИЯ “ПЛАНА” – КОМПЛЕКСЕН ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ЦЕНТЪР ЗА НАУКИТЕ ЗА ЗЕМЯТА И АСТРОНОМИЯ**

9. **ОРГАНИЗИРАНИ ПРЕЗ 2009 ГОДИНА МЕЖДУНАРОДНИ МЕРОПРИЯТИЯ**

10. **СПИСЪК С ДОГОВОРИТЕ НА ЦЛВГ С УНИВЕРСИТЕТИ В БЪЛГАРИЯ**

**10.1. Договор за сътрудничество между** Геодезическия факултет на Университета по архитектура, строителство и геодезия и Централна лаборатория по висша геодезия при Българска академия на науките.

**10.2. Договор за сътрудничество между** Централната лаборатория по висша геодезия при БАН и СУ “св. Климент Охридски” – катедра “Астрономия” при Физическия факултет

**10.3. Договор за сътрудничество между** Централната лаборатория по висша геодезия и Лесотехнически университет, София

**10.4. Договор за сътрудничество между** Централната лаборатория по висша геодезия и Минногеоложкия университет

## СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯТА

БД	База Данни
ВТС	Военно-топографска служба към МО
ГАО	Главна астрономическа обсерватория, Киев, Украйна
ГО	Геодезическа обсерватория
ИСЗ	Изкуствен спътник на Земята
МНМК	Метод на най-малките квадрати
МОН	Министерство на образованието и науката
МСРЗ	Международна служба за ротация на Земята
НГМ	Национална геодезическа мрежа
ПВЗ	Параметри на въртене на Земята
ПОЗ	Параметри на ориентация на Земята
УАСГ	Университет за архитектура, строителство и геодезия
ЦЛВГ	Централна лаборатория по висша геодезия
CEI	Central European Initiative
CERGOP	Central European Regional Geodynamic Project
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, France
<i>EUPOS</i> <sup>®</sup>	European Position Determination System
EUREF	EUropean REference Frame
EUVN	European Vertical Network
GPS	Global Positioning System
IGS	International GPS Geodynamic Service
IERS	International Earth Rotation Service
ILRS	International Laser Ranging Service
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
LAGEOS	LAser GEOdynamical Satellite
PRN	Pseudo-Random Noise
SAPOS	Satellite Position Determination System
UNIGRACE	UNIfication of the GRAvimetric systems of the Central and East European countries

## **1. Проблематика на Централната лаборатория по висша геодезия**

### **1.1 Връзка на научната проблематика на ЦЛВГ със “Стратегическите направления и приоритети на БАН за периода 2009 – 2013 година”**

Проблематиката на Централната лаборатория по висша геодезия има пряка връзка с Програми 1.5 „Информационно, експертно и оперативно обслужване на българската държава и общество”, и 2.2: “Изучаване на климата, Земята и Космоса”.

В Лабораторията се работи активно по различни аспекти, свързани с интегрирането на българската координатна система към европейската координатна ETRS89 (European Terrestrial Reference System 89) и Европейската височинна система EVRS (European Vertical Reference System), както и по унифициране гравиметричните системи на страните от Централна и Източна Европа. През годините 2006 - 2009 Република България, чрез новата Държавна GPS мрежа, бе включена към Европейското координатно пространство с прякото участие на ЦЛВГ.

Приоритетите на висшата геодезия, имаща за обект на изследване Земята като планета и нейните физически полета, съвпадат напълно с Програма 2.2. в изучаването на Земята и промените в климата. Участието на ЦЛВГ в изследването на глобалните промени и промените на климата с методите на спътниковата геодезия е традиционно. Изследванията на литосферата и свързаните с нея рискови процеси са също дългогодишен приоритет на ЦЛВГ.

### **1.2 Общонационални и оперативни дейности обслужващи българската държава**

Оперативната научно-изследователска дейност на Централната лаборатория по висша геодезия при БАН е съсредоточена в следните три основни направления:

#### **1.2.1 ЦЛВГ е Център за обработка и анализ на GPS (Global Positioning System) измервания за прецизни приложения в национален мащаб.**

Основната дейност на Центъра за анализ е свързана с новата Държавна GPS мрежа на Република България. Тя бе създадена в изпълнение ПМС 140/04.06.2001 г. и служи за радикално обновяване на Държавната геодезическа мрежа на България и привързването ѝ към Европейската координатна система. Отговорностите за изграждането, измерванията, обработката, разпространението на резултатите и поддържането на Държавната GPS мрежа са регулирани с ПМС – ДВ бр.1/06.01.2005 г. и Закона за геодезията и картографията ДВ бр.29, 07. 04. 2006 г

Измерванията на Държавната GPS мрежа са осъществени през 2004/2005 година от екипи на Военногеографската служба на Българската армия, а обработката, анализът на измерванията и получаването на окончателните координати на точките от Държавната мрежа е извършено в Централната лаборатория по висша геодезия при БАН през 2005/2006 година.

Центърът за анализ на ЦЛВГ играе основна роля за обработка и анализ на измервания при поддържането на Държавната GPS мрежа. През 2009 година

бе извършена обработка и анализ на GPS измервания за поддръжка и подновяване на разрушени и впоследствие възстановени точки от мрежата.

Основни потребители на резултатите са Министерство на отбраната - Военногеографска служба и Министерство на регионалното развитие и благоустройството - Агенция по геодезия, картография и кадастър.

### **1.2.2 Национална перманентна GPS мрежа**

Към момента в Центъра за анализ на ЦЛВГ се получават и обработват данни от 24 перманентни GPS станции разположени на територията на България.

Десет от перманентните станции са изградени в рамките на международни проекти на ЦЛВГ, включително по програмата на НАТО “Наука за мир. Частните компании, поддържащи перманентни станции в България и предлагащи различни GPS услуги предоставят данните си на ЦЛВГ за обработка и контрол, като измерванията могат да се използват за научните изследвания в Лабораторията.

Резултатите от обработката на наблюденията от перманентните GPS станции се използват за контрол и поддържане на Държавната GPS мрежа, геокинематични и геодинамични изследвания и оценка на сеизмичния риск.

### **1.2.3 Оперативна дейност на Геодезическата обсерватория на ЦЛВГ “Плана”**

Оперативна дейност се извършва на Геодезическата обсерватория (ГО) “Плана” от 1983 година.

Към момента на Обсерваторията се провеждат перманентни комплексни измервания и изследвания свързани с всички науки за Земята. Обсерваторията е оборудвана с астрометрична и GPS апаратура. Астрометричните наблюдения от Зенитният телескоп се изпращат оперативно в Службата за движение на полюса в Москва. На ГО “Плана” работят перманентно йоносферна станция (на Геофизичният институт) и автоматична метеорологична станция. Извършват се измервания за мониторинг на слънчевата радиация и околната среда по национални и международни проекти и програми. На Обсерваторията са инсталирани сеизмична и акселерометрична станции, част от националните сеизмична и акселерометрична мрежи на България.

През 2009 година на ГО „Плана” бе инсталиран перманентен GPS приемник, данните от който се предават в реално време в Центъра за анализ на GPS/GNSS измервания на ЦЛВГ.

### **1.3. Връзка на научната проблематика на ЦЛВГ с националните и международни приоритети**

Централната лаборатория по висша геодезия (ЦЛВГ) е изградена и функционира като специализиран научен център по висша геодезия. Тя е основно звено в групата институти на БАН, имащи за обект на изследване Земята като планета и нейните физически полета, и в частност, комплексно изучаване и експертна дейност в областта на геодезията на територията на страната.

Основни научни приоритети на ЦЛВГ са в унисон с европейските и световни приоритети на висшата геодезия. Те са:

- участие в международната научна интеграция за изучаване формата и размерите на Земята като планета, нейната ориентация в пространството и външното ѝ гравитационно поле;
- извършване на фундаментални и приложни научни изследвания по въвеждането, обновяването и използването на националните референтни и координатни системи като част от Европейските и Световни системи с оглед икономическите и социални нужди на страната;
- интегриране на резултатите от геодезическите изследвания с резултатите от другите науки за Земята за изследване на локални, регионални и глобални деформационни процеси и особено тези, свързани с опасни геодинамични явления (земетресения, свлачища и др.);
- разработване на геодезическите аспекти на системи за мониторинг и борба с естествените и техногенни рискове и опазване на околната среда;
- създаване на концепция за национална база данни за геодезическа информация и разработване на методи за нейното поддържане, обновяване и интегриране с други национални и международни геоинформационни системи;
- разработване на технологии, консултантска и експертна дейност за подпомагане на конкурентния и устойчив развитие на обществото;
- подготовка на специалисти по “Обща, висша и приложна геодезия”.

Актуалността на изследванията и особеното място на висшата геодезия, даваща количествена информация за геоявленията, ѝ отреждат важно място сред науките за Земята. Това се потвърждава и от новата структура на Международната асоциация по геодезия (МАГ), с нейните четири комисии, отразяващи тематиката на висшата геодезия: Координатни системи; Гравитационно поле; Ротация на Земята и Геодинамика, и Позициониране и приложения. Под егидата на МАГ функционират редица международни служби, които са от важно значение за международната научна общност: Международно бюро за мерки и теглилки; Международен център за земни приливи; Международна служба за ротация на Земята и координатни системи; Международно гравиметрично бюро; Международна служба за геоида; Международна GPS (Global Positioning System) служба; Международната SLR (Satellite Laser Ranging) служба; Международната VLBI (Very Long Baseline Interferometry) служба; Перманентна служба за средното морско ниво и Глобална система за мониторинг на морското ниво.

#### **1.4. Акценти от международната и общонационалната дейности на ЦЛВГ БАН**

Научните изследвания, извършвани в Лабораторията имат фундаментален и приложен характер, като същевременно са насочени към решаването на приоритетни национални задачи.

Фундаменталните научни и научно-приложни изследвания на ЦЛВГ предполагат широко международно сътрудничество, което Лабораторията се стреми да поддържа и разширява. Разработват се приоритетни международни проекти, решаващи важни за страната проблеми. През 2009 година Лабораторията продължи изграждането на Националната перманентна GPS/GNSS мрежа на територията на България в рамките на международни проекти и със собствени усилия.

Съвместно с Гърция и Румъния се разработва проектът „Мониторинг на деформациите на земната кора в Западна Централна България и Северна Гърция

с Глобалната позиционна система GPS – NemusNET”, финансиран по програма „Наука за мир” на НАТО. Министерството на науката и образованието на Франция финансира съвместен научноизследователски проект – “Изследване на механизмите на деформация на земната кора в България”, в рамките на който двама докторанти на ЦЛВГ разработват докторските си дисертации във Франция. Ползотворно е сътрудничеството на Лабораторията с Астрономическия институт на Чехската академия на науките, с Центъра за космически изследвания на Полската академия на науките и Международната служба за ротация на Земята и координатните системи, Париж.

ЦЛВГ участва в международен колектив за изпълнение на проект “Изграждане на Балканска Геодезическа Система за Наблюдение - научно предизвикателство за Балканските страни (BALGEOS)”, финансиран от Австрийското федерално министерство на науката и изследванията. Проектът е принос към европейската политика за интегриране на югоизточно-европейските страни за развитие на системните наблюдения на Земята чрез разширяване на възможностите за координиране, използване и обмен на геодезическа информация.

Постиженията на ЦЛВГ във фундаменталните изследвания са от съществено значение при решаването на важни национални геодезически задачи - въвеждането на Европейските координатни и височинни системи; получаване на количествена информация за съвременните геодинамични процеси на територията на страната; систематизирането и съхраняването на национална геодезическа информация. ЦЛВГ е основен участник при въвеждането в България на Европейската координатна система и реализирането на новата Държавна геодезическа (GPS) мрежа на Република България.

През 2009 година в Лабораторията научни изследвания по *нет* научно-изследователски проекта на ЦЛВГ бяха финансирани от Национален Фонд “Научни изследвания” (НФНИ) към Министерство на образованието и науката (МОН). Целите на повечето от тези проекти са свързани с решаването на приоритетни национални задачи, например - “Изследване на механизмите на повърхностни деформации на литосферата”, по програма Рила-3, “Система за мониторинг на солното находище в Провадия – път за оценка и намаляване на естествените и технологични рискове” по програмата “Информационно общество”.

През 2009 колектив на ЦЛВГ, изцяло съставен от млади учени и докторанти работи по проект, финансиран от НФНИ на МОН - “Комплексно изследване на съвременната гединамика в района на Крупник-Кресна”, региона на катастрофалното земетресение от 1904 година.

Съвместно с катедра “Ядрена физика” на Софийския университет се разработва проектът “Комплексна станция за мониторинг на слънчевата активност и параметрите на околната среда”. Апаратурата, закупена по проекта ще бъде монтирана на Геодезическата обсерватория “Плана”, като научните изследвания имат пряко отношение към опазването и мониторинга на околната среда.

През 2009 година *финансираните от източници извън БАН* научно-изследователски проекти, по които са работили сътрудниците на ЦЛВГ, са както следва:

- 1 проект финансиран по програмата на НАТО “Наука за мир”;
- 5 проекта по договори с Фонд “Научни изследвания”;



4 проекта по двустранни договори на ЦЛВГ с чуждестранни институти и институции;

2 проекта в рамките на международните споразумения на БАН (ЕБР).

*Имайки пред вид състава на Централната лаборатория по висша геодезия, трябва да се подчертае активността и инициативността на сътрудниците ѝ в осигуряването на средства за научни изследвания и решаване на приоритетни национални задачи.*

За поредна (шестнадесета) година ЦЛВГ участва в съставянето на "Астрономически алманах", издание на Астрономическата обсерватория на Софийския университет. Алманахът съдържа сведения за астрономическите явления през годината, таблици и формули, необходими при провеждане на астрономически, геодезически и навигационни наблюдения. Сътрудници на ЦЛВГ са автори на раздела "Геодезически и навигационни изчисления".

Неразделна част от ЦЛВГ е Геодезическата обсерватория (ГО) "Плана". На ГО "Плана" се извършват перманентни астрономо-геодезически наблюдения със зенитен телескоп. През 2009 година на Обсерваторията бе инсталиран перманентен GPS приемник, като данните се предават в реално време в ЦЛВГ.

Лабораторията поддържа традиционно добри връзки с основните геодезически институции в страната - Геодезическият факултет на УАСГ, Агенцията по геодезия, картография и кадастър към Министерство на регионалното развитие и благоустройството, Военногеографската служба към Министерство на отбраната и др.

## **2. Резултати от научната дейност през 2009 година**

### **2.1. Научни постижения**

#### **2.1.1**

Изследвано е влиянието на циклите на слънчевата активност върху 11-, 22- и 45- годишните колебания във въртенето на Земята. Използвани са данните за числата на Волф след 1749г., измененията на слънчевата константа след 1610г., разпределението на слънчевите петна след 1874.4г., вариациите на универсалното време UT1 след 1623.5г. и измененията на средното морско ниво в Стокхолм след 1774г. Определени са модели на линейна регресия между слънчевите цикли и 11-, 22- и 45- годишните колебания на универсалното време UT1 и средното морско ниво. Предложен е модел за влиянието на слънчевата активност върху десетилетните колебания във въртенето на Земята. Моделът включва синхронни колебания на средното морско ниво със слънчевите цикли, дължащи се на глобално преразпределение на изпарената морска вода от океаните към полярните шапки. Определени са амплитудите на тези колебания, свързани с измененията на слънчевата константа, универсалното време UT1 и средното морско ниво, като е показано че измененията на слънчевата константа в интервала  $0.2-0.5W/m^2$  дават достатъчно енергия за изменение на средното морско ниво с амплитуди 7-11 mm, което предизвиква колебания в UT1 с амплитуди 60-310 ms.

#### **2.1.2**

Определени са моделните вариации в координатите, силата на тежестта, геоцентъра и геопотенциала за глобално разположени перманентни GPS

станции, мареографни и гравиметрични станции. Разработена е методика за съвместна интерпретация на тези вариации, дължащи се на различни геофизични геномени. Установени са връзки между различните вариации и е оценено влиянието на отделните геофизични фактори.

Интерпретирани са съвместно геодезичните, геоложките и гравиметрични измервания в съвременноактивната тектонска Софийска зона. От дългогодишни наблюдения по профили, пресичащи Витошкия разлом са установени средногодишните промени в силата на тежестта, като по-големите разлики през различните периоди на измерване са в зоната на разлома. Определени са вторите и третите производни на вертикалния градиент и остатъчните аномалии за района на гр. София.

## **2.2 Научно-приложни постижения**

### **2.2.1.**

Обработени и анализирани са измерванията от станциите на Националната перманентна GNSS мрежа за периода 2007 – 2009 година. Към момента в Центъра за анализ на GNSS наблюдения на ЦЛБГ се обработват данни от 24 перманентни станции на територията на България и общо 39 на Балканския полуостров. Анализът на измерванията се извършва със специализирания научноизследователски софтуер GAMIT/GLOBK разработен в Масачузетския технологичен институт.

Получени са координатите на станциите и техните хоризонтални скорости. Анализирани са временните редове с координатите на перманентните станции и са оценени систематичните грешки, вековия тренд и сезонните, годишни и полугодишни, вариации. Мониторингът на положенията на станциите показва обща тенденция на движение в юг-югозападна посока спрямо стабилна Евразия. Резултатите се съгласуват много добре с кинематичния модел на Източното Средиземноморие.

### **2.2.2.**

Определено е полето на хоризонталните скорости на територията на България от обработката и анализа на 33 GPS кампании осъществени през периода 1993 – 2007 година. Извършен е комплексен анализ на геодезически, тектонски и сеизмотектонски данни за района на Югозападна България и са локализирани съвременно активните разломи и разломни структури. В резултат от анализа територията на ЮЗ България е разделена на пет тектонски блока с хомогенни движения и средна скорост в посока юг-югозапад  $1.3 \pm 0.3$  mm/y спрямо стабилна Евразия.

На базата на получените резултати е предложена е хипотеза за северната границата на Егейската екстензионна зона с Евроазиатската континентална плоча. Съгласно тази хипотеза транзитната зона между Евразия и Егейската екстензионна зона минава по южния ръб на Подбалканския район и след това по Маришкия линеамент на изток.

### **2.2.3.**

Изчислени са скоростите на вертикалните движения на 1650 идентични репери по 255 нивелачни линии I и II клас с обща дължина 11 120 km. При изравнението на скоростите като изходен репер е използван ВНР 28 (Варна) със скорост 0 mm/a, тъй като е доказана неговата стабилност във времето.

Получените скорости са между  $-3,5$  mm/a и  $+2,0$  mm/a като за по-голямата част от територията на страната преобладават скорости между  $-2,0$  mm/a и  $0,0$  mm/a. Отрицателни скорости между  $-2,0$  mm/a и  $-3,5$  mm/a са локализирани в Западна България - в районите Кюстендил – Драгоман – Берковица, Червен бряг – Саранци, Оряхово, Брегово – Видин, София – Самоков. Положителни скорости между  $0,0$  mm/a и  $+2,0$  mm/a се наблюдават в Югозападна България – Рило-Пиринския масив и в Централните Родопи: Смолян – Асеновград. Скорости между  $0,0$  mm/a и  $+1,0$  mm/a се наблюдават в районите Брезово – Поповица, Елхово – Грудово – М. Търново и в Североизточна България: Русе – Исперих – Карапелит.

Съставена е карта на вертикалните движения, като за първи път са включени и нивелачните линии II клас, които съгъстват първокласните полигони и това позволява да се детайлизира геодинамичната картина за територията на страната.

#### 2.2.4

Извършени са теоретични и експериментални изследвания за моделиране на съвременните вертикални движения на земната кора на територията на Р. България. Предложени са два модела - статичен и кинематичен. За експерименталните изследвания са използвани данни от измерванията на държавната нивелачна мрежа I клас. Анализирани са три епохи измервания: I епоха (1920-1943 г.) ; II епоха (1952-1965 г.) ; III епоха(1974-1982 г.). Направен е изводът, че от геодезическа гледна точка, при извеждане на съвременни вертикални движения на земната кора, е най-удачно да се използва кинематичният модел, с отчитане годината на измерване на всеки нивелачен ход.

Резултатите показват обща тенденция на потъване на земната кора на територията на страната с малки изключения – района на гр. Бургас. Потъването е най-силно изразено в районите на гр. Елхово и гр. Монтана. В западната част на България е установено ясно изразено понижаване на стойностите на вертикалните скорости на движение на реперите. В Източна и Северозападна България се наблюдават зони със сравнително еднородни характеристики на съвременните вертикални движения на земната кора. По-сложна е картината в Югозападна и Централна България, където се наблюдава неравномерно изменение на посоките и стойностите на скоростите на вертикално движение на земната кора.

#### 2.2.5

Извършена е обработка на 7 възходящи изображения на спътниците ENVISAT/ASAR по метода InSAR (Interferometric synthetic aperture radar) за района на о. Лефкада, Гърция. Анализът на получените 6 ко-сеизмични интерферограми, обхващащи земетресението с магнитуд  $M=6.3$  от 14 август 2003 г, показва деформация на земната кора от  $5.6$  cm в направлението на радарния сигнал. Чрез инверсия на получените данни са преизчислени параметрите на Лефкадския сегмент на Кефалонийската трансформна зона, движение по който е предизвикало силното земетресение. По същия метод са изчислени параметрите на разлома предизвикал поредицата земетресения при Коница, Гърция от август 1996 с магнитуди  $5.3$  и  $5.1$ , като за целта е обработена една двойка ERS спътникови изображения. Направен е сравнителен анализ на

резултатите получени за Конишкия разлом с подобния Валандовски разлом в Македония, като са използвани 2 ENVISAT/ASAR изображения образуващи инферометрична двойка, обхващаща земетресението от 25 май 2009. В първия случай ясно може да се отчете деформация на земната кора от порядъка на 5.6 cm в направлението на радарния сигнал и дълбочина на източника на земетресение 3 km, докато в случая на Валандовското земетресение се прави извода, че източника на труса е на дълбочина около 10 km, тъй като почти никакви деформации не са отчетени от интерферограмата.

### 2.2.6

Изследвани са сеизмичните цикли на главните сеизмогенни разломи в района Чирпан – Пловдив и Крупник с геодезическите измерените остатъчните теренни разкъсвания. Определените от геодезически данни цикли на силните земетресения с  $M > 6$  по главните разломи на трусовете от 14 и 18 април в Горнотракийската низина и по Крупнишкия разлом съответстват напълно на тези, определени от палеосеизмичните изследвания.

### 2.2.7

Определени са параметрите - ъглова скорост и ротационен полюс, на тектонските движения на континенталните плочи чрез обработка и анализ на лазерни наблюдения на изкуствени спътници на Земята – геодинамичните спътници Lageos-1 и Lageos-2. Използвани са два софтуерни пакета - SLRP4.2, създадена в ЦЛБГ и GEODYN II, създадена в NASA/GSFC. Анализирани са 1 834 478 наблюдения на спътника Lageos-1 за периода 1984 – 2003 и Lageos-2 за периода 1993 – 2003. Извършеното сравнение на параметрите на тектонските движения на континенталните плочи между двете програми и с глобални геоложки модели показва много добро съответствие.

### 2.2.8

Извършени са изследвания на поведението на перманентни станции от Балканския полуостров на базата на резултатите от обработката на две групи GPS едноседмични данни от по три години в различни комбинации, съответно 2006-2008 и 2007-2009. Извършените сравнения и анализи на получените резултати за оценките на скоростите показват добро съответствие за повечето станции. За станциите, за които има данни във всичките три години и в двете групи оценените ITRF2005 хоризонтални вектори на скоростта се различават в границите на 1-2 mm/yr. За останалите по-нови станции, с данни от по-малко от три години оценените ITRF2005 хоризонтални вектори на скоростта се различават значително от тези, получени от общото четиригодишно решение, както и от годишните решения на Австрийския център за анализ на GPS данни в Грац, особено  $V_x$  компонентата. Тези резултати показват, че оценките на скоростите на GPS станциите, получени от седмични решения от две години, не са надеждни и не следва да се използват за целите на други изследвания и приложения.

### 2.2.9

Получено е оптимално решение на трансформационната задача за преход между различните видовете геодезически координатни системи, използвани в България, базирано на комбинирано приложение на методите на Bursa/Wolf и

Molodensky/Badekas. Трансформационните коефициенти са изведени чрез пространствените координати на точките от геодезическите мрежи, проектирани върху повърхността на елипсоида.

#### **2.2.10**

Извършена е прецизна нивелация по профили, пресичащи Крупнишкият разлом, в района на катастрофалното земетресение от 1904 година. Анализа на измерванията показва пропадане на северния борд на разлома с 2.3 мм/г. Резултатите потвърждават съвременната активност на Крупнишкия разлом и се съгласуват с геоложките данни.

#### **2.2.11**

През 2009 година са извършени са наблюдения на 533 звездни двойки от 115 групи (в 50 нощи) за определяне на географска ширина със зенитен телескоп в Геодезическа обсерватория "Плана" с цел изследване изменението на ширината и колебанието на посоката на силата на тежестта. С това количеството на извършените от началото на наблюдателния период (юли 1987) наблюдения на звездни групи е 3925, което се равнява на около 19500 единични наблюдения на звездни двойки.

### **2.3. Научни и научно-приложни постижения от международното сътрудничество на ЦЛВГ**

#### **2.3.1. По проект: Изследване на еханизмите на повърхностните деформации на литосферата**

##### **Съвместен българо-френски проект по програма Рила-3**

Изследвани са геодинамичните процеси в района на Югозападна България (ЮБ) и Северна Гърция (СГ) на базата на GPS наблюдения за период от 12 години - 1996-2008. Получено е полето на хоризонталните скорости на земната кора, представено от 34 точки в района на Югозападна България и 21 точки за Северна Гърция. Резултатите показват движения на земната кора спрямо стабилната част на Евроазиатската континентална плоча между 2 и 10 мм/г в посока юг. Получени са тензорите на напреженията на земната кора. Резултатите показват преобладаващи напрежения на екстензия с направление север юг. Получените резултати потвърждават съвременната активност на разломните структури в Югозападна България и Северна Гърция и са в съгласие с регионалния тектонски модел за Източното Средиземноморие.

#### **2.3.3. По проект: Колебания на посоката на тежестта и вариации на геомагнитното поле**

##### **Двустранното сътрудничество между ЦЛВГ и Астрономическия институт на Румънската академия на науките**

Връзката между вариациите на геомагнитното и гравитационното поле е изследвана чрез временните редове на геомагнитния индекс AA и колебанията на посоката на тежестта в обсерваториите Carloforte, Gaithersburg, Kitab, Mizusawa, Ukiah, Pulkovo и Washington за периода 1899.8-1992.0. Сравнявани са дългопериодичните колебания на посоката на тежестта и индекса AA с периоди по-големи от две години. Установени са значими корелации между вариациите на геомагнитното и гравитационното поле, които са придружени от рязко

обръщане на фазата през неравномерни интервали от време. Тези резултати показват, че наблюдаваните колебания на посоката на тежестта се дължат предимно на локалните климатични промени породени от нагриването на тропосферата вследствие на йоносферните изменения, предизвикани от вариациите в слънчевия вятър и междупланетното магнитно поле, както и с прякото влияние на слънчевата константа върху климата.

### **3. Международно научно сътрудничество на ЦЛВГ**

Основен приоритет на ЦЛВГ при установяване и реализиране на международно научно сътрудничество е разработването на съвместни проекти с водещи чуждестранни институции и институти, съобразени с националните нужди и съвременните тенденции в развитието на висшата геодезия.

#### **3.1. В рамките на договори и спогодби на ниво Академия**

##### **3.1.1. Проект: “Вариации на някои параметри на Земята, определени от дълги редове астрометрични наблюдения и гравиметрични измервания”**

**Чуждестранен партньор: Астрономически институт при Чехската академия на науките, Прага, Чехия.**

Основните цели на проекта са определяне на вариациите на някои параметри на Земята като Чандлеровата и годишната компоненти в движението на полюса на въртене на Земята, ъгловата скорост на въртене на Земята, приливните и неприливните колебания на посоката на тежестта в локален, регионален и глобален мащаб и установяване на връзката между вариациите на тези параметри с някои природни явления.

Очакваните резултати са получаване на оценки за динамиката на изменения на някои параметри на Земята в локален, регионален и глобален мащаб от 1899 г. до сега и установяване на връзка между тези изменения и природните явления. Определяне на глобална мрежа от точки с известни вариации във времето на посоката на тежестта и използването и за геодинамични изследвания.

##### **3.1.2. Проект: “Слънчева активност и въртене на Земята”**

**Чуждестранен партньор: Международна служба за ротация на Земята, Париж, Франция.**

Определянето на параметрите на ориентация на Земята (ПОЗ) е много важна цел на съвременната геодезия и астрономия. Един от тези параметри е универсалното време UT1 или разликата от 86400 секунди на продължителността на денонощието (LOD). Вариациите на въртенето на Земята са предизвикани от гравитационното влияние на Луната, Слънцето и планетите, преместванията на материята в различни части на планетата и други възбуждащи механизми. Наблюдаваните колебания може да се интерпретират от гледна точка на еластичността на мантията, сплеснатостта на Земята, структурата и свойствата на границата между ядрото и мантията, реологията на ядрото, подпочвените води, вариациите на световния океан и атмосферата в мащаба на времето или климата.

Главната цел на проекта е определяне на взаимните връзки между различните цикли на слънчевата активност и свързаните с тях дългопериодични колебания на въртенето на Земята, определяне на съответните коефициенти на

корелация, създаване на модели на слънчево-земните връзки и оценяване на техните параметри.

## **3.2. Международно сътрудничество на институтско ниво**

**3.2.1. Проект Мониторинг на деформациите на земната кора в Западна Централна България и Северна Гърция с Глобалната позиционна система GPS – NemusNET.**

**Програма на НАТО “Наука за мир”.**

GPS технологията позволява да се определят деформациите и напреженията на земната кора. Основна цел на проекта е създаване на модел на акумулираните еластични напрежения в Югозападна България и Северна Гърция. Ще бъдат определени преобладаващите екстензионни напрежения – азимут и големина, на основните активни разломи. Геодезическите данни ще бъдат сравнени със получените от механизми на земетръсни огнища напрежения. Изследванията ще позволят локализиране на съвременно активните разломи и моделиране на вътрешноплоховите деформации на земната кора в района. Това от своя страна ще е съществен принос към оценката на сеизмичния риск.

Задачите, залегнали в проекта NemusNET ще бъдат реализирани чрез инсталирането на осем перманентни GPS станции – шест в Югозападна България и две в Северна Гърция. Данните от перманентните станции ще се предават в почти реално време и ще се архивират и обработват в базова станция в Централната лаборатория по висша геодезия. На базата на обработка и анализ на GPS измерванията ще бъдат получени оценки на движенията и напреженията на земната кора в района. Геодезическите данни ще бъдат комбинирани със сеизмотектонски за определяне на активните разломи и оценка на сеизмичния риск. GPS данните могат да бъдат използвани и за определяне на тропосферни и йоносферни модели и да допринесат за метеорологичния мониторинг в България.

**3.2.2. Проект: “Палеосейсмологични изследвания в Югозападна България**

**Чуждестранен партньор: Университет “Пиер и Мария Кюри”, Париж**  
**6.**

Изследват се геометричните параметри, механизмите на хлъзгане и сеизмичния потенциал на главните разломи, ограждащи планината Беласица, както и определяне на сеизмичния цикъл на земетресенията с Магнитуд  $M > 6$  в района. Съвместният анализ на геодезически, тектонски и сеизмоложки данни, както и математическо моделиране на процесите на акумулиране и освобождаване на напрежения, ще даде възможност да се изучат механизмите водещи до силни земетресения в зоната. Очакваният резултат е определяне на сеизмичната опасност в този сеизмогенен район.

Международното сътрудничество на ЦЛВГ е с водещи чуждестранни институции в научни направления, отразяващи съвременните тенденции във висшата геодезия. Перспективите за поддържане и разширяване на международните контакти на ЦЛВГ са благоприятни.

#### **4. Участие на ЦЛВГ в подготовка на специалисти**

Основна форма на участие на учени от ЦЛВГ в подготовка на специалисти са лекциите, спецкурсовете и упражненията; ръководството на докторанти и дипломанти.

*Към декември 2009 година в Лабораторията се подготвяха общо седем докторанти - трима редовни, двама задочни и двама на самостоятелна подготовка.*

Лекциите, спецкурсовете, упражненията и учебните практики, водени от сътрудници на Лабораторията през 2009 година са отразени в **Приложение 9.**

Приложени са и договори за сътрудничество между Лабораторията и Геодезическия факултет на **Университета за архитектура, строителство и геодезия; Софийския университет "св. Климент Охридски", Лесотехническият университет и Минногеоложкия университет.**

През годината в научно-изследователския процес на ЦЛВГ бяха включени дипломанти и студенти от специалността "Геодезия" при Геодезическия факултет на УАСГ.

#### **5. Стопанска дейност на ЦЛВГ през 2009 година**

Стопанската дейност на ЦЛВГ през 2009 година се изразява в отдаване под наем на бившия астрономически павилион, с обща площ 32 м<sup>2</sup> (от 01. 07. 1994 г.). От 2006 година ЦЛВГ отдава под наем и площадка за изследователска апаратура, намираща се на покрива на Бл. N 3, включително поставената в стая 314 апаратура (GPS приемник).

Договорите за извършване на стопанска дейност с външни възложители са дадени в Таблица 5.1.

#### **6. Кратък анализ на финансовото състояние на ЦЛВГ за 2009 година**

През 2009 година научноизследователската дейност на ЦЛВГ е финансирана основно от бюджетна субсидия в размер на 288 100 лв. Основната част от средствата от получената субсидия са изразходвани за заплати, социални осигуровки, стипендии, ел. енергия, вода. Приходите от собствени средства са в размер на 17 681 лв.

Текущите разходи – материали и консумативи, транспортни разходи, телефонни и пощенски услуги, командировки и др. се поемат от собствени средства на ЦЛВГ. През годината не са изразходвани средства от бюджетната субсидия за закупуване на компютри и компютърни компоненти, и научна литература. От собствени средства са закупени дълготрайни материални активи в размер на 14 000 лв.

За осигуряване на наблюденията и нормалната дейност на Геодезическата обсерватория "Плана" е необходимо целево финансиране за покриване на ежемесечните разходи за вода, телефон, електроенергия, текущи ремонти и поддръжка на сградния фонд. Тези разходи са непосилни за ЦЛВГ, като се има пред вид бюджетната ѝ субсидия и това е една от причините за усилията на Ръководството на Лабораторията за привличане в Обсерваторията на други институти от и извън БАН. През 2009 година от бюджетната субсидия са покрити разходите за електроенергия. Всички останали разходи по поддръжката ѝ са поети от собствени средства на ЦЛВГ.

Информация за приходите и разходите на ЦЛВГ за 2009 година е дадена в **Приложение 6.1.**



## **7. Издателска и информационна дейност**

### **7.1. Издателска дейност**

В областта на висшата геодезия у нас единствено периодично издание е тематичната поредица на ЦЛВГ "Висша геодезия", издание на Академичното издателство "проф. Марин Дринов", изцяло на английски език

Шестнадесета поредна година ЦЛВГ участва в издаването на "Астрономически алманах", издание на Астрономическата обсерватория на Софийския университет. Сътрудници на ЦЛВГ са автори на раздела "Геодезически и навигационни изчисления".

### **7.2. Информационна дейност**

Компютрите, с които разполага ЦЛВГ са свързани в общата локална мрежа на Бл. 1 и Бл. 3 на БАН и имат достъп до ИНТЕРНЕТ. През 2009 година ЦЛВГ успя да модернизира голяма част от компютрите на сътрудниците.

Информационното обслужване на ЦЛВГ се извършва от собствена библиотека, азбучен и систематичен каталог и добре обзаведена читалня. Целият библиотечен фонд е на свободен достъп. В библиотеката постъпват издания, получени по частен път - от международни научни прояви, лична кореспонденция и международен книгообмен. Реферативните издания постъпват в ЦЛВГ от 2004 година на CD-ROM. Към 31. 12 2009 г. библиотечният фонд на ЦЛВГ наброява 8 916 заглавия. През 2009 година в библиотеката са постъпили 151 нови заглавия, от които закупени – 86 и получени по книгообмен – 65. Книжният фонд на библиотеката се поддържа в добро състояние, както и всички картотеки и каталози.

## **8. Други, специфични за ЦЛВГ научни и научно-приложни дейности**

### **8.1. Дейност на Геодезическата обсерватория "Плана"**

От 1983 година към Централната лаборатория по висша геодезия функционира специализирана Геодезическа обсерватория "Плана". Обсерваторията е разположена в местността Мечито, в близост до с. Плана, на около 30 км от гр. София.

Геодезическата обсерватория "Плана" е оборудвана с уникални астрономо-геодезически и космически инструменти и апаратура, които дават възможност за наблюдения и научни изследвания на Земята като планета и нейната динамика:

- зенитен телескоп: астрономичен инструмент за определяне на географска ширина от наблюдения на звездни двойки, кулминиращи в близост до зенита. Перманентните астрономо-геодезически наблюдения, извършвани със зенитния телескоп на ГО "Плана" се изпращат регулярно в Главния метрологичен център на Държавната служба за време и честота, Москва, Русия. Наблюденията се използват при определяне на Параметрите на ориентация на Земята в пространството, които се разпространяват чрез специализирания бюлетин "Всемирное время";

- пасажен инструмент: астрономичен инструмент за определяне на време от преминавания на звезди през местния меридиан;

- циркумзенитал (астролябия): астрономичен инструмент за определяне на ширина и дължина от преминавания на звезди през даден алмукантарат;
- астрономически универсален инструмент Wild T4;
- спътникова фотографска камера АФУ 75;
- спътников лазерен далекомер УЛИС 630;

Понастоящем на ГО “Плана” се извършват перманентни наблюдения със зенитен телескоп за определяне на географска ширина. През 2008 година са извършени 143 наблюдения на групи в 68 нощи за определяне на географска ширина със зенитен телескоп в Геодезическа обсерватория "Плана" при положени 349 денонощни дежурства. Същите са обработени и резултатите от тях изпратени в Москва в Държавната служба за време, честота и определяне параметрите на въртене на Земята (ДСВЧ) към Федералната агенция по техническо регулиране и метрология (ФАТРМ) (бившия Госстандарт) на Руската Федерация (РФ) , която служба е с международно участие. С това количеството на извършените от началото на наблюдателния период (м. юли 1987 г) и изпратени в Москва наблюдения на звездни групи става 3810, което се равнява на около 19000 единични наблюдения на звездни двойки.

Резултатите се изпращат оперативно в Държавната служба на Руската федерация за определяне на параметрите на въртене на Земята, Москва и се публикуват в техническите бюлетени на Службата.

През 2009 година на ГО „Плана” бе инсталиран постоянен GNSS приемник в рамките на изгражданата от ЦЛВГ Национална перманентна GPS/GNSS мрежа.

## **8.2. Геодезическата обсерватория “Плана” – комплексен изследователски център за науките за Земята и астрономия**

През 2009 година продължи реализирането на идеята за превръщане на ГО “Плана” в комплексен изследователски център на науките за Земята. Уникалното местоположение на Обсерваторията и изградената инфраструктура позволяват превръщането ѝ в един модерен изследователски център за науките за Земята и астрономия. Поемането на част от разходите по поддръжката на Обсерваторията от партньорите на ЦЛВГ ще облекчи до голяма степен бюджета ѝ.

За целта през последните години бяха сключени договори с:

Софийския университет “св. Климент Охридски”, катедра “Астрономия” при Физическия факултет;

Геофизичния институт на БАН;

Географския институт на БАН;

Централна лаборатория по сеизмична механика и сеизмично инженерство;

Централна лаборатория по обща екология на БАН.

На ГО “Плана” беше монтирана изследователска апаратура, която в голяма степен разширява обхвата на научните изследвания:

- сеизмографска станция;
- акселерометрична станция;
- йоносферна станция;
- автоматизирана метеорологична станция;
- озонотетър.

По съвместен проект с НФНИ при МОН на Софийския университет и ЦЛВГ е закупен на радиотелескоп и апаратура за мониторинг на слънчевата активност. Предстои монтирането му на ГО “Плана”.

Всичко това превръща Геодезическата обсерватория “Плана” в уникален научно-изследователски център на науките за Земята и астрономия.

#### **9. Организиран през 2009 година международни мероприятия**

През 2009 година, с участието на Централната лаборатория бяха организирани три международни работни срещи по разработвани в Лабораторията международни проекти:

Работна среща по проекта BALGEOS II в Босна и Херцеговина, 26-27 февруари;

Работна среща по проекта BALGEOS II в Македония, 28-30 септември;

Работна среща по проекта на НАТО NemusNET в Гърция, 20-21 ноември.

Програмите на трите работни срещи са приложени по-долу, както и договорите на ЦЛВГ с университети и висши училища.