

ИЗСЛЕДВАНИЯТА НА ТВЪРДАТА ЗЕМЯ В ГЕОФИЗИЧНИЯ ИНСТИТУТ “АКАДЕМИК ЛЮБОМИР КРЪСТАНОВ”

акад. Л. Христосков

Геофизичен Институт, Българска Академия на Науките, ул.Акад.Г.Бончев, бл.3, София 1113,
България, e-mail: chrst@geophys.bas.bg

1. Кратък очерк за основополагащата роля на акад. Любомир Кръстанов в развитието на геофизичните изследвания в Българската академия на науките

В Българската академия на науките геофизичните изследвания започват през 1947 г., когато при Физическия институт на БАН се създава Секция по физика на атмосферата с ръководител чл.-кор. Л.Кръстанов В края на 1952 г. в секцията са привлечени на работа млади специалисти, а през 1956 г. започват да се разработват и първите теоретични въпроси в областта на физиката на твърдата Земя, главно по гравиметрия. С решение на Президиума на БАН през 1958 г. секцията се отделя от Физическия институт и се обособява в самостоятелна “Секция по физика на атмосферата и геофизика” към Отделението за физико-математически науки на БАН.

Важен момент е създаването на Геофизичния институт (ГФИ) на БАН с Постановление на Министерския съвет от 11.XI.1959 г., в което в раздел А, точка 3 се казва: “Българската академия на науките през 1960-1961 г. да създаде Геофизичен институт, който да обедини изследванията в областта на земния магнетизъм, сеизмологията, гравиметрията, физиката на атмосферата и на йоносферата”. В изпълнение на Постановлението, Президиумът на БАН на 29 януари 1960 г., приема решение за създаване Геофизичен институт със секции: Физика на атмосферата, Физика на йоносферата, Сеизмология и Земен магнетизъм и гравиметрия. Гръбнак на института е самостоятелната Секция по физика на атмосферата и геофизика, директор е инициатора и създателя на Геофизичния институт - чл.-кор. Л. Кръстанов, избран за академик от 1961 г.

През 1960-1961 г. в изпълнение на Постановлението към Геофизичния институт последователно преминават няколко външни звена. Сеизмичната служба със сеизмична станция София от Управление за геоложки проучвания оформят секция Сеизмология. Групата за изследване на йоносферата от Института на

съобщенията образуват секция “Физика на йоносферата”. Секция Земен магнетизъм и гравиметрия е укрепена с преминаването на Геомагнитната обсерватория Панагюрище от МНО в института. Секцията “Физика на атмосферата” се стабилизира и разширява с нови млади специалисти. Така в края на 1961 г. Геофизичният институт е вече с числен състав 45 човека, от които един академик, двама старши научни сътрудници, петима научни сътрудници, двадесет специалисти с висше образование и двадесет и пет души технически и помощен персонал. На института от средата на 1961 г. бе предоставена сградата на ул. „Московска” № 6, Освен това той разполагаше с две сеизмични станции в София и Димитровград (новоизградена през 1961 г.), Йоносферна станция в София и Магнитната обсерватория в Панагюрище. Положени бяха основите и на уредостроителна работилница за разработване на уникална геофизична апаратура. Последователно бяха създадени и нови звена: Лаборатория по физика на взриво-разрушителния процес (1963, от 1979 в секция Сеизмология), Секция по сеизмична механика (1972, от 1982 самостоятелна Централна лаборатория по сеизмична механика и сеизмично инженерство) и др.

В периода 1964-1974 г. бяха построени и пуснати в експлоатация следните станции за геофизични изследвания: сеизмични - Павликени (1964), Кърджали (1968) и временна Витоша (1971); станция за вертикално сондиране на йоносферата Мичурин (1966), йоносферни пунктове Враня (1965) и Витоша (1966); станция за земни приливи Бов (1965).

Трябва да отдадем заслужено признание и голямо уважение на видния български геофизик акад. Л.Кръстанов, създател и първи директор на Геофизичния институт. Благодарение неговото вещо ръководство, богата ерудиция, големи познания и опит Геофизичният институт израсна и се утвърди като водеща научна организация в страната в геофизичните науки и със сериозен авторитет сред световната научна общественост. Л.Кръстанов положи началото на плодотворното участие на института в редица международни организации, в международни научни програми и в осъществяване на широко двустранно и многостранно сътрудничество. Кръстанов прекрасно разбираше, че необходимостта от международно сътрудничество произтича от самата природа и характера на изучаваните геофизични явления и процеси, за да се обезпечи широк обмен на методология, информация и данни. Той активно съдействуваше и за развитието на научните контакти с други академични и извън академични институции в страната, работещи в областта на науките за Земята. Тук трябва да се подчертае неговата далновидност в ръководството и организацията на работата в катедрата по Метеорология и геофизика към Физическия факултет на СУ “Св. Кл.Охридски”, където да се подготвят млади и способни кадри за работа в института. Негова е заслугата за развитието и укрепването на Сектора по геофизика на твърдата Земя към катедрата. Умението на Кръстанов да създава творческа атмосфера, неговата принципност, скромност и внимание към хората изиграха огромна роля за създаването деен и висококвалифициран научен колектив.

Силното земетресение от 4 март 1977 г., както е известно, засегна сериозно нашата страна, като показва и известни пропуски в оперативната работа на секция Сеизмология за бързо оповестяване на данните за станалите земетресения. Може би

това земетресение ускори ранната кончина на акад. Л. Кръстанов (8.V.1977 г.), ръководството на института бе възложено на ст.н.с. Д.Самарджиев, но духът на акад. Л.Кръстанов продължаваше да витае и да води института към нови успехи.

Земетресението наложи на Правителството и БАН да вземат спешни решения и предприемат решителни мерки за подобряване на изследователската и оперативната дейност, материално-техническата и кадровата база в областта на сеизмологията и противоземетръсното строителство. В изпълнение на тези решения бе разработена и изпълнена тригодишна програма, предвиждаща строителство на нови сеизмични станции, разработка и доставяне на модерна сеизмологична апаратура, подготовка на кадри и пр. Ръководството на института организира и проведе голямо по обем и значение строителство на сеизмични станции и свързочни съоръжения за телеметрично предаване сеизмологична информация. В съкратени срокове бяха изградени, оборудване и пуснати в редовна работа станциите в Пловдив (временна) (1977), Мусомище (1978), Витоша (1979), Преселенци (1979), Рожен (1980), Ямбол (1982), Панагюрище (1983), Крупник (1984). През 1980 г. беше завършена и предадена за ползване централната сграда на института.

През 1980 г. бе изградена и пусната в експлоатация една от най-модерните в Европа “Национална оперативна телеметрична система за сеизмологична информация” (НОТССИ), предназначена за бързо определяне на мястото и силата на станалите в страната земетресения. Първоначално системата се състоеше от Сеизмологичен център с видима регистрация от шест периферни сеизмични станции, като последователно бяха включени още шест периферни станции и електронна машина PDP-11/34 за автоматично определяне на епицентрите. Паралелно с НОТССИ, за целите на противоземетръсното строителство започна изграждането и на “Национална система за регистрация на силни движения”.

Огромна е ролята и значението на периодичната печатна продукция на Геофизичния институт с първи отговорен редактор акад. Л.Кръстанов. Първият том на Известия на ГФИ бе издаден в края на 1960 г., а последния - двадесети излиза 1974 г. От 1975 г. Известия на ГФИ прераства в Българско геофизично списание с периодичност четири книжки годишно и се утвърди като високо авторитетно списание, достойно представящо българската геофизична наука у нас и в чужбина.

Традиционно научно-изследователската дейност на Геофизичния институт е съсредоточена върху разработването на най-важните фундаментални и приложни проблеми на геофизиката, с ясно селектирани регионални и локални рамки на изследванията, съществени за нашето геопространство. Това е особено подчертано в тематиката и изследванията по физиката на твърдата Земя

2. Сеизмологични изследвания

Сеизмологичните изследвания и наблюдения в България се централизирани в секция Сеизмология на ГФИ-БАН, което отговаря на сериозните изисквания към сеизмологичната наука у нас за изучаване на земетръсната опасност в страната. Научната дейност на секцията е ориентирана към разработването на теоретични и приложни въпроси на регионалната сеизмология, главно насочени към: изучаване

земетръсната активност на страната и Балканите, физиката на сеизмичните вълни и механизма на земетресенията; изследвания по енергетичната класификация на земетресенията, строежа на геофизичната среда, оценка на земетръсната опасност и сеизмичния hazard, провеждане на сеизмично райониране на територията на страната и прилежащите ѝ земетръсни зони и др. Започнати са и прогнозни изследвания на възможните последствия от бъдещи силни земетресения в страната и начални опити за търсене на предвестници на земетресенията. Основните научни и научно-приложни направления и получените по-съществени резултати са изложени по-долу.

2.1. Апаратура и методи за регистрация на земетресенията и сеизмичните вълни

Преди всичко следва да се отбележи успешното развитие на мрежата от сеизмологични станции в страната и създаването на НОТССИ (1980 г.) за регистриране на близки земетресенията в широк динамичен диапазон. За момента НОТССИ бе най-модерната реално-временна телеметрична сеизмична система в ЮИ Европа, с аналогов пренос на информацията, но сигналите бяха честотно модулирани, което обезпечаваше много добро съотношение на полезния сигнал спрямо пречещия шум. Въвеждането на видима регистрация в Сеизмологичния център на ГФИ в София и в част от сеизмичните станции в страната, както и подобряването на съобщителните средства и канали, обезпечи високо качеството на регистрация на земетресенията и рязко повиши скоростта за определяне и оповестяване на техните параметри – епицентри и сила. Добавянето на цифрова регистрация в центъра и автоматизирана обработка на електронна машина PDP-11/34 допълнително повиши ефективността на системата. Така бе отговорено на държавните изисквания за оперативно оповестяване в рамките на минути на данните за усетените в страната земетресения. Системата работи надеждно и безаварийно вече повече от 25 години. През средата на деведесетте години на миналия век, към НОТССИ бяха добавени локалните сеизмични мрежи “Провадия” и “Козлодуй”. В последните две години бе реализирана изключително важна и необходима модернизация на системата. Късопериодните сеизмографи в периферните станции бяха подменени с модерни ширококолентови и с голяма (практически неограничена) динамика, а преносът на данните премина изцяло в цифров вид. Бе изграден изцяло компютъризиран център за сбор, регистрация и архивиране на данните, като визуализацията и обработката на земетръсните записи се осъществява на екраните на специализирани персонални компютри с помощта на модерен софтуер. Модернизацията на НОТССИ спомогна наново България да има първенстваща роля в регистрацията на земетресенията в ЮИ Европа.

Важни научни и приложни резултати бяха получени при разработването и усъвършенстването на класическите сеизмографи (2 авторски свидетелства за нови системи) и при помощната апаратура - автоматизирана система за точно време с памет, нова оригинална система за маркиране на сеизмограмите при фоторегистрацията, електронно регулиране на осветлението на галванометричния блок (общо 4 авторски свидетелства). Усъвършенствувани бяха устройствата за

видима регистрация тип РВЗ, разработени бяха нови филтри за телеметричните канали създадени бяха сигнализатори за индикиране и регистрация на земетресенията, основани на логични електронни схеми, разработени бяха нови усилватели за сеизмологични регистрации. Създадени бяха и се прилагат нови методи за определяне на параметрите на сеизморегистриращите канали, включително с помощта на специализирани виброплатформи. Бяха разработени методика и уреди за обективно определяне на енергията на сеизмичните вълни, с които може да се контролира работата на отделните взривове при масови промишлени взривявания.

Разработени бяха теоретични методи за възстановяване на истинското движение на почвата в първите встъпвания на сеизмичните вълни за механични сеизмографи. Особено внимание бе отделено на оценката на условията за регистрация при избора на площадки за нови сеизмични станции и при оптимизация на честототните характеристики на сеизмичните канали в зависимост от нивото и честотния състав на пречещия сеизмичен шум. Изведени бяха уравнения за оценка на регистриращите възможности на дадена сеизмологична станция, разработени бяха методи за оптимизация на сеизмологични мрежи за повишаване на точността в определяне на епицентрите и другите параметри на огнищата.. Бе получена пълна картина за нивото на сеизмичния шум за всички действащи станции, сезонните и часови вариации, определени максималните и най-вероятни амплитуди на шума.

2.2. Методи и способности за обработки на сеизмологична информация

Особено място в дейността на секцията заема изградената система за автоматична обработка на сеизмологична информация от телеметричните станции в страната. Тя се осъществява в сеизмичния център с помощта на специализирано програмно осигуряване. В началото на изчислителна машина PDP-11/34, а понастоящем на мини машини от типа на SUN-3 и др. Информацията от сеизмичните станции се предава в реално време в центъра и се обработва автоматично, като непрекъснато се следи за наличие на полезен сигнал на фона на шума. При деклариране на събитие се дава команда за обработка и след 1-3 минути в зависимост от отдалечеността на земетресението се определят предварителните координати на епицентъра, дълбочината, времето в огнището и магнитудът на земетресението. В диалогов режим е предвидена вторична обработка за уточняване на началните параметри, за подготовка на ежедневни, седмични и архивни бюлетени и др.

Разработени са нови методи за определяне на епицентрите на земетресенията. С популярност се ползват експресните методи за приблизително намиране на епицентрите. Приведени са доказателства за еднозначността на решението за намиране на епицентъра в зависимост от местоположението му спрямо геометрията на регистриращата група станции и броя на станциите. Създадени са методи за оценка на представителността на сеизмологичните каталози, формализирани са подходите за построяване на графици на повторемостта, изчисляване на афтершоковите прояви и роеве от каталозите, построяване на карти на епицентрите, сеизмичната активност и най-важно-създадени са програмни пакети за определяне на сеизмичния хазарт и построяване на хазартни карти с различни

енергетични параметри- преместване скорост и ускорение.

Извършени са редица изследвания по морфологията на записите на сеизмичните вълни при близки и далечни земетресения, по отделяне на дълбочинни фази, късопериодични повърхностни вълни и др. Разработени са методи за оценка на разликите във времената на встъпване на надлъжните вълни на група станции по отношение на стандартните ходографи, за да се повиши точността на определяне на параметрите на източниците и да се въведат кинематични станционни поправки. Предложен е инструментален подход за определяне макросеизмичната степен в огнището по амплитудите на надлъжните и напречни вълни. Формулирани са предложения за усъвършенстване на кросеизмичната скала. Широко се използват възможностите на съвременната изчислителна техника за обработка на сеизмологични данни. Създадени са пакети приложни програми за определяне на епицентрите, за обработка на каталозите, определяне на магнитудни поправки и построяване на калибровъчни функции, за оценка на вълновото поле върху земната повърхност и в дълбочина, за определяне на дислокационната линия в огнището по времената на встъпване на надлъжната вълна нейната максимална амплитуда и много други.

2.3. Сеизмичност и сеизмично райониране

Най-голяма част от изследванията в секция Сеизмология са свързани с изучаването на земетръсната активност, оценката на сеизмичната опасност и районирането на територията на страната и съседните земи. База за провеждане на тези изследвания са сеизмичните бюлетини и каталози, които обобщават както инструменталните, така и макросеизмичните данни за станалите в страната земетресения.

В случай на усетено в страната земетресение своевременно се проучват, изследват и картират макросеизмичните прояви върху земната повърхност. В резултат са построени модели на областите на силни въздействия с интензивност, $I \geq 7$ степен. Получени са вероятностни оценки за евентуалните материални и човешки загуби в тази области. Намерени и анализирани са факторите, влияещи върху размерите на областта на усещане при земетресения в различни части на страната. Предложени са няколко подхода за макросеизмична интерпретация на сведения за исторически земетресения. Построени са обобщаващи карти на максималните интензивности за територията на страната. Съставен е атлас на макросеизмичните карти на усетените в България земетресения, който съдържа повече от 100 индивидуални карти.

Проведени са редица изследвания на сеизмичността и режима на земетресенията в отделните зони на страната. Изяснени са най-важните характеристики в пространственото, временното и енергетичното разпределение на земетресенията, местоположението на епицентралните зони, дълбочинното разпределение и др. Детайлно са изучени станалите в страната земетресения, определени са основните им параметри, обобщени са резултатите от полевите и експедиционните обследвания. Пълноценни материали са систематизирани за

Маришката, Струмската, Родопската, Софийската, Горнооряховската и Шабленската сеизмични зони. Подробно са изучени кинематичните и динамичните параметри на силните и разрушителните земетресения в България след 1900 г. Нови и важни резултати са получени при изследването на ефектите от земетресенията във Вранча от 1977 г., Стражица от 1986 г. и др. Показани са възможностите за генериране на цунамни вълни от крайбрежните земетресения в Черно море и са оценени възможните бъдещи въздействия върху нашия североизточен бряг.

Особено важни, с голяма практическа стойност са изследванията върху прогностичното сеизмично райониране на страната. Това е фундаментална разработка с голяма теоретична и практическа стойност, тъй като в много аспекти значително се подобрява методиката на районирането. Разработката има комплексен характер и в нея взеха участие специалисти от сродни научни звена у нас и от Института по физика на Земята при РАН. Сеизмологичната основа и основната част на комплексни карти и материали биха изработени от специалисти на секцията. Бяха съставени нови каталози на земетресенията в страната, със значително попълнена историческа част, бе изготвен атлас от макросеизмични карти, бяха построени подробни карти на епицентрите, на сеизмичната активност, на сеизмичните линеаменти, на огнищата и тяхното пространствено ориентиране, на дълбочината на активния слой, графици на повторемостта, макросеизмични модели и др. Бяха реализирани някои нови идеи при построяване на сеизмологичните варианти на картите на възможните огнища на земетресенията и въведени методически новости при изчисленията и построенията на картите на сътресемостта за периода от 100, 250, 500, 1000 и 10 000 години. За тази разработка колективът бе награден през 1980 г. от Президиума на БАН с наградата за “Науки за Земята”. Окончателните резултати от разработката се използват в Нормите за антисеизмично строителство от 1987 г. В момента се подготвят картите на сеизмичния хазарт, като сеизмологична основа за въвеждане на европейските противоземетръсни стандарти у нас, по-специално на Еврокод 8 (EC-8).

Проведени са многобройни научно-приложни изследвания по детайлно изучаване на сеизмичността, земетръсната опасност и микросеизмичното райониране на строителни площадки на отговорни обекти и съоръжения като атомни и топлоцентрали, язовири, заводи, специални сгради, съоръжения и обекти. Някои от тях са с голям социален и икономически ефект.

2.4. Физика на вълните, земетръсното огнище и строеж на геофизичната среда.

Систематизирани са основните теоретични, методологични и приложни резултати от изучаването на кинематичните и динамичните характеристики на сеизмичните вълни и техните източници. Обхванати са естествено и въпросите за строежа и свойствата на геофизичната средата, в която се разпространяват сеизмичните вълни и в която се реализират огнищата на земетресенията.

Първите инструментални изследвания за строежа на кората и мантията на Земята у нас са проведени чрез изучаване на записите от обемни и повърхностни вълни при близки земетресения. Определени са по отделни профили мощностите на гранитния и базалтовия слой, установено е удълбочаването на кората под Рило-Родопския масив. В последните години са приложени нови и модерни методи използващи повърхностни и обемни вълни, за получаване на по-детайлни дълбочинни данни за строежа на геофизичната среда и скоростите на вълните в Балканския полуостров и някои съседни земетръсни райони, вкл. Черноморската падина и централните, източните и западни части на Средиземно море. Изказана е нова хипотеза за моделиране на геофизичната среда при йерархична стъпка на раздробеност 3:1 и обемно-тегловно отношение 13:1, като е предложена нова схема за строежа на Земята и са маркирани нови структурно скоростни граници в земните недра и на Луната.

Получени са и първите у нас локални ходографи и оценки на скоростите на основните типове сеизмични вълни, разпространяващи се в земната кора. Получени са нови данни за строежа и средните пластови скорости в основните слоеве от кората на нашата територия.

Създадени са първите магнитудни скали за класификация на земетренията в България. Разработени са нови методи и теоретични основи на магнитудни скали в условията на разходимост на амплитудното поле. Нелинейността на вътрешната структура на магнитудните скали е доказана с помощта на теоретични изследвания, наблюдения и моделни данни. Получени са и нови формули за функцията на затихване на обемните вълни с разстоянието. Разработени са спектрални модели за обясняване на нелинейността в затихването. Построени са първите магнитудни скали с нелинейна вътрешна структура за обемни и повърхностни вълни с практическо приложение. Разработен е нов метод на затворения контур за определяне на магнитудни станционни поправки. Създадени са теоретичните принципи и на тяхна основа са реализирани в практиката хомогенни магнитудни системи с континентална дименсия за Евразия (съвместно с ЧАН и РАН). Получени са важни корелационни връзки между магнитуда, сеизмичната енергия и макросеизмичната интензивност в епицентъра. Използвани са амплитудни криви за изучаване на строежа на горната мантия в ЮИ Европа. Изучени са амплитудно-честотните характеристики и продължителността на колебанията на сеизмичните вълни на малки и големи епицентрални разстояния и др.

Изучава се механизмът на българските земетресения, на Балканите и на други по-специфични земетръсни зони. Дадени са решения за станалите в последните години по-силни земетресения, вкл. ретро решение за силното земетресение 1928 г. Нови и оригинални данни са получени за реализацията на земетръсните огнища (механизъм и енергия) на Балканите, послужили за създаване на нов модел за строежа и развитието на Хеленската арка, като най-сложна зона на Бениоф в Европа. Разработен е теоретичен метод за определяне на пространствената ориентация и дължината на дислокационната линия чрез максималната фаза в Р-вълни, разработен е магнитуден метод определяне местоположението на огнището и др.

2.5. Прогнозиране на възможните последици от бъдещи силни събития на територията на страната и търсене на предвестници на земетресенията

Обективната прогнозна оценка на последиците от бъдещи силни земетресения в страната е много съществена за реализацията на ефективна превантивна дейност. Оценката на разрушенията и жертвите се отнася към комплексните задачи, относително слабо изучени и третираны в световната литература. Трудностите са свързани с отсъствието на методологична база, с непълнота на информация за ефектите от минали силни земетресения, с различията между предишното и съвременното състояние на сградния фонд, гъстота на населението и на много други параметри за разглежданата територия. Естествено, до реалистична оценка на последиците може да се достигне чрез тяхното обективно моделиране. Необходими са не само познания за земетресенията и сеизмичните вълни, но и достоверни емпирични данни за земетръсните въздействия, и което е много важно-огромна по обем референтна база за съответната територия. Всичко това трябва да се сведе до една бързодействаща система, удобна за практическо използване, даже и от неспециалисти. Началните етапи по създаването на такава система за страната започват още през 1980 г. и могат да се проследят в редица публикации и разработки, докато в началото на 1992 г. се достига до действащ компютъризиран вариант за оценка на последиците. С разработката на такава автоматизирана система, означавана за краткост като ASEC, нашата страна се оказва изпреварваща позиция спрямо водещи сеизмологични институции и държави в света. Без да се навлиза в детайли, отбелязваме че ASEC е пригодена за работа на РС и може да моделира последиците за земетресения в магнитудния интервал от 4.1 до 8.0 с епицентър в произволна точка от територията на страната или от околните сеизмични зони. Системата ASEC оценява повредите и разрушенията в сградите и съоръженията, човешките загуби (убити и ранени) и стойността на щетите в инфраструктурата на засегнатите селища. От методологична гледна точка основните трудности при създаване на ASEC бяха свързани с определянето, класификацията и статистическата представителност на моделите на земетръсните въздействия върху земната повърхност (връзката въздействие-последствия), както и с подбора и обосновката на надеждни екстраполационни схеми и процедури. Най-съществените елементи на референтната база данни са грижливо подготвени справочници за: географското описание на избраната територия (координатна мрежа, административна подялба, граници и размери на териториалните единици, населени места и др.); сеизмологичните зони, полета и параметри; разпределението на населението в територията (брой, гъстота); спецификацията на сградите и съоръженията и тяхното разпределение върху територията (по брой, тип, размер, устойчивост, експлоатационни условия и др.); сеизмо-геоложките и физико-географските характеристики; статистики на последиците от минали силни земетресения и т.н. Системата ASEC трябва да се разглежда като един модерен информационно-статистически инструмент, способен да предложи максимално правдоподобни във вероятностен смисъл оценки за последиците. За получаване на

по-достоверни интегрални резултати се прилага подхода на така наречените “укрупнени показатели”, което означава изчислителният процес да завършва на избрано ниво на обобщение, ниво, което обезпечава приемлива статистическа представителност на оценките (взаимна компенсация на отклоненията “нагоре” и “надолу”). В момента, за подходящо ниво на обобщение е приета отделната община, като базова административно-териториална единица в страната.

Търсенето на предвестници на земетресенията е сравнително по-ново и все още недостатъчно развито направление в секцията по Сеизмология. В по-ранните изследвания са изучавани само най-общите закономерности, като влиянието на радиус вектора Земя-Слънце върху изменението а средногодишния брой на силните земетресения на земното кълбо, корелацията между фазите на Луната и слабата сеизмичност, връзката между запълването на язовирни чаши и появата на земетресения.

Първите по-конкретни данни от предвестников характер са получени при ретроспективния анализ на нивата на подземните и повърхностните води и на дебитите на извори в България при земетресението от 1977 г. във Вранча.

Разработен е вероятностен модел за прогнозиране на силни земетресения и са получени положителни резултати от неговото прилагане за Егейската сеизмогенна зона и Мексико. При ретроспективен анализ успешно са приложени в Маришката зона някои амплитудни и енергетични признаци при търсене на сеизмогенни предвестници. Подробно ретро изследване е проведено за земетресенията в Стражица през 1986 г., като е установено аномално поведение на предхождащата фоновата сеизмична активност.

В сътрудничество с други секции на института са започнати специализирани електрични, магнитни, гравиметрични и телеметрични измервания за комплексно търсене на земетресенията. В сътрудничество с Геологическия институт и Физическия факултет на СУ са изследвани измененията на дебита, температурата, химизма и радиоактивните компоненти на термални минерални източници преди по-силни местни земетресения. По инициатива на ЦЛВГ започнаха първите опитни работи в Софийската зона по измерване на хоризонталните движения на земната кора. Към момента с GPS измервания се следи общата динамика на кората на територията на цялата страна. Още през 1980 г. бе разработена дългосрочна програма за създаване на комплексен прогностичен полигон в района София-Пловдив, за чието реализиране и до сега не са намерени нужните средства.

3. Земен магнетизъм и гравиметрия

В секцията по Земен магнетизъм и гравиметрия се разработват фундаментални и фундаментално-приложни въпроси от областта на магнитното поле на Земята, произхода му и неговите пространствени и времеви изменения, палеомагнетизма, археомагнетизма, изучаване на гравитационното поле и земните приливи. Освен това се разработват и въпроси, свързани с решаването на обратната гравиметрична и магнитна задача и тяхното прилагане за изучаване на земната кора и търсене на полезни изкопаеми.

3.1. Изследване на съвременното геомагнитно поле

Абсолютните стойности на елементите на земното магнитно поле (ЕЗМП) и техните вариации се измерват в магнитната обсерватория в Панагюрище. Магнитното ниво на обсерваторията се поддържа чрез сравнителни измервания главно с базовата обсерватория Адолф Шмид в Нимегк (Германия). Периодично се провеждат прецизни магнитни измервания на територията на страната за съставяне на магнитна снимка. На тази база в различни мащаби са изчертани нови карти за елементите на земното магнитно поле. Вековият ход на ЕЗМП се проследява по измервания върху 16 пункта, разположени равномерно върху територията на страната. Измерва се средно един път на 3-5 години и се изработват съответни изопорни карти на геомагнитните елементи за периода.

От изследването на аномалното геомагнитно поле у нас чрез аналитично продължение в горното и долното полупространство на няколко нива може да се направят изводи за връзката на геомагнитното поле с дълбочинния строеж на земната кора. Потвърждава се мегаблоковото разделяне на земната кора в България, известно по геологични и други геофизични данни.

Работи се и върху изучаване на дълго периодичните пулсации. По данни от магнитната обсерватория в Панагюрище щателно са анализирани дългопериодичните пулсации и връзката им с отделни геомагнитни индекси, параметрите на слънчевия вятър и между планетното магнитно поле.

3.2. Палеомагнитни изследвания

Лабораторните палеомагнитни изследвания у нас започват през 1965 г., когато се създава палеомагнитната лаборатория към секцията. Първите скални образци са събрани още през 1963-1964 г., като в последствие са изследвани над 5000 ориентирани и неориентирани образци от различни типове скали с различна геоложка възраст и от различни места България, Сибир и Средна Азия, Полша, Чехия и ЮИ Сърбия и др. По-съществените резултати може да се обобщат по следния начин. Изяснени са възможностите за работа с червените седименти на карбона, перма и долния триас в СЗ България. Палеомагнитните посоки и положенията на палеополусите са сравними с валидните за стабилна Северна Европа. У нас не се установяват херцинските деформационни ефекти, характерни за алпийска Европа. Това означава, че от тектонско гледище, Мизийската платформа не е била ротирана по отношение на Източноевропейската през време на алпийските орогенези.

Установени са значителни хоризонтални размествания и ротации на блокове в Средногорието. След късната креда най-значителните измествания към север са установени в Източното Средногорие и Панагюрско (350-400 км). Панагюрската област е ротирана на 14° по часовниковата стрелка. Западното Средногорие е преместено на север с около 80-100 км, като е ротирано на 19° обратно на часовниковата стрелка.

От изследването на гранитоидните скали от така наречената. Маришка интрузивна зона (Витоша-Плана-Гуцал-Капитан Димитриево) се вижда, че при

формирането на Витоша и Плана се е получило обръщане на геомагнитното поле. Плутоните не са по-стари от 80 млн. години и по възраст се подреждат така: Плански-Витошки-Гуцалски-Капитан Дмитриевски. В Източното Средногорие е определена възрастта на Изгревския плутон (80 млн. г.), на Зидаровския плутон (76-80 млн. г.), на Върлибрешкия плутон (72-75 млн. г.). Росенският плутон е още по-стар (турон-сантононска възраст).

Изучени са магнитните и палеомагнитните характеристики на палеогенните вулканични скали и малките интрузии от Маджаровското и Лозенското рудно поле и полето Звездел-Галенит. Установени са съществени отличия в отделните типове скали, различия във възрастта им, в дълбочините на магмените камери и пр. Изследвани са магнитните и палеомагнитните характеристики на киселите вулканични скали в Брацигово-Доспатския масив, Смоленско и Девинско. Установена е многофазовост на вулканизма.

Характеризирани магнитно и палеомагнитно са базалтите от С България по ивицата Свищов-Сухиндол. Установено е, че дълбочината на магмените камери е 50-60 км, т. е. тя се е намирала в горната мантия. Касае се за зона на дълбочинно разломяване с преобладаващи напрежения на разтягане.

Теоретично са разгледани въпросът за произхода и представителността на естествената остатъчна намагнитеност на седиментните скали, образувани в спокойни условия, както и влиянието на смущаващите фактори (брауновото движение, ламинарни и турбулентни движения и др.) върху магнитната ориентация на седиментите.

3.3. Археомагнитни изследвания

През 1967 г. бе поставено началото на археомагнитните изследвания в България с изграждането на съответната лабораторна база. Целта на тези изследвания е да проследят измененията на геомагнитните елементи деклинация, инклинация и интензитет в историческото минало, като се използва остатъчното намагнитване на материали от археологични обекти. За периода 1967-1972 г. са построени първите две криви за територията на България: на инклинацията I и интензитета F за последните 2000 години. Впоследствие бе засилено вниманието върху събирането на ориентирани образци за проследяване и на деклинацията D , както и за продължаване на кривите в по-далечните праисторически епохи. Събрани са и изследвани много хиляди ориентирани и неориентирани образци, вкл. от територията на ЮИ Сърбия, СЗ Африка (Мароко) и други страни. Основните резултати от археомагнитните изследвания у нас могат да се обобщят по следния начин.

Обхванат е вековият ход на геомагнитните елементи D , I и F/F_0 за период над 8000 години, което е уникален резултат за световната наука. Установено е, че възможните периоди на колебание в посоката на древното геомагнитно поле са от порядъка на неколкостотин години. В кривата на интензитета се забелязва непрекъснат ход на увеличение от най-древните епохи докъм 10 век., след което има тенденция към намаляване до съвременността. По български материали е получена кривата на изменението на виртуалния магнитен момент на Земята за последните

8000 години, както и движението на виртуалния магнитен полюс. Получените у нас резултати са сравнени с подобни от съседни територии, за да се потърсят някои по-обща геофизични явления като западен дрейф на недиполната част на полето и др. Построените криви се използват като археомагнитна скала на времето за датировка в световната археологична практика.

3.4. Решаване на обратни геофизични задачи

Решаването на обратни геопотенциални задачи е традиционно научно направление в секцията по Земен магнетизъм и гравиметрия, започнато още с основаването на ГФИ. Това са фундаментални теоретични и приложни изследвания, донесли известност и признание у нас и в чужбина.

Особено внимание е отделено на изследванията върху проблема за единственост на обратната гравиметрична задача. Намерени са редица условия и критерии, които премахват или ограничават многозначността на тази задача. До седемдесетте години на миналия век е работено предимно върху аналогови решения на обратните задачи. Разработени са теоретично редица електрически и електромагнитни устройства за моделиране на гравитационното поле на рудни тела. Някои от тях са реализирани и изпробвани у нас и в чужбина. С навлизането на електронно-изчислителната техника се преминава към търсене на числови решения. Беше създаден оригинален метод за търсене на гравитационни тела чрез заместването им с точкови маси. Разработени бяха редица алгоритми и съответни програми за ЕИМ. Тези разработки и трудове бяха използвани в геофизичната практика у нас, както и от редица автори в чужбина.

Създадена е теория за съвместно решаване на обратната геомагнитна и гравиметрична задача, с което се подобрява единствеността на решението. Бяха разработени нови алгоритми и програми за ЕИМ, включващи симплекс метода и статистическия метод, основан на евристични принципи.

3.5. Изследване на земните приливи

Изследванията на земните приливи също започват още със създаването на Геофизичния институт. Главната цел на тези изследвания беше изясняването на дълбочинния строеж на Земята и земната кора. Работите в тази област се развиват в две основни насоки: обезпечаване на надеждни и продължителни наблюдения върху приливните деформации на земната кора и усъвършенстване на методите за обработка, анализ и интерпретация на наблюденията.

През 1961 г. бе организирана временна гравиметрична станция в София, обезпечила наблюдения на приливните вълни през зимните месеци на 1961-1963 г., от които бе получена първата информация за приливните деформации за обширен район, обхващащ България и съседните страни.

В средата на шестдесетте години на миналия век беше разработен оригинален метод за анализ на земноприливни данни, който намери широко

приложение в света. Впоследствие този метод на няколко пъти беше усъвършенствуван, а от 1975 г. до 1987 г. у нас функционира базова изчислителна лаборатория, в която се обработват земноприливните данни от източноевропейските страни и Русия. В последствие, метода за анализ на земноприливни данни (вече популярен като метод на Венедиков) бе въведен за обработка на световните земноприливни наблюдения в международния център в Белгия.

4. Заключение и бележки

В близко бъдеще Геофизичния институт на Българската академия на науките предстои да отбележи своето полувековно съществуване. Практически зародил се още през 1947 г., със създаването на Секция по физика на атмосферата във Физическия институт на БАН, официално сформиран през 1960 г., днес Геофизичния институт се явява един от водещите и заслужили всеобщо признание институти на БАН. Това което дава облика му, определя и оправдава съществуването му, е важната за страната регионално ориентирана тематика, обезпечаваша необходимите познания за геофизичните полета в нашето геопространство. Веднага трябва да се отдаде заслужено признание на видния български геофизик акад. Л.Кръстанов, които е негов създател и първи директор в течение на първата третина от съществуването му. Благодарение неговото умело ръководство, познания и опит, института израсна и се утвърди като водеща научна организация у нас в областта на геофизичните науки, отвоювала и сериозен авторитет сред световната научна общественост. Умението на Кръстанов да създава творческа атмосфера, неговата принципност в организирането и оценяването на научните изследвания, неговото внимание и поощрение към активните и способни изследователи, изиграха, и традиционно продължават да играят, важна роля в настоящата дейност на института.

Литература

- Милошев Г, 1981. Любомир Кръстанов Кръстанов (1908-1997). В "Бележити български физици", ДИ Народна просвета, София, 1981, 129-138.
- Самарджиев Д и др. (ред.), 1986. 25 години геофизичен институт. Издателство на БАН, София, 1986, 35 с.
- Христосков Л., 1992. 100 години сеизмология в България. Бълг.Геофиз.сп., Том.18 No1, 3-21.
- Христосков Л. Основни етапи и тенденции в развитието на българската сеизмология. Бълг. Геофиз. сп., Том 22 No2, 1996, 12-26.
- Христосков Л., 1998. Първи стъпки на геофизиката и сеизмологията в България. Сп. Вик, 12, 4.
- Christoskov L., G.Tenchov, V.Ivanova, Z.Zhelev, P.Stavrev, I.Petkov, T.Dobrev, D.Mishev, 1998. Geophysical science and education in Bulgaria. Second Nat. Geophys. Conference, 21-23 October, NPC, BGS, Sofia, 17-32.

Investigations of the solid state earth physics at the Geophysics Institute “Acad. Lubomir Krastanov”

acad. Ludmil Christoskov

The investigations of geophysics, inclusive the solid state Earth physics studies, had practically begun in the Bulgarian academy of sciences in 1947, when the section of the Physics of atmosphere had been established at the Physical institute with its first head acad. L.Krastanov. Very important event is the official establishment of the Geophysical institute of the Bulgarian academy of sciences in 1960, later named as Geophysical institute “Academiton Lubomir Krastanov” in honour of his creator, organizer and first director acad. L.Krastanov. At the institute were formed four sections of: Seismology, Earth magnetism and gravimetry, Physics of atmosphere and Physics of ionosphere. Yet, almost 50 years in the institute are realized successfully profound and very important for the country investigations on the solid state Earth physics, namely on: monitoring of earthquake activity, seismic waves theory and practice, seismic zoning and hazard assessment, prognosis of earthquake consequences, inverse potential problems, Earth magnetic field mapping, Earth tides analysis, paleomagnetism, archeomagnetism, etc.