

Доц. д-р Емил Ботев

НИГГГ – БАН
Департамент Сеизмология
София 1113,
ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 3
E-mail: ebotev@geophys.bas.bg



Ем. Ботев е завършил специалност Геофизика в СУ (1979). През 1985 г. защитава докторска дисертация в Института по физика на Земята към АН СССР в Москва. Постъпва в ГФИ – БАН, където се занимава с изследване строежа на средата чрез скоростно моделиране. От 1986 г. е включен към НОТССИ (от 1997 до 2005 г. я ръководи). През 1996 г. е избран за ст.н.с. (дн. доц.). През 2002–2005 г. е зам.директор на ГФИ–БАН, а от 2007 г. ръководител на отдела по Сеизмология към ГФИ (от 2010 г. Деп. Сеизмология в НИГГГ – БАН). От 1997 до 2009 г. е научен секретар на Експертния съвет по сеизмична опасност към Правителствената комисия за защита на населението от природни бедствия, аварии и катастрофи. От 2011 г. е член на УС на Фонд „Научни изследвания“. Има над 140 публикации в страната и в чужбина, посветени на сеизмичността, сеизмотектониката, геодинамиката, съставянето и унифицирането на каталози на земетресенията, оценката на сеизмичния риск, изучаването на регионалното сеизмично поле в България, сеизмичното райониране и др.

Проф. дтн Иван Георгиев

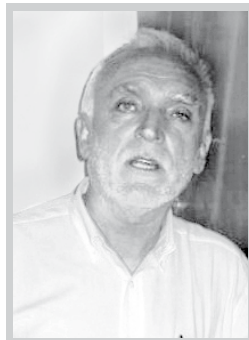
НИГГГ – БАН
Департамент Геодезия
София 1113,
ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 3
E-mail: ivan@bas.bg



Ив. Георгиев е завършил специалност „Геодезия, фотogramетрия и картография“ в УАСГ (1981) и Приложна математика в ТУ, София (1982). От 1984 г. е н.с. в ЦЛВГ–БАН, от 1993 г. е ст.н.с., а от 2011 г. е проф. През 1992 г. е избран за доктор, а през 2010 г. за доктор на техническите науки. Бил е научен секретар (1994–2010 г.) и зам. директор (2003–2010 г.) на ЦЛВГ–БАН, а понастоящем е ръководител на Деп. Геодезия в НИГГГ–БАН. Научните му интереси са в областта на спътниковата геодезия, глобалните спътникови навигационни системи, геодезичните мрежи, перманентните GNSS мрежи, глобалната и регионална геодинамика, съвременните движения на земната кора, теорията на обработката на геодезичните измервания, геодезичната астрономия и астрометрия. Има над 150 публикации в България и в чужбина, в т.ч. 3 монографии. Той е хонорован преподавател в УАСГ, секретар на НК по геодезия и геофизика и нац. представител в Международната асоциация по геодезия.

Проф. дтн Димитър Димитров

НИГГГ – БАН
Департамент Геодезия
София 1113,
ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 3
E-mail: clgdimi@argo.bas.bg



Д. Димитров е завършил специалност „Геодезия, фотogramетрия и картография“ в УАСГ. От 1980 г. е научен сътрудник в Централната лаборатория по висша геодезия (ЦЛВГ) при БАН. От 1985 до 1992 г. ръководи проект „Мониторинг на сеизмогенни зони“ в Алжир. През 1995 г. защитава докторска дисертация и е избран (1996 г.) за ст.н.с. (дн. доц.), а от 2003 г. – за директор на ЦЛВГ. Инициира и ръководи активно сътрудничество с академични институции във Франция, Русия, Чехия, Украйна, Полша, Румъния, Алжир, Гърция, Израел, Италия, Холандия, Китай, Чили. Организира и участва в първата българска геодезична експедиция на о-в Ливингстън в Антарктика. След създаването на НИГГГ–БАН е зам. директор. През 2010 г. е избран за доктор на техническите науки, а от 2011 г. за проф. Има над 100 научни публикации в страната и в чужбина. Основните му научни интереси са в сеизмотектониката. Участвал е в редица научни разработки с общонационално значение.



ГЕОДИНАМИКА НА ТЕРИТОРИЯТА НА БЪЛГАРИЯ И ПРИЛЕЖАЩИТЕ ЗЕМИ

Геодинамична еволюция и статус на централната част на Балканите

Територията на България заема централно място на Балканите, които са част от Източно-Средиземноморската алпийска орогенна система. Ней-

ната тектонска обстановка (фиг. 1) е доминирана от колизията на Арабската и Африканската плоча с Евроазиатската (McKenzie 1970; Jackson and McKenzie 1984, 1988; Jackson 1992). Моделите за движение на плочите, основани на анализа на глобално разположените по морското дъно разломни системи (sea

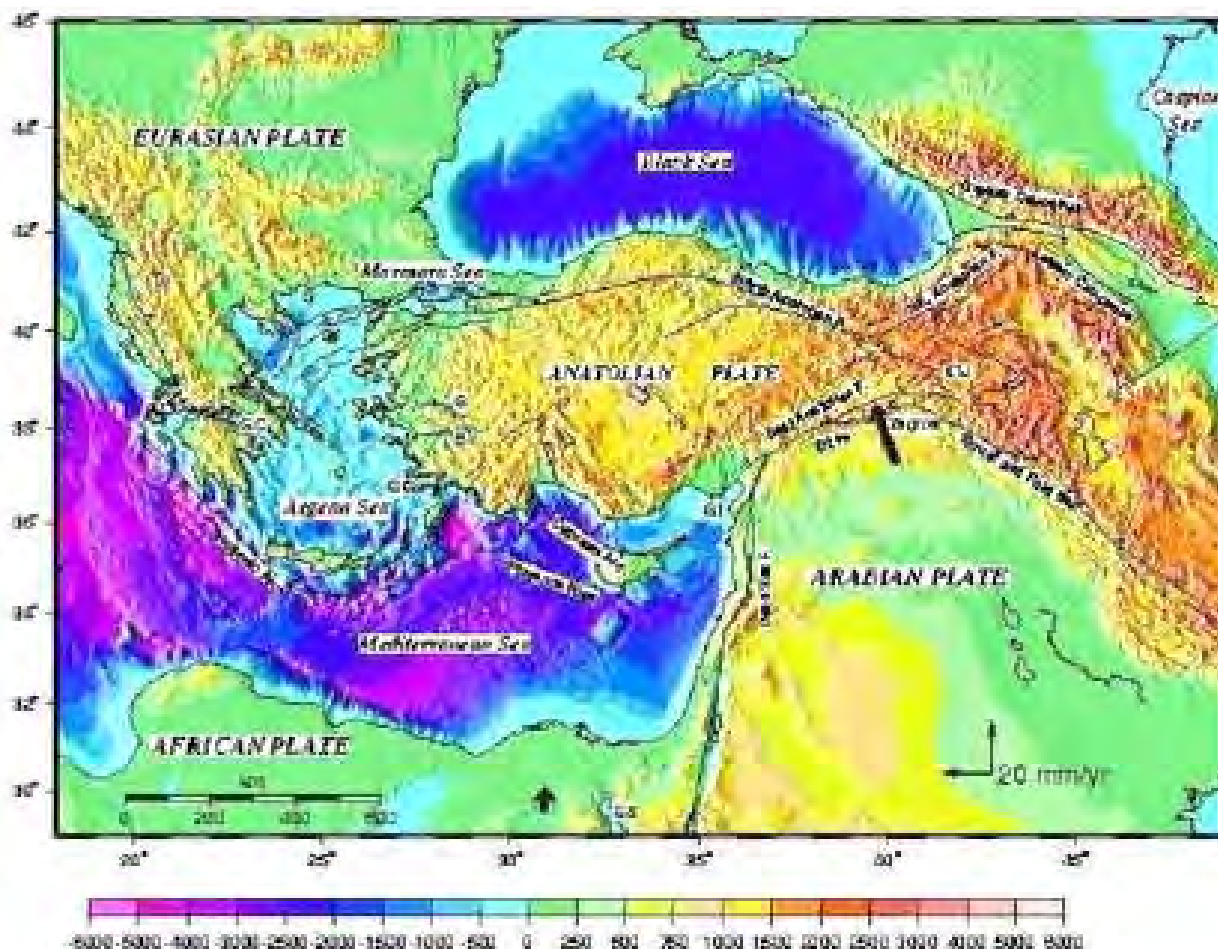
floor spreading) и векторите на сеизмично хлъзгане (earthquake slip vectors) показват, че Арабската плоча се движи в север-северозападна посока спрямо Евразия със скорост от около 18–25 mm/y. Африканската плоча се движи в северна посока спрямо Евразия със скорост от около 10 mm/y. Водещият ръб на Африканската плоча се подпхва (субдукция) по Гръцката дъга (Hellenic arc) под Евроазиатската плоча с по-висока скорост от тази на относителното движение в северна посока на самата Африканска плоча поради слабия ефект на завъртане на плочата.

Сложното взаимодействие на плочите и свързаните с тях деформации на земната кора в Източно-Средиземноморския регион се изразява в много разрушителни земетресения през целия исторически период на регистрирането им. McKenzie (1970) и Jackson and McKenzie (1988) определят границите на плочите, за да изяснят деформациите и изследват принципите, контролиращи континенталната тектоника в региона. Те предполагат съществуването на Егейска плоча, която се движи с различна скорост от тази на Анадолската плоча, и на екстензионна зона с посока север-юг в Западна Турция,

разделяща тези две плочи. Известните данни подкрепят регионалната екстензия с доминираща посока север-юг, и всички са единадушни по отношение на екстензионния режим в земната кора в посока на северозапад от Северноанатолския разлом (NAF – North Anatolian Fault).

В резултат на обработка и анализ на GPS измервания през периода 1988–1998 г., извършени по различни проекти, обединени под общото наименование “Източно Средиземноморие”, са получени скоростите на 193 точки в района от Кавказ до Западна Гърция (фиг. 2).

Югозападният Егейски район – Пелопонес, се движи на юг-югозапад спрямо Евразия със скорост 35 ± 2 mm/y по кохерентен (съгласуван) начин с малки вътрешни деформации (< 2 mm/y). Източно-егейският регион се отклонява значително от това кохерентно движение, като се завърта в посока, обратна на часовата стрелка и се движи към Гръцката дъга, т.е. на югоизток, със скорост 9 ± 1 mm/y спрямо югозападна Егея. Общият вид на кинематичните деформации, получен от GPS измерванията за Анадола и Егея, е качествено подобен на този, предложен



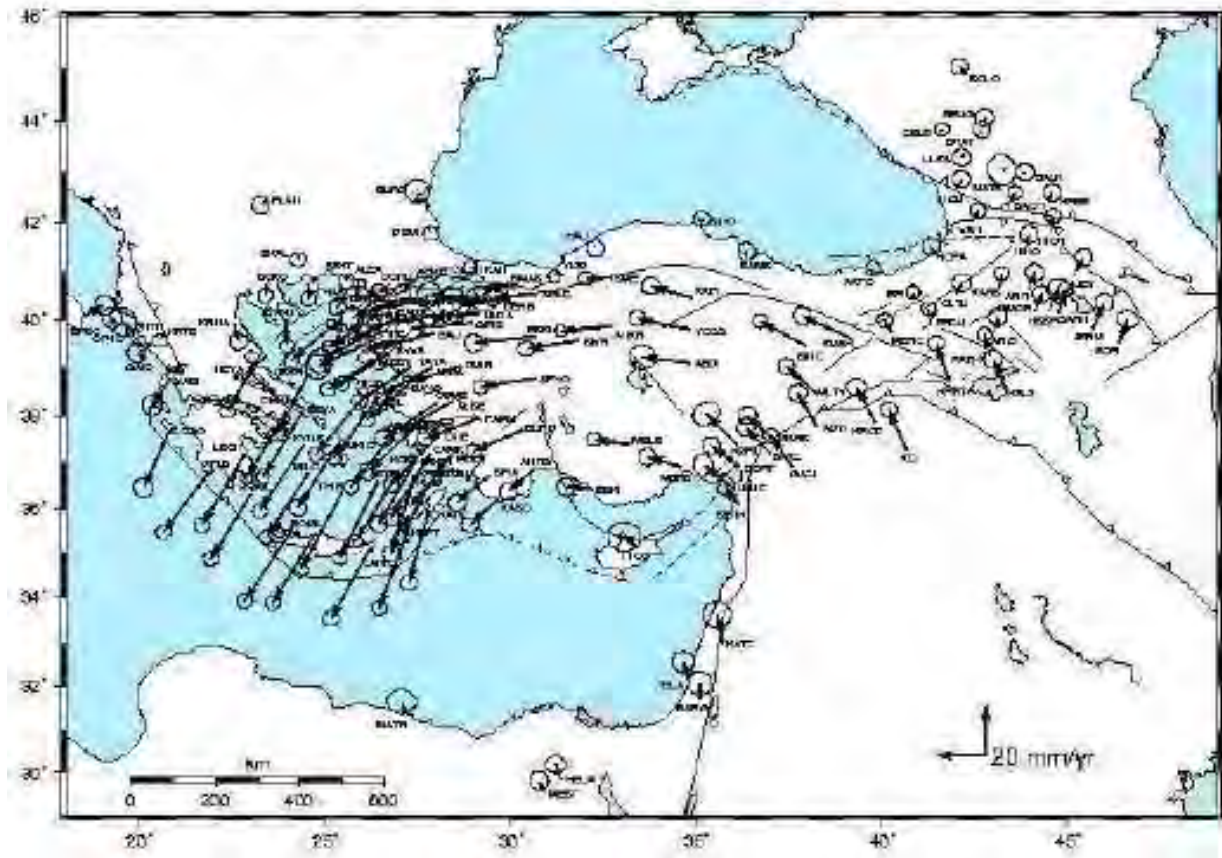
Фиг. 1. Тектонска карта на района на Източното Средиземноморие (по McClusky et al., 2000)

Fig. 1. Tectonic map of the East Mediterranean Region (McClusky et al., 2000)

от McKenzie (1970). Относителното движение на запад и преобразуването му в добре изразено преместване на югозапад със скорости по-високи от 30 mm/y в Егейската област обозначава сложните процеси в земната кора и в мантията на тази част от Евразия. Отделянето на плочите в мантията възпрепятства движението на Анадолската плоча на запад и го трансформира в ориентирано на юг движение.

В съвременен аспект геодинамиката на региона се определя основно от субдукцията на Африканската плоча в зоната на Егейската дъга и колизията на Арабската, Анадолската и Егейската с Евразийската плочи (фиг. 2). Както е известно, съществуващите съвременни субдукционни процеси около Хеленската арка (Южна Гърция) предизвикват основно екстензионен режим в разположения на север Егейски регион (Иванов и др., 2008; McClusky et al., 2000). Съществуването на такъв геодинамичен режим по българските земи едва ли може да бъде обяснен само с тези съвременни субдукционни процеси, доколкото територията на България е сравнително далеч от Хеленското заддъгово пространство. В същото време има много хипотези с доказателства

за палеосубдукционни процеси под Централни Балкани (Voccaletti et al., 1974; Papazachos, 1976; Botev, 1985; Babushka et al., 1986; Spakman, 1986; Botev et al., 1987; Shanov et al., 1987; Shanov, 1987; Dabovski et al., 1989; Riazkov and Shanov, 1990; Shanov et al., 1992; Kondopoulou et al., 1996; Papazachos and Nolet, 1997; Shanov, 1998). Всички тези хипотези поддържат най-малко два обобщаващи варианта: за една стара палеосубдукция от юг и югозапад на север и североизток под Вардар-Измирската офиолитова аркоподобна зона, и една по-млада палеосубдукция, ориентирана от запад-югозапад към изток-североизток в Йонийския и Адриатическия басейни (фиг. 3). Развитието на тези субдукционни процеси се приемат като основна причина за формирането на дебела кора и дълбоки литосферни "корени" под Македоно-Родопския срединен масив (Централни Балкани). Коровото удебеляване и ниската плътност на кората и на най-горната мантия (Botev et al., 1992), предизвикани от палеосубдукциите, индуцират изостатически компенсирано издигане на повърхността (Zagorchev, 1992) с мантиен диапиризм и последващ приповърхностен екстензионен колапс на късно-алпийското Македоно-Родопско пространство.



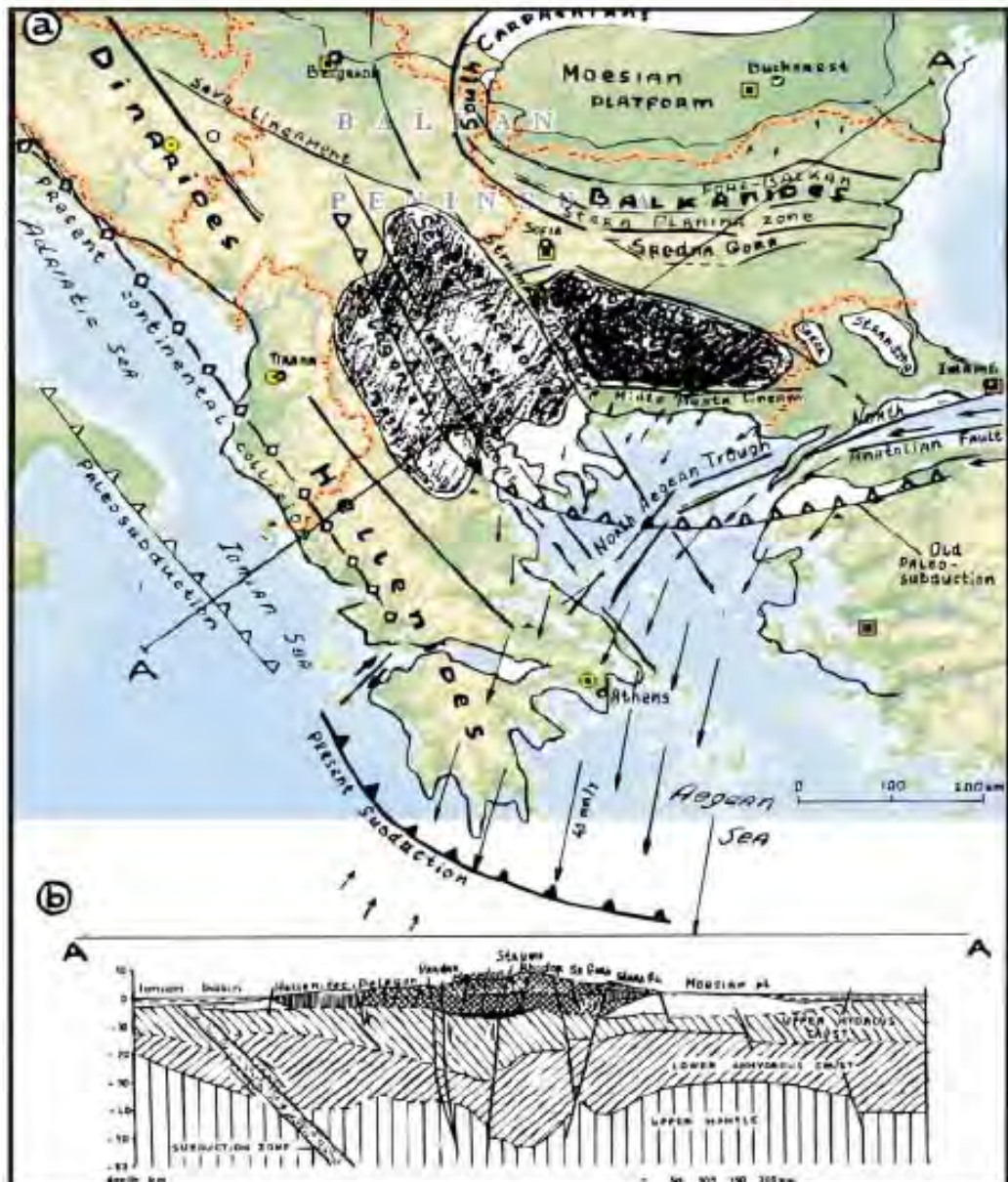
Фиг. 2. Горизонтални скорости, определени от GPS измервания за периода 1988–1997 г. в Източното Средиземноморие (по McClusky et al., 2000)

Fig. 2. Horizontal velocities in the East Mediterranean Region determined by GPS measurements during the period 1988–1997 (by McClusky et al., 2000)

Съществуването на съвременна тектонска активност в и около Македоно-Родопския масив се свързва със съвременното издигане на региона, който се характеризира с най-дебелата земна кора в Централни Балкани (Беяшки, 2008; Михайлов, 2008; Geodynamics of the Balkans, 1980). Проявата на съвременни субхоризонтални екстензионни напрежения при описаните по-горе условия се обясняват чрез модела на Dewey (1988) за пост-колизияния приповърхностен екстензионен колапс на орогенното пространство. Този приповърхностен колапс на най-удебелената част на Централните Балкани е довел до формиране на първоразрядни

кулолообразни области като Пелагонойския, Сръбско-Македонския, Родопския, Средногорския масиви (Zagorchev, 1992; 1996).

Последващото изостатично издигане предизвиква диференцирани неотектонски движения по край тези масиви и формира известните първоразрядни разломни зони като Вардарска, Струмска, Маришка, Средно-Местенска и други по-малки куполообразни структури (фиг. 3). Като резултат се получава известната сложна тектонска мозайка от хорстови и грабенови структури, разделени от много трансверсални разломи (Zagorchev, 1992). Аналогична хипотеза за формирането на второразрядни



Фиг. 3. Геодинамична еволюция на Централната част на Балканите

Fig. 3. Geodynamic evolution of the Central Balkan part

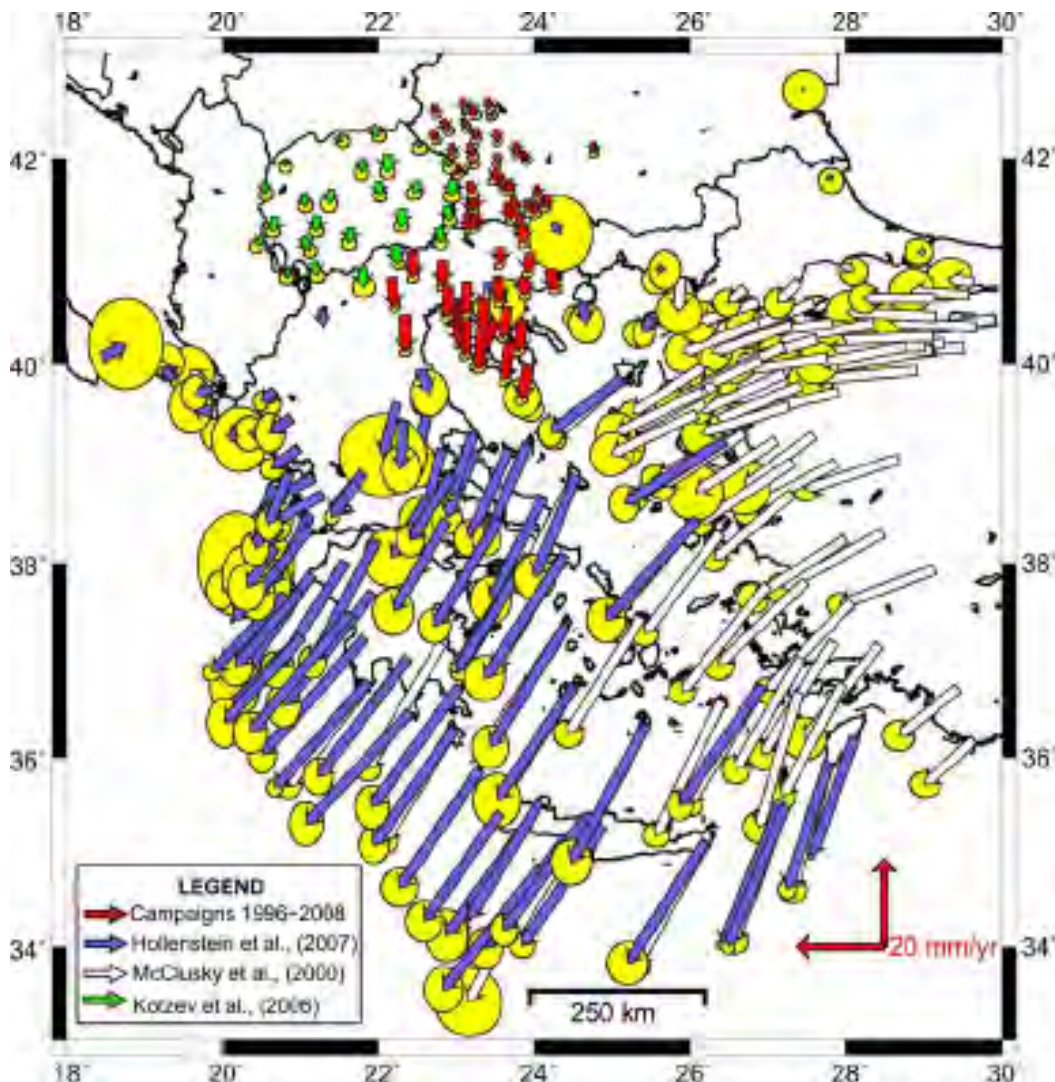
купулообразни структури с приповърхностен екстензионен колапс (водещ до екстензионен режим на повърхността) въз основа на геоложки данни за високотемпературни формирания в и около Родопския масив изказва St. Shanov (1998).

Според G. Papadopoulos et al. (1986), D. Kondopoulou et al. (1996), Ж. Иванов и др. (2008) съществуват доказателства за значимо влияние на движенията на Анатолийската плоча върху Балканското пространство след късния миоцен. За нашето пространство това влияние се състои основно в отваряне на юго-източните маргинални части на Родопската и Средногорската зони, с последваща ротация на Странджа и Сакар по часовниковата стрелка. Съгласно Tz. Tzankov et al. (1998), късно-миоценската ротация на Родопския масив предизвиква разтягане и отваряне на кората, маркирано от мантийни диапирни по границата между Родопския и Средногорския

масив. Като следствие по-нататък във времето се формира Горнотракийската депресия.

Геодезични изследвания на геодинамични процеси за територията на България и прилежащите земи

Съвременните геодезични методи и съвместният им анализ с геоложки и сеизмотектонски данни позволява да се установят общи зависимости между наблюдаваните геодинамични явления. Геодезичните изследвания, свързани с изучаване на съвременните геодинамични процеси за територията на България, бяха твърде ограничени по своя обхват и прилагани методи до навлизането в практиката на съвременните космически методи, главно на Глобалната система за позициониране (Global Positioning System – GPS). Този метод



Фиг. 4. Хоризонтални скорости по GPS данни за Централната част на Балканите

Fig. 4. Horizontal speeds by GPS data for the Central Balkan part

предлага нов и ефективен подход за определяне на пространственото положение на точки от земната повърхност. Най-новите геодезични GPS приемници позволяват почти в реално време да се определя хоризонталното положение на точките с милиметрова точност и при натрупване на наблюдателна информация от няколко години да се определя с голяма достоверност векторното поле на хоризонталните скорости на точки от земната повърхност и съответно – на отделните тектонски структури.

Както се видя по-горе, GPS-измерванията на повърхностната корава деформация през последните години (Kotzev et al., 1998; Papazachos et al., 1998; McClusky et al., 2000.) доказват, че най-големите хоризонтални движения (около и над 30 mm/y) се регистрират в централната и южна част на Егейската зона (фиг. 4). В същото време някои измервания в Северна Гърция показват значително по-ниски скорости в южно направление (5–6 mm/y). Получената значима разлика в скоростите на придвижване говори за съ-

ществуването на екстензионна провинция в района на Северна Гърция. Според V. Kotzev et al. (1998), I. Georgiev et al. (2006, 2007) Югозападна България се характеризира със скорости около 2–3 mm/y в североизточна посока. Съгласно същите автори няколко точки на измерване в Северна България демонстрират подобни и по-ниски скорости на придвижване в север-североизточна посока. Различните ориентации на движенията в Северна Гърция, от една страна, и в Западна и Северна България от друга (фиг. 2), могат да се обяснят с наличието на субхоризонтални екстензионни напрежения в Южна и Югозападна България. На същата фигура се вижда, че пространството между Северноегейския ров и Средноместенския разломен линеамент (южната периферия на Родопите) играе ролята на буферна зона между Егейската плоча (с високи приповърхностни хоризонтални скорости) и относително бавно движещите се части на централно-балканските области. Екстензионният режим в областта на Северна Гърция (маркиран от разликата в скоростите) и опосредственото



Фиг. 5. Фокални механизми на земетресенията, използвани за оценка на регионалните напрежения и деформации на територията на България и прилежащите земи

Fig. 5. Focal mechanisms of earthquakes, used for valuation of the regional tensions and deformations on the territory of Bulgaria and its adhering lands

влияние на високите скорости на запад-югозапад в северната част на същинската Егейска плоча, допълнително подпомагат отварянето на югоизточното маргинално продължение на Средногорската структурна провинция. По-ясните екстензионни процеси в Южна и Югозападна България са в посока север-юг и образуването на съответните структури е с посока изток-запад, например Софийският грабен, Симилийският грабен, Горнотракийският грабен и др. В източна посока, към Черно море, екстензия липсва или е с много малки стойности, за да бъде установена за периода на измерванията. На фона на общата доминираща екстензия в Южна и Югозападна България се наблюдават и локални зони на екстензия, компресия и ротация в резултат на разликите от относителното придвижване на отделни блокове (Иванов и др., 2008). Доколкото модерните геодезични GPS изследвания в България са все още твърде ограничени по своя обхват, от изключително значе-

ние за изучаване на съвременните геодинамични процеси са изследванията на напреженията и деформациите на земната кора по сеизмологични данни за механизмите на земетресенията.

Поле на напреженията и деформациите на територията на България по данни за механизмите на земетресенията

Базата от сеизмологични данни за механизмите на земетресенията дава допълнителна информация за модела на геодинамиката на България. За целите на количественото моделиране на напреженията и деформациите се използва примерно сеизмично зонирание с акцентуване на основните сеизмологични параметри (в това число и фокални) за всяка зона (Votев et al., 2007). За получаване на осите на напреженията на регионалния тензор на геотектонските напрежения във всяка зона е използвана методика-



Фиг. 6. Геодинамичен модел на Централната част на Балканите (по Votев et al., 2007)

Fig. 6. Geodynamic model of the Central part of the Balkans (by Votев et al., 2007)

та на Gephart (1990), а за оценка на реализираната деформация са използвани моментните тензори на земетресенията съгласно подхода и релациите на Kostrov (1974). Окончателните резултати от пресмятането на тензорите на регионалните напрежения са представени подробно от Ем. Ботев (2011, вж. с. 24). След предварителните тестове за съвместимост при конкретното прилагане на данните за фокалните механизми са наложени някои редукиции, отразени в броя на използваните земетресения по зони.

Относно параметрите на решенията на механизмите в окончателния каталог от използваните 192 земетресения (Ботев, 2011) можем да обобщим, че земетресенията са предимно от разседен тип с известна отседна компонента (фиг. 5). Като цяло, нормалните разседни движения са преобладаващи (средно 73 %) за почти цялата страна. Териториално това преобладаване намалява от югозапад на североизток където, разседният и възседният тип са в равновесие. Този резултат напълно съвпада със споменатите по-горе геодезични данни за явни екстензионни процеси в Южна и Западна България, и за неявни такива на изток-североизток. За преобладаващия нормален разседен тип механизми се очертава явно доминиращо направление на осите на декомпресия (или екстензия) за цялата страна – приблизително север-юг (NNW-SSE) с ъгъл на затъване средно 15–25° спрямо хоризонта, докато осите на компресия са със значително по-голяма степен на вариации и средно ESE-WNW направление и 25–50° ъгъл на затъване.

От анализа на резултатите представени по зони (Ботев, 2011) се вижда, че в приповърхностен хоризонтален план *Горнооряховската зона* се характеризира с преобладаващи север-северозападни екстензионни напрежения. В същото време максималните компресивни напрежения са ориентирани в посока изток-запад. Нормален екстензионен режим се наблюдава също в *Шабленската зона* и *Средногорската зона* – максималните компресивни напрежения са ориентирани в посока изток-югоизток за Шабленската зона, докато за Средногорската зона са ориентирани в североизточна посока. Максималните компресивни напрежения за всички дотук изброени зони са с почти вертикална ориентация, докато екстензионните напрежения са практически хоризонтални и имат близка север-североизточна или чисто североизточна ориентация. Режим на напреженията за разседен характер на приповърхностните движения, но със значителна отседна компонента, се създава в *Струмската зона*. Екстензионните напрежения и тук отново са практически хоризонтални със северна ориентация, докато компресивните напрежения вече са значително по-полегати с изток-североизточна ориентация и биха могли да доведат до хоризонтални придвижвания по предварително оформени разломни

плоскости с подходяща посока. *Родопската зона* се характеризира с параметри на тензора на напреженията за типично отседен режим – максималните компресивни напрежения са практически хоризонтални с посока изток-запад, а екстензионните са по нормалата им със субхоризонтален наклон.

От тектонска гледна точка прави впечатление, че получените параметри на полетата на регионални напрежения за Горнооряховската и Шабленската зона се съгласуват помежду си във висока степен. Този факт вероятно обективно отразява единния тектонски произход на зоните принадлежащи на относително стабилната и еднородна Мизийска структурна провинция. От друга страна, значителното разминаване в параметрите на тензорите на регионалните полета на напреженията в Струмската и в Родопската зона вероятно отразява влиянието на силно хетерогенния и метаморфозиран строеж на иначе общата им структурно-тектонска основа – Македоно-Родопския масив.

При сравнението на параметрите на регионалните полета на напрежения в България с тези на регионалните тензори на сеизмична деформация се установява, че направленията на отделните главни оси на напрежения в повечето случаи не съвпадат с тези на съответните главни оси на деформация. При условие, че приемем полето на сеизмичната деформация като достатъчно представително за тектонското поле на деформациите, можем да направим поредния извод относно силно хетерогенния характер на полето на напреженията в българските сеизмични зони. Този извод се базира на факта, че несъвпаденията между полетата на напреженията и деформациите е характерно за земите с дълговременна активна тектоника (наличие на многообразни отслабени структури).

Някои заключения от геодинамичния анализ на напреженията и деформациите на територията на България и прилежащите земи

Резултатите от анализа на фокалните механизми и тензорите на напреженията в сеизмичните зони на българска територия показват значимо съответствие с изложения по-горе геодинамичен анализ на ситуацията в Централните Балкани и прилежащите земи. Получените преобладаващи екстензионни напрежения за българското пространство с приблизително направление север-юг се обясняват чрез двата основни регионални геодинамични процеса – постколизийния приповърхностен колапс на орогените в Македоно-Родопския масив (подпомаган в днешно време от притискането в дълбочина на Адриатическата плоча) и високите хоризонтални скорости на придвижване на юг в Егейската зона. Влиянието на втория процес, изключително активен в наши дни, може да се търси както в отварянето на югоизточното пространство на Средногорската

структурна провинция чрез увличане и ротация на Родопската зона, така и във формирането на област с ясно изразени екстензионни свойства в района на Северна Гърция (фиг. 2, 4 и 6).

Въз основа на този анализ получените регионални тензори на напрежения, предполагащи не съвсем очевидно значими отседни движения в Струмската и Родопската зони (граничещи със Северноегейското пространство), биха могли да се разглеждат като естествено отражение на феноменалните за Европа отседни движения по продължение на Северноегейския ров (фиг. 6.).

Значителен брой вертикални движения от решенията на фокалните механизми се подкрепят от геоложки и геодезични данни в Горнооряховската зона и Шабленската зона, където тензора на напреженията индикира преобладаващ нормален разседен режим (Ботев, 2011). Направлението на осите на максимална компресия, ориентирани приблизително на изток-запад в Шабленската зона, може да се асоциира с остатъчните ефекти на притискането от изток на северната част на Черноморската плоча – резултат от дълговременната рифтогенеза в централната част на северно Черно море.

Екстензионният режим на напреженията в Средногорската зона се подвърждава от различни признаци на рифтогенеза и се съгласува с интерпретацията на днешната екстензионна тектоника за късноалпийската еволюция на зоната с продължаващо и в момента потъване на основните депресионни структури (Беляшки, 2008; Иванов и др., 2008). Тези морфоструктури са обградени от неотектонски и кватернерно активни разломни системи и са запълнени с неоген-кватернерни седименти със значителна дебелина. Според някои изследователи, различните геоморфоложки критерии, приложени за разпознаване на активните разломи, показват

преобладаващо листрично разломяване през кватернера. Това листрично разломяване, както и кватернерната активност на самите депресии, е признак за дълговременна субхоризонтална екстензия, която продължава и до наши дни. Според G. Alexiev (1999), Tz. Tzankov and G. Nikolov (1998), Tz. Tzankov et al. (1998) и др., съществуването на листрично разломяване е отличителна характеристика на повечето неотектонски и кватернерни депресии не само в Средногорската зона.

В предварително заложеното и повсеместно листрично разломяване може да се търси и причината за несъвпадение между осите на тензорите на напреженията и деформациите (вж. табл. 1 и 2 в Ботев, 2011, с. 21 и 27). Съгласно Wyss et al. (1992), несъвпаденията между осите на напреженията и деформациите води до предположението, че земната кора не може да се разглежда с хомогенни якостни характеристики (или като равномерно издръжлива на напрежение). За обемите на равномерно напрегнати материали е характерно приблизително съвпадение на главните оси на напрежение и деформация. Но ако в средата съществува повърхнината със занижени напречни якостни характеристики или отслабени зони (като предишни разломни повърхнини), ориентацията на принципните оси на тензорите на напреженията и деформациите може да се различава съществено. Това се дължи на факта, че много малки напречни (тангенциални) напрежения върху тази повърхнина са в състояние да провокират приплъзване по повърхнината, даже в случаите, когато тя не е разположена благоприятно към направлението на действащите напрежения. В чисто тектонски план този феномен се благоприятства и засилва при условията на предварително заложеното в земната кора неколкостепенно листрично разломяване, каквито са условията на много места в България.

Литература

Беляшки, Т. Карта на съвременни вертикални движения на земната кора на територията на Република България. Отчет за новото сеизмично райониране. Архив НИГГГ, 2008.

Георгиев, И. Хоризонтални движения на земната кора в България определени от GPS измервания. Отчет за новото сеизмично райониране. Архив НИГГГ, 2008

Иванов, Ж. и др. Геоложка, неотектонска и сеизмотектонска изученост на територията на България и съседните региони. Отчет за новото сеизмично райониране. Архив НИГГГ, 2008

Михайлов, Е. Гравиметрична карта на Република България. Отчет за новото сеизмично райониране. Архив НИГГГ, 2008

Alexiev, G. The role of intense destructive taphrogenesis in shaping the morphostructural patterns of Bulgaria territory. *Problems of Geography*, 1999, 4, 46–57.

Babushka, V., Plomerova J. and Spassov E. Lithosphere thickness beneath the territory of Bulgaria – a model derived from teleseismic P residuals. *Geol.Balcanica*, 1986, 16, N5, 51–54.

Boccaletti, M., Manetti P. and Peccerillo A. (1974): The Balkanides as an instance of back-arc thrust belt: possible relations with the Hellenides. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 1974, 85, 1077 – 1084.

Botev, E. Structure of the lithosphere of the Balkans from the seismological data. PhD thesis, Moscow, 1985 (in Russian), 180 pp.

Botev, E., Burmakov Ju.A., Treussov A.V and Vinnik L.P. 3-D velocity inhomogeneities in the mantle beneath the central part of Balkan region (in Russian). *Bulg.Geoph.J.*, 13, N1, pp 43–53.

Botev, E., D.Slejko, G.Bressan, P.Bragato, R.Glavcheva. In the geodynamics of Bulgarian lands through seismological data. Monograph on the Geodynamics of the Balkan Peninsula within the Framework of CERGOP–2. Warszawa, 2007, pp 149–168.

Dabovski Ch., Bojanov I., Harkovska A., Tzankov Tz., Zagorchev I., Karagjuleva Ju., Kostadinov V. and Paskalev M. Late Alpine collisional orogen on the Balkan peninsula, Extended abstracts of the XIV Congress of the Carpatho-Balkan geological association, Sofia, 1989, pp.499–502.

Dewey J.F. Extensional collapse of orogens. *Tectonics*, 1988, 7, N6, 1123–1139.

Georgiev, I., D. Dimitrov, L. Pashova, St. Shanov, G. Nikolov, E. Botev. Geodetic constrains on kinematics and dynamics in South-western Bulgaria, BAS, Geodesy, 2006, 17, 70–84

Georgiev, I., D. Dimitrov, T. Belijashki, L. Pashova, S. Shanov, G. Nikolov. Geodetic constraints on kinematics of Southwestern Bulgaria from GPS and levelling data, In: The Geodynamics of the Aegean and Anatolia, Geological Society Special Publication 291, Publ. House, UK, 2007 (in press).

Gephart J.W. FMSI: A FORTRAN program for inverting fault/slickenside and earthquake focal mechanism data to obtain the regional stress tensor. *Comput.Geosci.*, 2007, 16, 953–989.

Kondopolou D., Atzemoglou A. and Pavlides S. Paleomagnetism as a tool for testing geodynamic models in the North Aegean: convergences, contraversies and a further hypothesis. *Paleomagnetism and tectinocs of the Mditerranean region*, *Geol.Soc.Sp.Publ.*, 1996, 105, 277–288.

Kostrov B.V. Seismic moment and energy of earthquakes and seismic flow of rock. *Izv. Acad. Sci. USSR Phys. Solid Earth, Engl. Transl.*, 1974, 1, 23–44.

Kotzev V., Burchfiel B., King R., McClusky S. and Reilinger R. Crustal deformation in Bulgaria: Results from regional GPS measurements 1994–1997. *Proceed. of Symposium "50 years CLHG in Bulgaria"*, Sofia, 1998, 25–37.

McClusky, S., S. Balassanian, A. Barka, C. Demir, S. Ergintav, I. Georgiev, O. Gurcan, O. Hamburger, K. Hurst, H. Kahle, K. Kastens, G. Kekelidze, R. King, V. Kotzev, O. Lenk, S. Mahmoud, A. Mishin, M. Nadariya, A. Ouzounis, D. Paradissis, Y. Peter, M. Prilepin, R. Reilinger, I. Sanli, H. Seeger, A. Tealeb, M. Toksoz & G. Veis. Global Positioning System Constraints on Plate Kinematics and Dynamics in the Eastern Mediterranean and Caucasus. *JGR*, 2000, 105 (B3), 5695–5719.

Papadopoulous G.A., Kondopoulou D.P., Leventakis G.A., Pavlides S.B. Seismotectonics of the Aegean region. *Tectonophysics*, 1986, 124, 67–84.

Papazachos C.B. and Nolet G. P and S deep velocity

structure of the Hellenic area obtained by robust nonlinear inversion of travel times. *J.Geophys Res.*, 1997, 102, 8349–8367.

Papazachos B.C., Papadimitriou E., Kiratzi A., Papazachos C.B. and Louvari E. Fault plane solutions in the Aegean sea and surrounding area and their tectonic implications. *Boll. di Geof. Eor. Ed Apl.*, 1998, v. 39 (3), 199–218.

Riazkov H. and Shanov St. Deep cross section of the Rhodopes according to geophysical data. *Geol.Rhodopica*, 1990, 2, 1–8

Shanov St. Seismotectonic model of the Maritza seismic region (in Bulgarian). In: *Proceedings of the Symposium "Geodynamic investigations on the 1928 Plovdiv earthquakes"*, Sofija, 1998, 101–112.

Shanov St., Riazkov H. and Bojanov I. The Rhospoe region in the light of the new geophysical interpretations. *Abstracts of the First Bulg./Greek Symp. On Geol. Phys. Geogr. of the Rhodope massif*. Smolian, 1987, 19–20.

Shanov St., Spassov E. and Georgiev Tz. Evidence for the existence of a paleosubduction zone beneath the Rhodopian massif (Central Balkans). *Tectonophysics*, 1992, 206, 307–314.

Spakman W. Subduction beneath the Eurasia in connection with the Mesozoic Tethys. *Geol.Mijnbouw*, 1986, 65, 145–155.

Tzankov Tz., Kurtev K., Shanov St. and Nikolov G. On the genesis of the Upper Trachian depression (SE part of the Balkans) (in Bulgarian). In: *Proceedings of the Symposium "Geodynamic investigations on the 1928 Plovdiv earthquake"*, Sofija, 1998, 113–118.

Tzankov Tz. and Nikolov G. Contemporary geodynamic aspects of Bulgarian geodesy (in Bulgarian). In: *Proceedings of the Symposium "50 years of CLHG in Bulgaria"*, Sofia, 1998, 53–62.

Wyss, M., Liang B., Tanigawa W.R. and Wu X. Comparison of orientations of stress and strain tensors based on fault plane solution in Kaoiki, Haway. *Journ. of Gephys. Res.* 97, 1992, n. B4, 4769–4790.

Zagorchev I. Neotectonics of the central parts of the Balkan peninsula: basic features and concepts. *Geologische Rundschau*, 1992, v.81, N3, 635–654.

Zagorchev I. Late Alpine (Paleogene-earliest Neogene) and neotectonic development of the central parts of the Balkan peninsula. *Zeitschrift der Deutscher Geologischen Gesellschaft*, 1996, v. 24, N1–2, 91–112.

GEODYNAMICS OF THE TERRITORY OF BULGARIA AND ITS ADHERING LANDS

Assoc. Prof. **Emil Botev**, Ph.D.

Prof. **Iv. Georgiev**, Ph.D.

Prof. **D. Dimitrov**, D.Cs.

National institute of Geophysics, Geodesy and Geography – BAS

Summary

This paper analyses the geodynamic status and evolution of the territory of Bulgaria and its adhering lands. Valuation of the regional tensions by seismologic data and their joint analyses with geodetic, geologic and seismic-tectonic data make possible the establishment of common relationships among the observed geodynamic phenomena.