

## Сеизмичните проучвания в Североизточна България— състояние и проблеми

Я. Якимов

Предприятие за геофизични проучвания и геоложко картиране, 1505 София

J. J a k i m o v — *Seismic studies in Northeast Bulgaria—state and problems*. On the basis of the main indicators — sites and formations studied, area, methods, types of seismic stations, data processing and institutions — 27 stages are divided in the development of the seismic studies in NE Bulgaria in the period 1949—1989. The time span of 40 years is divided into 4 periods: 1949—1960, 1961—1970, 1971—1980 and 1981 to present. The information for each period is illustrated in graphs and histograms. The zonation of the territory, based on the intensity of seismic studies, is shown. The main methods and geological results are summarized. The paper outlines also the main tasks of the seismic studies in the next few years and some long term problems in view to improve their efficiency in the prospecting for interesting sites for deep oil drilling.

Създаването и развитието на българската нефтена геофизика и в частност на сеизмиката за целта на нефтопроучването в Североизточна България са били предмет на разглеждане от редица автори (Д о б р е в, 1957; Д а ч е в, 1968, 1988; М и н к о в с к и и др., 1970; Й о р д а н с к и, Д о б р е в, 1972; Я к и м о в, 1976; Я к и м о в и др., 1990). По повод на 40-годишнината от началото на сеизмичните проучвания е направен кратък обзор и анализ на същите, което ще спомогне за оформянето на по-пълна и по-правилна представа както за постигнатите успехи, така и за допуснатите слабости.

В изложението ще намерят място въпросите за проведените сеизмични работи в Североизточна България и частично на прилежащия ѝ Черноморски шелф: насоки и етапност, райони и площи, развитие по години, методи, обеми, вид и мащаб, най-важни резултати и др.<sup>1</sup>

### Основни насоки и етапи на сеизмичните проучвания

За прегледност основните етапи в развитието на сеизмичните работи са дадени в табл. 1.

Обособяването на етапите е извършено, като е отчитано действието на основните фактори, определящи развитието на сеизмичните проучвания: дадените насоки и поставените геоложки задачи, териториалния им обхват, внедряването на методи, технически и методични средства и др. Обзорният характер на настоящата публикация позволява вместо отделните 27 етапа изминалите 40 години да бъдат разделени на 4 почти десетилетни периода: 1949—1960, 1961—1970, 1971—1980 и след 1981 г. В исторически аспект ще бъдат посочени и най-характерните моменти от сеизмичните работи: започването, съсредоточаването, преустановяването и отсъствието на такива (фиг. 1).

<sup>1</sup> Текстът за състоянието на използваната техника и прилаганата методика не е включен в статията поради ограничен обем.

Таблица 1

## Етапи на сеизмичните проучвания

№ по ред	Основни показатели	От г. до г.	Кратка характеристика	Забележка
1	Обекти на изучаване	1949 1951 1958 1963 1974 1989	палеоген горна юра — валанжин средна и долна юра среден триас перм — карбон карбон — девон	
2	Териториален обхват	1949 1958 1960—1985 1970	СИ България СЗ България Черноморски шелф ЮИ България	с прекъсване
3	Основни методи	1949—1974 1949—1972 1962—1972 1968—1970 1968 1969	МОВ КМПВ МРНП ДСИ ВСП МОДТ	
4	Тип запис	1949—1967 1968—1984 1976	осцилографен аналогов цифров	
5	Тип обработка	1949 1969—1976 1976	обикновена аналогова цифрова	
6	Тип сеизмичен източник	1949 1987	взривни материали вибратори	
7	Ведомство	1949—1958 1959—1965 1966	Геологопроучвателна бригада — Варна Бригада за търсене и картиране Предприятие за геофизични проучвания и геолошко картиране	

Началото на сеизмопроучването е поставено през 1949 г. Съгласно с договор с Министерството на геологията на СССР в състава на сформирания първа българо-съветска комплексна експедиция за търсене и проучване на нефтени и газови находища с база гр. Варна започват работа и геофизични групи (сеизмична, електропроучвателна и сондажно-геофизична), в които вземат участие и български специалисти.

През началния етап на сеизмичните проучвания по методите на отразените (МОВ) и пречупените (МПВ) вълни обект на изучаване са седиментите на палеогена във Варненската моноклинала и Долнокамчийското понижение (ДКП). Изменението на тези насоки по териториален и стратиграфски обхват, изразяващо се в ориентиране на работите към изследването на строежа на валанжинските варовици върху Севернобългарския свод, беше обусловено от първия газо-нефтен фонтан в България от горната част на посочените варовици край с. Тюленово през 1951 г. През 1958 г. е поставено началото на сеизмични работи в Северозападна България (Видински и Михайловградски район). Специално място заемат опитно-методичните изследвания по МОВ в Югоизточна Добруджа, извършени през 1960 г. с участието на съветски специалисти, и първите морски сеизмични работи по МОВ на прилежащия Черноморски шелф, проведени от съветска морска сеизмична експедиция.

През втория период продължава прилагането на МОВ и КМПВ; внедрени са методите на регулираното насочено приемане (МРНП), дълбочинното сеизмично изследване (ДСИ), вертикалното сеизмично профилиране (ВСП), общата дълбочинна точка (МОДТ). Независимо че първите опити за работа със сеизмични станции с маг-

нитен аналогов запис са извършени в Североизточна България през 1965 г., внедряването им е осъществено през 1968 г., когато е организирана и машинната аналогова обработка на сеизмичните данни.

Отрицателните резултати за нефтогазоносната перспективност на малм-валанжинския карбонатен комплекс върху Севернобългарския свод и установената висока битуминозност на скалите на долна и средна юра в районите на Източния Предбалкан и периплатформената област наложиха съсредоточаването на сеизмичните проучвания в Долнокамчийски и частично в Провадийски, Шуменско-Преславски район и Герлово. След откриването на Долнодъбнишкото нефтено и Чиренското газокондензатно находище първостепенен обект за изучаване са и седиментите на триаския комплекс (главно на средния триас). Проучвателните работи обхващат и негативните структурни единици на платформената част: Варненската моноклинала, Тутраканското понижение, югоизточната част на Александрийската депресия и др. От тях по-значителни са: по КМПВ и частично по ДСИ — измерените регионални профили по линия на селищата Попово — Тюленово (1968 г.) и Шумен — Силистра (1969 г.); по ДСИ — частта на втори международен профил между градовете Търговище и Силистра (1970 г.); по МОВ — опитно-методичните работи за регистриране на отражения от границите в подюрските (среднотриаските и девонските) седименти в Кубрат-Тутракански район през 1967—1969 г. (М и л к о в и др., 1970); по МОДТ, МРНП и МОВ — опитно-производствените работи в Югоизточна Добруджа през 1969—1970 г., и др. В 1970 г. са проведени еднократни сеизмични проучвания по МОВ и МРНП в северната част на Бургаския район.

През периодите 1968—1969 и 1970—1971 г. са извършени двата подетапа на втория етап от морските сеизмични работи върху Черноморския шелф на България.

Третият период се характеризира с преустановяването на сеизмичните проучвания по всички методи с изключение на тези по МОДТ и ВСП, с прилагането на метода на преминаващите обменни вълни (МПОВ) от съветска сеизмична група през 1971—1972 г. в районите между градовете Попово и Кубрат, Шумен и Провадия и с внедряването на цифрови сеизмични станции и обработващи машини (1976 г.). По МОДТ изследванията са в обсега на периплатформената област на Източния Предбалкан, на Долнокамчийското понижение (1980 г.) и частично на платформената част.

Черноморският шелф на България е бил обект на сеизмични проучвания през периода 1976—1979 г. (трети етап).

В началото на четвъртия период са преустановени сеизмичните работи по МОДТ върху платформената част. За сметка на това е извършено съсредоточаване на сеизмичните работи главно върху периплатформената област.

С проведените през 1989 г. опитно-методични и опитно-производствени сеизмични проучвания в централната част на Варненската моноклинала и опитно-методични — върху Поповската издигнатина, за регистриране на отражения от граници в подпермските седименти се реализират нови насоки на проучвателните работи върху платформената част.

Специално място заемат измерените регионални профили с почти меридионално направление, пресичащи части от Югоизточна България, Източна Стара планина и Източния Предбалкан.

От 1987 г. са внедрени вибратори като източници на сеизмични колебания.

На Българския черноморски шелф през периода 1984—1985 г. са извършени сеизмични изследвания по МОДТ (четвърти етап).

## Кратък анализ на развитието на сеизмичните проучвания

Развитието на сеизмичните проучвания през периода 1949—1988 г. по реализираните основни технико-икономически показатели<sup>1</sup> брой на използваните сеизмични станции, обемите на отработените сеизмични профили (СП) в лин. km и извършените разходи в хил. лв. по години е илюстрирано графично (фиг. 2). Последните два показателя, както и обемите на сеизмичните работи по методи (МОВ, КМПВ, ДСИ, МРНП, МОДТ и МПОВ), вид (производствени, опитно-методични и опитно-производствени) и мащаб (регионални и рекогносцировъчни, полудетайлни и детайлни) са обобщени за обособените периоди и за целия период. Представени са съответно с графици (фиг. 3) и хистограми (фиг. 4).

В развитието на сеизмичните проучвания са характерни следните основни обстоятелства:

- неравномерност с ясно изразени минимума и максимуми;
- продължително и свързано с многократни и в голям обем опитно-методични и опитно-производствени работи, внедряване на нови сеизмични методи;
- намаление на обемите на опитно-методичните и опитно-производствените сеизмични работи през периода 1981—1988 г. до 3% за сметка на производствените. Това намаление беше компенсирано в голяма степен със специално проведени през 1989 г. изследвания в близост до селищата: Генерал Кантарджиево и Безводица (Варненски район) и Килифарево (Търновско понижение) от двата вида; Камен и Еленово (Поповски район) от първия вид и Любичево (Търновско понижение) от втория вид;
- увеличение на относителния дял на регионалните и рекогносцировъчните сеизмични проучвания през периода 1981—1988 г. до 23,8%, което се обяснява с отработените през 1986—1988 г. пет регионални профила;
- значително участие на съветски специалисти при най-различни форми на сътрудничество: самостоятелни експедиции, смесени българо-съветски групи, постоянни и временни консултации.

## Райониране на територията по степен на сеизмична изученост

Главните критерии, въз основа на които проучените основни райони и площи са отнесени към една от трите степени на сеизмична изученост (добра, средна и слаба), са:

- плътност на профилните мрежи;
- брой на откритите положителни структури;
- брой на прокараните по сеизмични данни сондажи.

За обособяване на площите най-голямо внимание е обърнато на гъстотата на профилните мрежи и на основните методи, с които са извършени измервания (МОДТ, МОВ и МРНП). Няколко са случаите на по-висока степен на сеизмична изученост (Търновско понижение, Провадийска синклинала, Долнокамчийско понижение).

Разпределението на районите в указаните групи се базира главно на броя на площите с определена степен на изученост.

За по-голяма краткост и прегледност резултатите от районирането са представени таблично (табл. 2) и на карта (фиг. 5).

Независимо от значителната условност при разглежданото райониране може да се направят редица изводи:

<sup>1</sup> Представянето на извършените обеми сеизмични изследвания в лин. km е затруднено от различните отчетни показатели: линеини и условни km; апаратуро-смени, физични и условни точки, физични наблюдения.

Таблица 2

Сеизмична изученост на СИ България за периода 1949—1988 г.

№	Райони със степен на сеизмична изученост			Площи със степен на сеизмична изученост		
	добра	средна	слаба	добра	средна	слаба
I			Русе			Бяла Русе
II		Попово		Попово	Камен	Еленово
III			Разград			Разград
IV		Кубрат		Белица	Черешово	Кубрат
V			Силистра		Дулово	Силистра
VI		ЮИ Добруджа		Тюленово Българево	Вранино Безводица	Крапец Кардам
VII		Варна		Ген. Кантарджиево	Р. Гора	Варна
VIII	Търновско понижение			Чапаево Козаревец Драгижево Килифарево	Кавлак Изворово Д. Златица Любичево	Златарица
IX		Търговищка седловина		Драгоево Златар	Надарево Мараш	Търговище
X	Прозадийска синклинала			Храброво Султанци	Манастир Комунари	Провадия
XI		Елена			Елена	
XII		Герлово		Веренци	Могилец	Вардун
XIII		Омуртаг		Омуртаг	Букак	
XIV	Долнокамчийско пропадане			Самотино Г. Трайков	Шкорпиловци	
XV	Изт. Ст. планина			Солник Трънак	Бяла Руен	Господиново

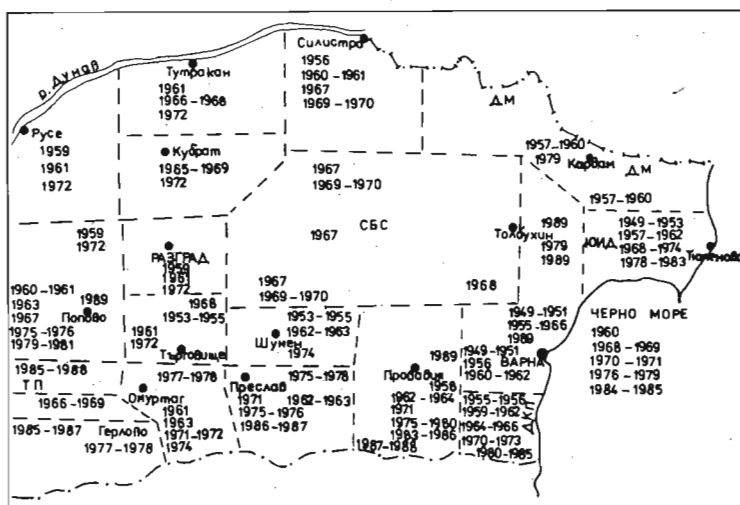
— Площите и районите с добра и средна сеизмична изученост са разположени в най-перспективните в нефтогазоносно отношение територии.

— Изучеността по МОДТ може да се оцени като средна. Същата за платформената част (без Югоизточна Добруджа) е слаба и нараства до добра за периплатформената област, Източния Предбалкан и за част от Източна Стара планина.

### Относно основните резултати от сеизмичните проучвания

Резултатите от сеизмичните проучвания са отразени в повече от 90 доклада. По предназначение те може да се разделят в две основни групи: методични и геоложки. Количественото измерение и качествената характеристика на същите зависят не само от етапите и вида на сеизмичните работи, приложените методи и методики, използваните технически средства и работещите специалисти, но и от степените за трудност на поставените за изпълнение методични и геоложки задачи и за сложност на структурно-тектонската обстановка и на повърхностните и дълбочинните сеизмогеоложки условия на изследваните райони и площи. Тези резултати може да се разглеждат в различни аспекти: исторически и сегашен, общ и конкретен, регионален и локален. За оценка на същите и в крайна сметка на ефективността на сеизмичните проучвания е необходим пълен и комплексен анализ на наличната сеизмична и геолого-геофизична информация.

Я. Якимов — Сензичните проучвания в . . .



Фиг. 1. Обзорна карта на проведените сензични проучвания в Североизточна България по години през периода 1949—1989 г.

Ясно е, че посочените въпроси се нуждаят от специално разработване. Поради това гук ще изложим най-важните резултати от опитно-методичните и опитно-производствените сеизмични работи, проведени в някои райони от платформената част (Варненската моноклинала и Поповската издигнатина) и периплатформената област (Търновското понижение) през 1989 г.:

— Изучени са сеизмичните вълнови полета, регистрирани по едностранни флангови системи за наблюдение и по схемата на Мъзгрейв с необходимата детайлност (разстояния между каналите съответно 2,5 и 25 m), големи разстояния от ПВ (до 5000 m) и с различни типове сеизмоприемници (вертикални с резонансни честоти 10, 60 и 100 Hz, хоризонтални с резонансна честота 10 Hz, ориентирани по и напречно на направлението на СП — компоненти X и Y), като са систематизирани пречештите сеизмични колебания и са описани техните основни кинематични и динамични особености.

— Извършен е избор на оптималните параметри на създаване, наблюдение и регистрация на сеизмичните вълни: разстояние между вибраторите (около 15 m); брой на суипите ( $60=4 \times 15$ ); дължини на базите за суипиране (45 m); брой на сеизмоприемниците (36); дължини на базите за групирането им (70 и 50 m, съответно в платформената част и периплатформената област); минимални разстояния на сеизмоприемниците от ПВ 100—200 m и максимални — съответно 1000 и 1500 m, при прилагане на флангови системи.

— Подобро е разделянето на отраженията от граници в слоест разрез при интервални времена, по-малки от 100 ms, чрез експериментиране на по-високочестотни ленти на вибраторите (16—72 и 18—72 Hz) в сравнение с прилаганите (10—62 и 12—62 Hz).

— Увеличена е информативността на сеизмичните материали при намаление на разстоянията между каналите и на дължините на взривните интервали (от 50 на 25 m).

Нерешени остават въпросите за внедряване на 96-канална сеизмична станция, за проверка ефективността на тримерни сеизмични наблюдения и за сеизмично моделиране, а частично решени — за по-цялостно разработване на полеви методики за проследяване на отраженията от границите в палеозойските седименти (особено на платформената част) и за изучаване на капаните в средна и долна юра и в среден триас на периплатформената област и Предбалкана; за съставяне на карти за сеизмично райониране по технико-методични показатели (основни кинематични и динамични параметри на пречештите сеизмични колебания от повърхостен и кратен тип и др.).

Като необходимо изискване при анализа на резултативността на сеизмичните изследвания се явява периодичната оценка на информативността на сеизмичните материали.

Геоложките резултати от проведените сеизмични проучвания в обобщен вид може да се представят най-добре чрез специално подготвени карти за повърхностните сеизмогеоложки условия, за дълбочинното сеизмогеолошко райониране и за установените локални позитивни структури. Такива карти в мащаб 1:200 000 са съставени по наличните сеизмични и някои геолого-геофизични материали от периода 1949—1974 г. (Я к и м о в, 1976).

За краткост, без да разглеждаме пълното използване на сеизмични данни при съставянето на известните карти за тектонско райониране на Североизточна България, ще посочим, че те са спомогнали за по-пълно и по-точно оформяне и характеризиране на структурните единици и за трасиране на разломите.

Паспортите за подготвените структури за дълбокото търсещо сондиране от 1973 г. са общоприета форма за отговорно представяне на основните конкретни геоложки резултати от проведените сеизмични проучвания. За периода до 1988 г. броят на предадените паспорти е над 30.

На трето място, статистиката може да обогати представата за резултативността на сеизмичните работи. По предварителни данни общият брой на откритите по сеизмичен път локални позитивни структури е над 100.

За цялостно и пълно анализиране на геоложките резултати се предлага съставяне в мащаб 1:100 000 на нови карти за повърхностните сеизмогеоложки условия, за дълбочинното сеизмогеолошко райониране и за локалните позитивни структури.

Отговорен етап от изследването на геоложката ефективност на сеизмичните проучвания е оценката на потвърждаемостта на получените резултати от дълбокото търсещо сондиране (Б о к о в и др., 1989). Тук от особена важност е да се изясняват субективните и обективните причини за допуснатите случаи на недостатъчна достоверност на сеизмичната информация. За съжаление с наличието на един сондаж е трудно или невъзможно да се определи еднозначно точността на тази информация.

## За усъвършенствуване на сеизмичните изследвания

Независимо че въпросът за бъдещите насоки на сеизмичните проучвания е сложен и дискуссионен, като правилни и реални за изпълнение през предстоящите няколко години може да се приемат следните задачи:

— измерване на регионални профили със субмеридионално и субекваториално направление съответно през 20 и 30 km, като по възможност по-голяма част от тях да минават през или край дълбоките проучвателни сондажи, а два да съвпадат с интервалите от международните профили по линиите на селищата Янтра—Черешово и Търговище — Силистра;

— експериментиране на тримерни сеизмични изследвания и отработване на профилни мрежи за получаване на по-пълни и по-уверени данни за строежа на някои от площите на Провадийски и Омуртагски район и Югоизточна Добруджа, в които по сондажен път са открити нефтени и газови проявления, сол или въглища;

— акцентирание вниманието към изучаване на капаните от антиклинален и комбинирани тип в седиментите на средна-долна юра, среден триас, карбон, среден девон и други формации;

— внедряване при машинната обработка на данните на нови програми и особено на процедури преди сумиране (екуализация, двумерна филтрация, миграция и др.) за повишаване на честотния спектър и разделеността на отраженията, отстраняване на пречещите колебания и други ефекти, спомагащи за рязкото подобрене на качеството на сеизмичните разрези;

— сеизмостратиграфски подход при обработката на сеизмичните данни, анализа на особеностите на вълновите полета и при геоложката интерпретация на материалите (в т. ч. уверено отделяне на сеизмофациесите).

Като по-общи и по-дългосрочни мероприятия за изпълнение може да се приемат следните:

— разработване на програми за развитието на сеизмичните проучвания през периода 1991—1995 и до 2000 г. по териториален обхват; по типа, стратиграфската и литоложката принадлежност на търсените обекти; по вида на техническите и методическите средства; по повишаване квалификацията на кадрите и др.;

— подобрене на планирането, финансирането, отчитането и контрола на сеизмичните работи чрез следенето на един показател — срочно и качествено решение на поставената геоложка задача, при окончателно заплащане, след оценката от специализирания научно-технически съвет на Комитета по геология, на доклада за резултатите от изпълнението на задачата и след надведомствен контрол (от БНБ и др.);

— участие на сътрудници от научноизследователските институти и вузовете при решаване на сложни методични задачи;

— актуализиране на научно-техническите изследвания и разработки в рамките на съглашенията за сътрудничество и по-бързо и по-пълно внедряване на получените резултати;

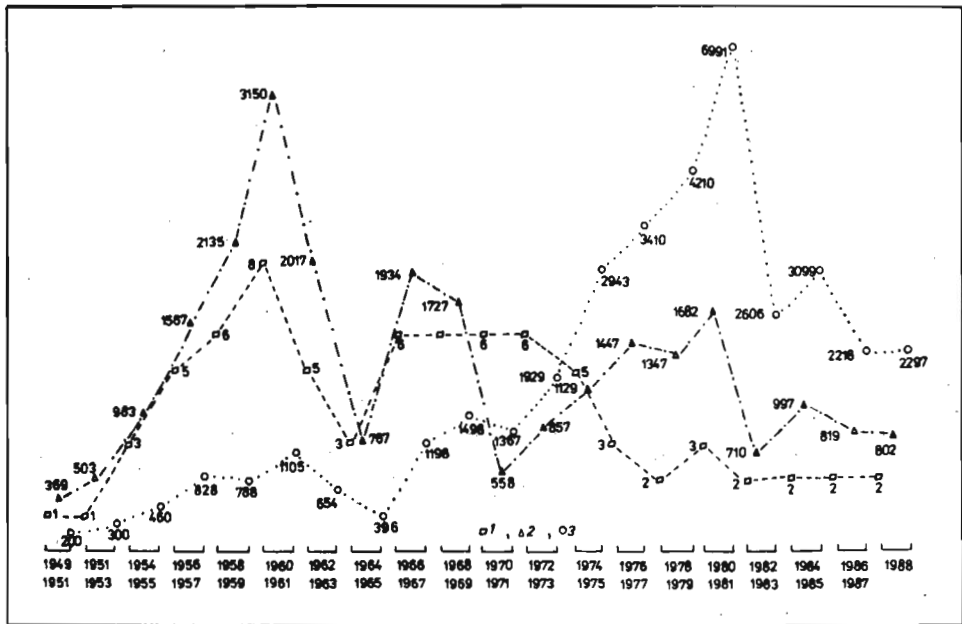
— съвместни сеизмични изследвания със западни фирми.



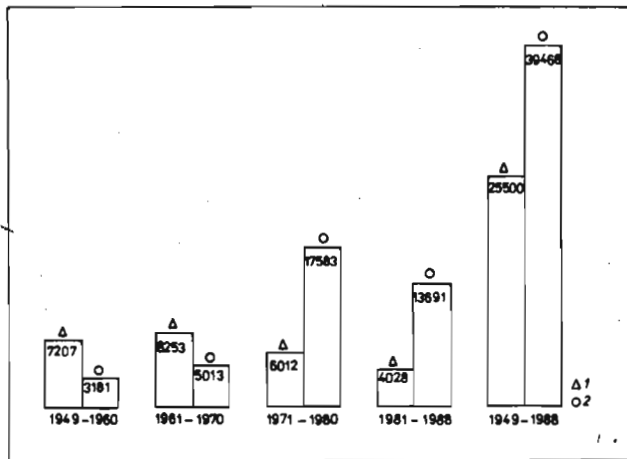
## Л и т е р а т у р а

- Бембелъ, Р., С. Богданов, Я. Якимов. 1977. Възможности на честотната селекция при обработката на сеизмичната информация по МОДТ в райони със сложни сеизмогеоложки условия на Мизийската платформа. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 38, 2, 58—68.
- Боков, П., И. Владов, Р. Огнянов. 1989. Ролята на структурно-тектонските условия и резервоарните скали върху резултатите от търсещото сондиране за нефт и газ в Северна България. — *Нефт. и въгл. геология*, 26, 3—10.
- Геология и нефтогазоносност Северной Болгарии*. 1976, М., Недра. 243 с.
- Геология и нефтогазоносност на Североизточна България*. 1981. С., Техника. 134 с.
- Геоложки предпоставки за нефтогазоносността на Североизточна България* (ред. П. Боков и Хр. Чемберски). 1987. 332 с.
- Георгиев, Г. 1989. Има ли антиклинални капани за въгледороди в средноюрските седименти от Търновското понижение? — *Нефт. и въгл. геология*, 25, 3—20.
- Дачев, Хр. 1968. *Изследване върху методиката и геоложката ефективност на сеизмичните проучвания в Северна България*. Автореферат канд. дис. 32 с.
- Дачев, Хр. 1988. *Строеж на земната кора в България*. С., Техника. 334 с.
- Добрев, Т. 1957. *Анализ результатов геофизических исследований на Североболгарском поднятии и разработка рациональной методики сейсморазведки*. Автореферат канд. дис.
- Йордански, К., Т. Добрев. 1972. Някои проблемни въпроси на сеизмичните проучвания по МОВ в Северна България. — В: *Проучвателна геофизика. Сб. на К-та по геол.* 19, 105—118.
- Милков, М., А. Велев, К. Йордански, Я. Якимов. 1972. Състояние и развитие на методиката на сеизмичните проучвания в Тутраканската падина. — В: *Проучвателна геофизика. Сб. на К-та по геол.* 19, 135—144.
- Минковски, Хр., М. Милков, П. Стайков, Н. Смиленов, Я. Якимов. 1972. Някои въпроси на методиката и ефективността на сеизмичните проучвания в Северна България. — В: *Проучвателна геофизика. Сб. на К-та по геол.* 19, 39—48.
- Якимов, Я., В. Златарев, Ц. Славов, И. Маринов. 1972. Някои методични и геоложки резултати от сеизмичните проучвания в района на гр. Омуртаг. — В: *Проучвателна геофизика. Сб. на К-та по геол.* 19, 69—80.
- Якимов, Я. 1976. *Разработване на рационална методика за комплексно търсене на нефтогазоносни структури в Североизточна България*. Автореферат канд. дис. 36 с.
- Якимов, Я. и др. 1990. Палеозойските седименти в платформената част на Североизточна България — обект на сеизмичните проучвания по МОДТ. — *Нефт. и въгл. геология* (под печат).

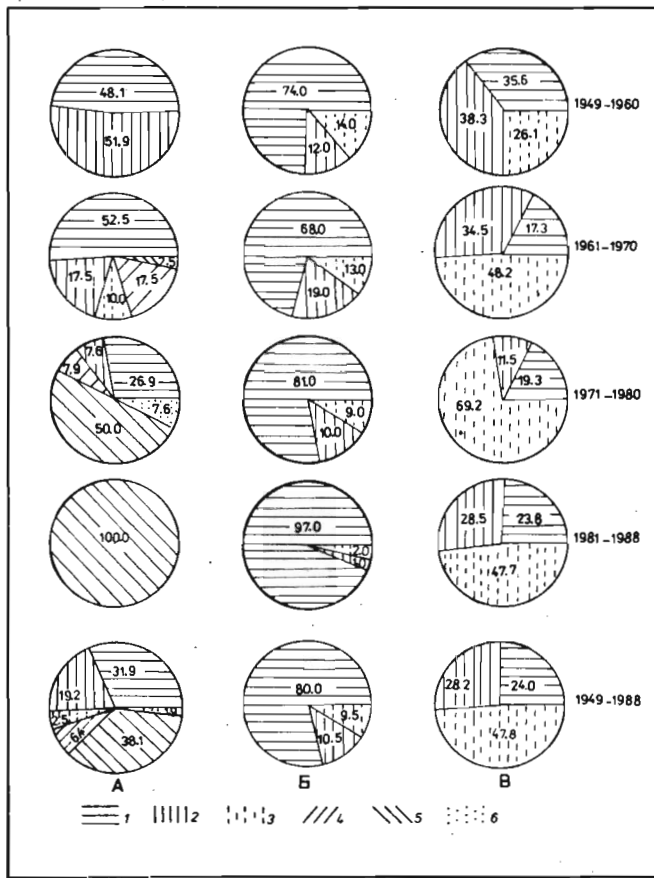
(Постъпила на 15. VIII. 1990 г.)



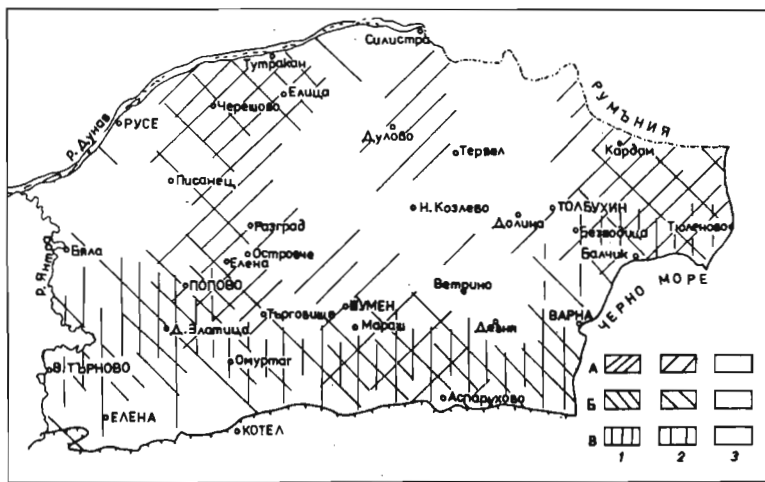
Фиг. 2. Развитие на сеизмичните проучвания в Северозточна България през периода 1949—1989 г.: 1 — брой на сеизмичните станции; 2 — обеми в лин. км СП, разходи в хил. лв.



Фиг. 3. Реализирани основни показатели при сеизмичните проучвания в Северозточна България през периода 1949—1989 г.: 1 — обработени лин. км СП; 2 — разходи в хил. лв.



Фиг. 4. Хистограми за обемите сеизмични проучвания, извършени в Северизточна България през периодите: 1949—1960, 1961—1970, 1971—1980 и 1981—1988 г.: А — по методи: МОВ (1), КМПВ (2), ДСИ (3), МРНП (4), МОДТ (5), МПОВ (6); Б — по вид: производствени (1), опитно-методични (2) и опитно-производствени (3); В — по мащаб: регионални и рекогносцировъчни (1), полудетайлни (2) и детайлни (3)



Фиг. 5. Схема за райониране на Северизточна България по степен на изученост при сеизмичните проучвания: добра (1), средна (2) и слаба (3), в резултат на приложените методи: КМПВ, ДСИ и МПВО (А); МОВ и МРНП (Б); МОДТ (В) през периода 1949—1988 г.