

Основни закономерности в разпространението на техногенни свлачища в България

Георги Франгов

Лаборатория по геотехника, БАН, 1113 София

G. Frangov — *Main regularities in the distribution of technogenic landslides in Bulgaria.* A representative amount of technogenic landslides (544) is analyzed on the basis of data from the zonation of this country by the density of their distribution. The schematized information is analyzed by means of a personal computer "Praveis-8M". The technogenic landslides are of irregular distribution on the territory of Bulgaria. Favourable terrains for landsliding are those with slopes over 4-5°, made of Tertiary and Quaternary clay rocks and soils. Ancient landslide slopes are most favourable. Most technogenic landslides are related to road construction works — 42.5% of their total amount. Largest in size are those provoked by quarry mining of coal. Most commonly the stability of slopes is disturbed by technogenic undercutting of their base and by changes in the level of underground and surface water.

Въведение

Успоредно с нарастването на размера и интензивността на човешкото въздействие върху геоложката среда през последните години се забелязва активизиране на редица неблагоприятни физико-геоложки процеси, включително и на свлачищата. За някои страни относителният дял на техногенните спрямо общия брой активни свлачища вече достига до 80—90% (Шустер и Кризек, 1981; Ерыш и др., 1985). Според едно първоначално обобщение за България за периода 1974—1985 г. този дял е нараствал от 49 на 80% (Франгов, 1987). Установилата се в световен мащаб негативна тенденция на техногенно нарушаване на устойчивостта на склоновете налага при инженерно-геодинамичните изследвания да се акцентира на измененията на геоложката среда, настъпващи под влияние на човешката дейност, с оглед охраната и рационалното използване на територията на страната (Инженерно-геологически аспекти..., 1985). С настоящата работа се цели открояване на районите с най-интензивно разпространение на техногенни свлачища, оценка на относителната тежест на различните видове строителна, добивна и инженерна дейност при възникването и активизирането им и ориентиране — регионално и тематично, на някои бъдещи по-детайлни изследвания на свлачищните процеси, засягащи важни суровинни райони, урбанизирани центрове, транспортни и промишлени обекти и др. Част от резултатите биха били полезни при проектиране на ефективни противосвлачищни съоръжения и за предприемане на превантивни мерки за недопускане на бъдещо техногенно активизиране на свлачища.

Входни данни и използвана методика за обработката им

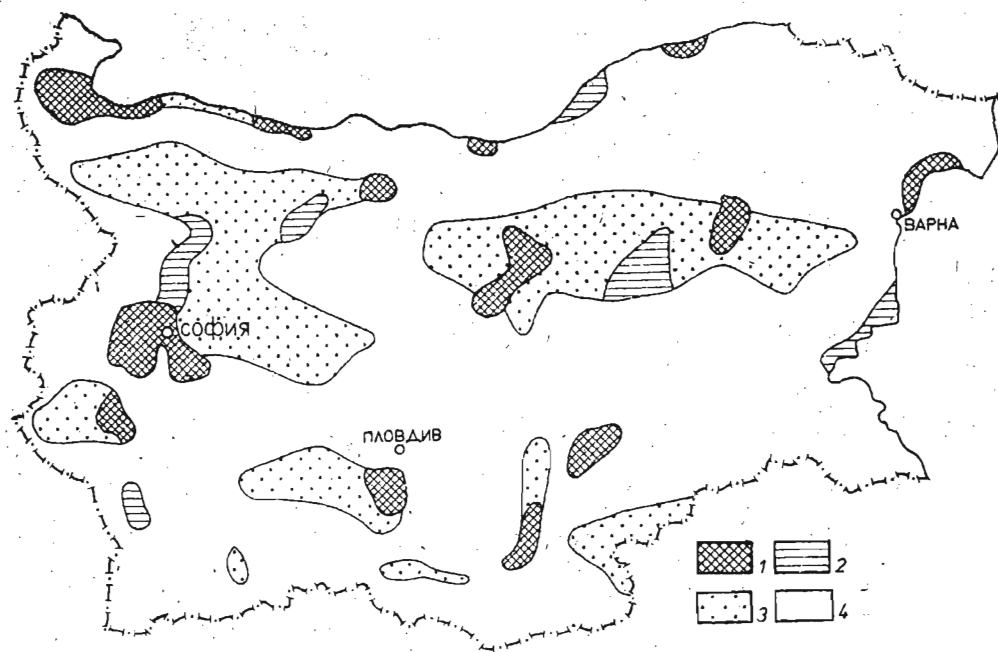
Проведен е анализ на 23 документирани и 102 наблюдавани лично от автора техногенни свлачища от общо 544 картотекирани свлачища. Събраната информация е схематизирана и систематизирана по няколко признака: местонахождение, вид на техногенното въздействие, дестабилизиращи фактори, геоложки и геоморфоложки условия. Активизиращите свлачищния процес фактори са разделени на 4 групи в зависимост от физическата им природа и влиянието им върху устойчивостта на склоновете и откосите:

— подкопаване основата на склоновете вследствие изкопни работи за направа на пътища, жп линии, напоителни и деривационни канали; при открит добив на полезни изкопаеми; при създаване на временни дълбоки строителни изкопи и др.;

— претоварване на горните части на склоновете с насипища от стерилна скална и земна маса при разработване на находища от минерални суровини; изграждане на високи пътни и жп насипи; складиране на промишлени и битови отпадъци; фундаране на тежки сгради и съоръжения в близост до ръба на откосите;

— техногенно изменение на подземния хидродинамичен режим в резултат на появяване на селскостопански площи и инфилтрация на битови води в тялото на естествени свлачища; утечки от деривационни канали и напорни тръбопроводи; филтрация от водоизравнителни към по-ниско разположени свлачищни склонове; заvirяване на водохранилища и колебания на водните им нива и др.;

— динамични натоварвания на склоновете, предизвикани от сътресения и вибрации от транспортни средства, добивна техника и взривни работи за създаване на пътни и



Фиг. 1. Райониране на страната по степен на проявление на техногенни свлачища според абсолютния им брой на 1000 km² площ: 1 — много висока степен >20 бр.; 2 — висока степен — 10—20 бр.; 3 — средна степен — 3—9 бр.; 4 — ниска степен ≤2 бр.

жп трасета, разкриване на полезни изкопаеми, изграждане на изкуствени водохранилища и др.

С наличните данни е извършено дребномащабно райониране на страната според гъстотата на проявление на техногенни свлачища (фиг. 1). Схематизираната информа-

ция е записана на дискета, обработена с пакет програми (съставени от н. с. В. К о н с т а н т и н о в) за персонален компютър „Правец-8М“, и са изведени общи и регионални зависимости по посочените признаци или различни комбинации от тях.

Анализ и интерпретация на резултатите

Първото, което прави силно впечатление от карто-схемата (фиг. 1), е неравномерното разпределение на техногенните свлачища на територията на страната. Съществуват райони, в които те са силно концентрирани (>20 свлачища на 1000 km² площ) — северното Черноморско крайбрежие; редица участъци от високия Дунавски бряг; урбанизираните центрове София, Перник, В. Търново, Габрово, Шумен, Плевен; долините на реките Искър, Янтра, Струма, Камчия, Чепеларска; въглищните басейни, разработвани по открит начин — Източномаришки, Пернишки, Софийски, Бобовдолски. Обширни области, разположени в близост, вместиращи или опасващи споменатите райони, се характеризират със средна до висока степен на поразеност от техногенни свлачища — Предбалкана, Източна Стара планина, Източни Родопи, Севернородопския ръб, редица котловини в Южна България. В останалата част от страната са проявени единични техногенни свлачища.

При сравнение с инженерно-геоложката карта на България в М1:500 000 (К а м е н о в и др., 1963) се установява, че по-голямата част от тях са възникнали в древни свлачищни райони. В този смисъл закономерностите в разпространението на естествените свлачища (К а м е н о в и др., 1969; В а ц е в, 1974; И в а н ч е в, 1975) са присъщи и на техногенните. Особено благоприятни за проявата на последните са районите, където широко разпространение имат глинестите и мергелните разновидности. Те най-често притежават ниски и силно влияещи се от водата и динамичните въздействия якостни параметри. С такива свойства се характеризират кватернерните елувиални и делувиални глини, терциерните глинесто-мергелни седименти от морски и езерен произход, напластените, нашистени или напукани глинести скали с по-стара възраст. Подобни якостни показатели имат изветрелите, стрити и милонитизирани скали в тектонски зони, които в някои случаи достигат широчина до 1—2 km (Я р а н о в, 1960). Тясна възка е установена между сеизмичните райони и големите свлачищни комплекси в страната (И л и е в, 1967). Според едно изследване (Ф р а н г о в, 1987) се оказва, че терциерът, който покрива около една четвърт от нашата територия, вмести над 56% от регистрираните техногенни свлачища и по този начин се явява основен техен носител (табл. 1).

Таблица 1

Разпределение на техногенните свлачища по местоположение и вида на човешката дейност

Област, район	Възникнали техногенни свлачища при различни видове строителство (брой/%)					
	гражданско строителство	пътно строителство	жп строителство	хидротехн. и хидромел. строителство	добив на полезни изкопаеми	общ брой/ %
Ломска депресия	30/5,5	25/4,6	4/0,7	7/1,3	0/0	66/12,1
Варненска падина	26/4,7	8/1,4	0/0	2/0,4	0/0	39/7,2
Софийска котловина	11/2	17/3,1	6/1,1	3/0,5	7/1,3	44/8,1
Котловини по течението на р. Струма	5/0,9	19/3,5	8/1,5	3/0,5	15/2,8	50/9,2
Горнотракийска низина	6/1,1	11/2	14/2,6	1/0,2	15/2,8	47/8,6
Източни Родопи	7/1,3	2/0,4	3/0,5	3/0,5	0/0	15/2,8
Общо за терциерните басейни	108/19,8	95/17,4	43/7,9	23/4,2	37/6,9	306/56,2
Общо за страната	146/26,8	231/42,5	84/15,4	46/8,4	37/6,9	544/100

Допълнително условие, облекчаващо възникването на техногенни свлачища в древни свлачищни райони, е пониженото съпротивление на срязване на скалите и почвите вследствие протеклите деформации. По главната и многобройните второстепенни хлъзгателни повърхнини вторичните структурни връзки са разрушени и са останали да действуват частично възстановени връзки от водно-колоиден тип и от триенето. С понижената якост на срязване на масива може да се свърже фактът, че при равни други условия броят на техногенните активизации в свлачищни райони е много по-голям в сравнение с несвлачищни склонове.

В геоморфолошко отношение техногенните свлачища са привързани към терени с наклон над $4-5^\circ$. Такива са десните склонове на реките в Ломската депресия, северното Черноморско крайбрежие, долинните склонове на реките и периферните зони на грабените котловини в Южна България, хълмистите земи, изградени от млади глинеесто-песъчливи наслаги. Из цялата страна все по-често се изграждат изкуствени откоси със значително по-големи наклони, което благоприятства възникването и активизирането на свлачищните процеси.

Подземните води играят също важна роля при формиране устойчивостта на склоновете и откосите. Пряко и по-силно влияят онези водоносни хоризонти, които залягат по-плитко до повърхността и се дренират в долинните склонове, като сарматския водоносен хоризонт във Варненската падина, слоистите водоносни хоризонти в плиоценските отложения, пукнатинните води във вулканските покрови в Източните Родопи. Подземните води, акумулирани под местния ерозионен базис, практически нямат отношение към стабилитета на склоновете.

По-съществени различия между закономерностите на разпространението на естествените и техногенните свлачища се обуславят от активизиращите свлачищни процес фактори. Техногенните свлачища възникват при различни човешки дейности (табл. 1), но най-много — 231 броя, или 42,5% от общото количество, са проявени при пътно строителство. Основни фактори при тях са подкопаване основата на склоновете и претоварване на горните им части с тежки пътни насипи. Като правило активизираните участъци имат неголеми размери, а местоположението на хлъзгателната повърхнина се предопределя от геоложкия строеж и размера на техногенното въздействие. При подсичане на напластени седименти, западащи в посока на изкопа, възникват свлачища с предимно равнинна хлъзгателна повърхнина, преминаваща по слаби глинести прослойки или контакти. Свлачищни прояви от този тип се срещат в палеогенските отложения на Пернишкия и Бобовдолския басейн и Източна Стара планина, долнокредните глинести мергели на Предбалкана, а също и в някои палеозойски или по-стари геоложки формации, състоящи се от силно нашистени и изветрели скали. Многобройни, проявени из цялата страна, са свлачищата при подрязване на склонове, изградени от делувиялни глинеесто-песъчливи отложения. В тези случаи хлъзгателната повърхнина се доближава до кръговоцилиндрична форма или преминава по контакта с основната, неизветряла скала. Друг типичен случай са свлачищата, предизвикани от изграждането на високи насипи върху затихнали стари свлачищни склонове. При това размерите на активизирания участък са по-малки от естественото свлачище и са в пряка зависимост от параметрите на насипа и моментното състояние на общата и локалната устойчивост на склона. Характерни примери са свлачището при пътен надлез Владая, активизираното най-горно стъпало на стар свлачищен склон след изграждане на пътен насип между с. Филиповци и гр. Банкя, свлачището при сп. „Ген. Заимов“ на автомагистралата Варна—Златни пясъци.

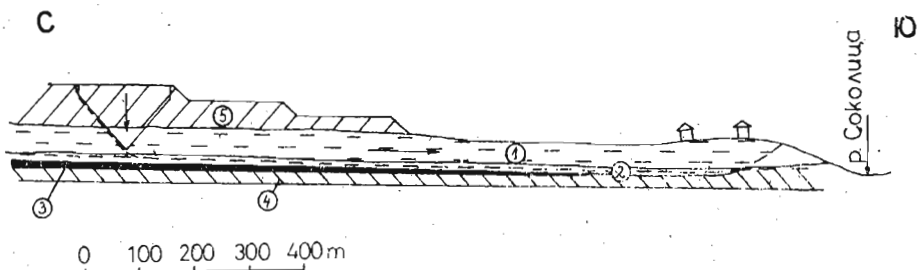
На второ място по количество, но на първо по разнообразие на активизиращите фактори са свлачищата, съпътстващи гражданското и курортното строителство. Концентрацията на интензивни техногенни въздействия върху сравнително малки площи има много често за резултат понижение на устойчивостта на склоновете. В населените места широко се прилагат изкопни работи при изравняване на терени, изграждане на подземни комуникации по открит способ, направа на дълбоки строителни ями; създават се насипища от земни маси и различни битови и промишлени отпадъци; про-

меня се подземният хидродинамичен режим вследствие увеличената консумация на вода и при отсъствие или частично изграждане на канализационна мрежа. Дестабилизиращото действие на човешката дейност най-силно се чувства в урбанизирани територии, разположени върху стари свлачища. Засегнати от многофакторното техногенно и комбинирано техногенно-природно активизиране на свлачищните процеси са редица градове и села по северното Черноморско крайбрежие, по високия Дунавски бряг, както и във вътрешността на страната — Лом, Оряхово, Никопол, Свищов, Тутракан, Балчик, В. Търново, Габрово, Перник и др. В много от случаите мултиплициращият ефект от действието на постоянни и еднократни техногенни и природни фактори прави трудно разграничими тежестното им влияние и прецизното насочване на мероприятията за стабилизиране на склоновете. Това налага провеждане на продължителни, многостранни режимни наблюдения в тези райони върху динамиката на свлачищните процеси за диференциране влиянието на отделните дестабилизиращи фактори.

Железопътното, хидротехническото и хидромелиоративното строителство заемат междинно място в класацията на дейностите, предизвикващи техногенни свлачища, а техни характерни особености са разглеждани многократно (К е р е к о в и М а н ч е в, 1968; С и м е о н о в а и др., 1983; Г е о р г и е в, 1984, доклад на нац. конф. по свлачищата). Заслужава внимание фактът, че техногенното нарушаване на устойчивостта на склоновете у нас е започнало с прокарване на железопътната ни мрежа, а първото техногенно свлачище, описано в литературата (М а н а ф о в, 1902), е възникнало между сп. Владая и сп. Драгичево през 1900 г. при строителството на жп линията София—Перник вследствие полагане на несъобразен с конкретните инженерно-геоложки условия насип. По-късно свлачищни активизации са съпътствували изграждането и експлоатацията на жп линиите Перник—Волюяк, Карнобат—Синдел, Ст. Димитров—Бобов дол, Симеоновград—Нова Загора, Хасково—Кърджали и др. При хидротехническото и хидромелиоративното строителство нарушаването на устойчивостта на склоновете е предизвиквано от подрязване на ниско разположените им части, интензивна преработка на бреговете, експлоатационни колебания на водните нива във водохранилищата, достигащи 10—20 m, филтрация в обход на язовирните стени, концентрирани течове от канали и напорни тръбопроводи, неоразмерено напояване. По-големи проблеми са създали свлачищата на язовирите „Ал. Стамболийски“, „Тича“, „Кърджали“, „Студен кладенец“, „Ивайловград“, „Г. Дъбник“ и др. Основателни са опасенията от активизиране на свлачищни процеси след изграждане на проектираните хидротехнически комплекси на р. Дунав — „Никопол—Турну Мъгуреле“ и „Силистра—Кълъраш“. При завиряването им ще се залезят долните части на редица древни свлачищни склонове, ще се измени подземният хидродинамичен режим, съответно стойностите на поровото налягане в масива и съотношението между задържащите и срязващите усилия в склоновете. В участъците с лесно размиваеми скали и почви ще се прояви преработка на високия бряг, която допълнително ще повлияе върху стабилитета на свлачищата. Тези и още много други проблеми пораждат необходимостта от провеждане на комплексни целенасочени научни изследвания, проучвания и режимни наблюдения на Дунавското крайбрежие с цел надеждно прогнозиране и успешно противодействие при евентуално бъдещо активизиране на свлачищата.

Независимо от неголямата им относителна тежест спрямо общия брой — 6,9%, най-големи проблеми и щети на народното стопанство нанасят техногенните свлачища, съпътстващи открития добив на полезни изкопаеми и преди всичко на въглища. При тази дейност в най-чист и концентриран вид е застъпено влиянието на подкопаването и претоварването на склоновете и откосите. Многобройни са примерите от разработването на въглищните басейни — Пернишки, Софийски, Източномаришки. Типично и впечатляващо със своите размери е и последното свлачище, разрушило северния неработен борт на открития рудник „Трояново-север“ от СО „Марица-изток“. Активният стадий протече на 8 срещу 9 август 1987 г., като в свлачищния процес бяха обхванати около 13 млн. m³ въглища и земна маса. Първоначално образуваната главна призма потъна до 30—35 m, а централният блок се премести в хоризонтална посока на около 130 m.

По-голямата, почти водоравна част от хлъзгателната повърхнина преминава по сиво-черна глинеста прослойка от междупластието III—II въглищен пласт. С тази литоложка разновидност е свързана значителна част от древните и съвременните свлачища в басейна. В Източномаришкия басейн е проявено и най-голямото техногенно свлачище



Фиг. 2. Схематичен инженерно-геоложки профил на свлачището при с. Обручище — Източномаришки въглищен басейн (по Георгиев и др., 1984): 1 — надвъглищни глини — N_2 ; 2 — слаба прослойка от черна глина — N_2 ; 3 — въглищен пласт — N_2 ; 4 — подвъглищни глини — N_2 ; 5 — насипни материали

у нас вследствие претоварване на слабо наклонен терен със стерилна земна маса в района на с. Обручище при изграждане на външно насипище. Общият обем на задвижените маси възлиза на 400—450 млн. m^3 (Георгиев и др., 1984). При височина на насипището 55 m и наклон 4—5° се проявяват деформации на дълбочина 96—100 m от терена. На около 500 m пред петата на първото насипищно стъпало се образува вал на подуване, върху който попада и бива сериозно засегната част от сградите на селото (фиг. 2).

Много вероятно е при проектираното открито разработване на Ломския въглищен басейн, от който за около 60-годишна експлоатация се предвижда да се изземат 3,5—3,7 млрд. m^3 откритка и въглища, да възникнат нови свлачища, пропорционални на техногенното въздействие, т. е. с обеми от порядъка на десетки млн. m^3 .

Не е еднакво и не е равномерно разпределено и тежестното влияние на различните техногенни фактори при възникване на свлачища (табл. 2). При съставянето ѝ е прието, че когато при дадено свлачище са действували няколко активизиращи фактора, участието им е еднакво. В проценти е представено отношението между дестабилизиращите фактори и броя на проявените свлачища за някои области и обобщено за страната. Най-силно изразено в национален мащаб е влиянието на подкопаването на склоновете — 36%. Техногенното изменение на нивата на подземните води има почти същата относителна тежест — 34%, като за някои райони — Ломска депресия, Варненска падина и Източни Родопи, то е основен техногенен фактор, активизиращ свлачищните проце-

Таблица 2

Относително участие на техногенните фактори при възникване и активизиране на свлачища

Област, район	Техногенни фактори			
	подкопаване, %	претоварване, %	оводняване, %	дин. натоварване, %
Ломска депресия	35	11	54	—
Варненска падина	6	35	52	7
Софийска котловина	38	32	27	3
Котловини по течението на р. Струма	55	15	15	15
Горнотракийска низина	40	38	2	20
Източни Родопи	38	8	46	8
Средно за страната	36	21	34	9

си. Най-слабо изразено върху склоновата устойчивост е въздействието на изкуствено създадените динамични натоварвания. По-отчетливо е то при взривните работи, чийто ефект е аналогичен с този от земетресенията. Влиянието на вибрациите и сътресенията е по-слабо изучено и засега може да се твърди, че към тях са чувствителни фините водонаситени пясъци, които могат да преминат в плаващо състояние, да понижат коефициента на устойчивост под 1 и така да предизвикат активизиране на някои свлачища.

Заключение

Основните изводи от анализа на статистическата обработка на наличната информация за техногенните свлачища и извършеното райониране по степен на проявлението им могат да се резюмират по следния начин:

1. Подходящи условия за възникване на техногенни свлачища съществуват по естествените склонове и изкуствено създадените откоси с наклон над $4-5^\circ$, изградени или включващи в строежа си терциерни и кватернерни глинести строителни почви и слабо литифицирани глинести скали; долнокредни глинести мергели; силно разрушени, дезинтегрирани и изветрели скали от по-стари геоложки формации. Благоприятна среда за техногенно активизиране на свлачищните процеси са древните свлачищни комплекси.

2. Техногенните свлачища са неравномерно разпространени на територията на страната. Относително най-много са съпътстващите пътното строителство — 42,5%; а с най-големи обеми, достигащи милиони m^3 — свлачищата, предизвикани от откритото разработване на въглищните басейни. От техногенните фактори най-силно дестабилизиращо действие оказват подкопаването на основата на склоновете и оводняването им.

3. Реализацията на проектите за открито разработване на Ломския и Елховския въглищен басейн и хидротехническото строителство по р. Дунав ще прибавят към съществуващите немалко нови проблеми по устойчивостта на склоновете и откосите. Това обуславя необходимостта от продължаване и задълбочаване на изследванията на техногенните свлачища чрез въвеждане на нови прецизни полиеми и лабораторни апаратури за набиране на данни за механичните свойства на скалите и почвите, динамиката на свлачищните процеси и влиянието на активизиращите ги фактори.

Л и т е р а т у р а

- Вацев, М. 1974. Геолого-тектонски предпоставки на свлачищата по източния склон на долината на р. Места, северно от гр. Гоце Делчев. — *Год. ВМГИ*, 18, 2, 245—260.
- Георгиев, Г., М. Тодорова, В. Донева, Н. Новачков, Н. Недялков, А. Митев, Р. Рачев. 1984. Методическо ръководство за изчисляване устойчивостта на бордовете на рудниците и откосите на насипищата в Източномаришкия басейн. — *Въглища*, 8, 36—40.
- Ерыш, И., А. Лоевко, Т. Гостишева. 1985. Техногенные оползни Крыма. — *Гидрогеол. и инж. геол., вят.* 4, 1—9.
- Иванчев, Е. 1975. Закономерности в разпространението на свлачищата в Софийската котловина. — *Инж. геол. и хидрогеол.*, 2, 45—52.
- Илиев, Ил. 1967. Върху някои закономерности в разпространението на свлачищата и сеизмичните райони в страната. — *Сп. на Бълг. геол. д-во*, 1, 88—93.
- Инженерно-геологическите аспекти използвания и охраны геологической среды.* 1981, М., Наука. 239 с.
- Каменов, Б., Ил. Илиев, М. Гълъбов, Е. Аврамова, Ц. Станчева. 1963. *Инженерно-геоложка карта на България М 1:500 000. Обяснителен текст.* С., БАН. 47 с.
- Каменов, Б., Ил. Илиев, Е. Аврамова, Ст. Цветков. 1969. Проблемата за свлачищата в България. — *Сб. докл., изнесени на научни сесии на секция ХИГ*, 7—14.
- Кереков, С., П. Манчев. 1968. Относно свлачищните явления при язовирното строителство. — *Год. Енергопроект*, 197—224.
- Манафов, С. 1902. Срутванията по скалистите откоси на жп линия София—Роман. — *Сп. БИАД*, 7, кн. 3—4, 52—61.
- Симеонова, Г., Б. Георгиев, Р. Папазов. 1983. Абрязия берегов българских водохранилищ. — *Geol. Balcanica*, 13-3, 63—76.
- Франгов, Г. 1987. Условия и фактори за възникване на техногенни свлачища в терциерни басейни. — *Автореф. канд. дис.* 29 с.
- Шустер, Р., Р. Кризек (отв. ред.). 1981. *Оползни. Исследование и укрепление.* М., Мир. 366 с.
- Яранов, Д. 1960. *Тектоника на България.* С., Техника. 282 с.
- (Постъпила на 8. V. 1989 г.)