

ПРИЛАГАНЕ НА МЕЖДУНАРОДНАТА КЛАСИФИКАЦИЯ НА ВЪГЛИЩА В ПЛАСТА И МЕЖДУНАРОДНАТА КОДИФИКАЦИОННА СИСТЕМА ЗА ВЪГЛИЩАТА ОТ ПЕРНИШКАТА ПРОВИНЦИЯ

Йордан Кортенски¹, Александър Здравков¹, Димка Пиналова²

¹ Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София 1700

² Минпроект ЕАД, София

РЕЗЮМЕ. Въглищни пластове от Пернишката провинция (Пернишки, Бобовдолски и Пирински басейн) са опробвани с по 10 до 12 пластови проби. Въглищните аншлиф-брикети са изследвани в отразена бяла и флуорисцентна светлина в маслена имерсия и е измерен показател на отражение на хуминита. Чрез технически анализ са определени и останалите класификационни параметри: обща и аналитична влага, пепелно съдържание, обща сяра и топлината на изгаряне на влажно и на сухо безпелелно гориво. Според определените показатели, съгласно Международната класификация на въглища в пласта въглищата от Пиринския басейн, от пласт В и D на Пернишкия басейн и от IV пласт на Бобовдолския басейн са ивичести предимно хумусни от нисък ранг А – суббитуминозни със средно качество, а тези от въглищния комплекс на Пернишкия басейн и пластове Двоен и Надежда на Бобовдолския басейн са ивичести предимно хумусни от нисък ранг А – суббитуминозни с ниско качество. За всеки от изследваните въглищни пластове е определен код, съгласно Международната кодификационна система.

Ключови думи: кафяви въглища, Международната класификация на въглища в пласта, Международната кодификационна система, Пернишка провинция

APPLYING THE INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF IN-SEAM COALS AND THE INTERNATIONAL CODIFICATION SYSTEM TO THE COALS FROM PERNIK COAL PROVINCE

Jordan Kortenski¹, Alexander Zdravkov¹, Dimka Pinalova²

¹ University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia 1700

² Minproekt Ltd., Sofia

ABSTRACT. The present study is based on coal samples from the Pernik coal province (Pernik, Bobovdol and Pirin basins). Up to 12 whole-coal samples were taken from the mined coal-beds in these basins. Standard microscopical and technological procedures were applied and the micropetrographic properties, huminite reflectance, moisture, ash yield, total sulphur contents and the combustion temperature of the samples, were determined. According to the International Classification of in-Seam Coals, the coal-bed in Pirin basin, as well as coal-beds "B" and "D" from Pernik basin and the "IV" coal-bed from Bobovdol basin are composed of mainly humic, banded, medium-grade sub-bituminous-A coals. In contrast, the coals from the "Coal complex" (Pernik basin) and coal-beds "Dvoen" and "Nadezhda" (Bobovdol basin) are mainly humic, banded, low-grade sub-bituminous-A. For each of the studied herein coal-beds a specific code was assigned, according to the International Codification System.

Keywords: sub-bituminous coal, International Classification of In-Seam Coal, International Codification system, Pernik province

Въведение

Международната класификация на въглищата в пласта е разработена от Работна група по въглища към Европейската икономическа комисия. Целта на класификацията е да унифицира характеристиката на въглищата, като се използват три основополагащи параметъра. Те дават възможност за еднозначно определяне на въглищата като геолошко образувание:

- Ранг (степен на въглефикация);
- Петрографски състав (органичен фациес);
- Качество (количество на примесите, неорганичен фациес).

Според Международната класификация на въглищата в пласта за въглища с нисък ранг се считат такива с висша топлина на изгаряне, определена на суха безпелелна маса, по-ниска от 24 MJ/kg и среден показател на отражателната способност на витринита в маслена имерсия под 0,6%. Ако топлината на изгаряне е по-ниска

от 24 MJ/kg, но средната отражателна способност в маслена имерсия е по-висока от 0,6%, въглищата не могат да се отпределят като такива с нисък ранг. Според Международната класификация на въглищата в пласта въглищата с нисък ранг се разделят на категории C, B и A или на ортолигнити, металигнити и суббитуминозни.

За нуждите на вътрешната и международна търговия е създадена Международна система за кодификация на въглищата, която е приета от Европейската икономическа комисия под егидата на ООН. Системата за кодификация дава възможност за избягване на недоразуменията между производители, търговци и консуматори за качествената характеристика на въглищата, която отговарят на изискванията на конкретните области на тяхното използване като определя общи критерии за определяне на качеството. Тези критерии са включени в осемцифров код, който характеризира въглищата като промишлена суровина.

Основни параметри за кодификация са:

- Висша топлина на изгаряне, определена на суха безпепелна маса – Q^{daf} , MJ/kg. Това определя първите две цифри от кода, които обозначават долната граница на диапазон от 0,98 MJ/kg;
- Обща влага, определена по влагоемкостта – W^a , %. Вторите две цифри от кода съответстват на долна граница на интервал от 0,9% влага;
- Пепелно съдържание на суха маса (db) – A^{db} , %. Третите две цифри се определят от долната граница на интервал от 0,9% пепел на суха маса;
- Съдържание на обща сяра на суха маса (db) – S^{db} , %. Това определя четвъртите две цифри, които отговарят на долната граница на интервал от 0,09% съдържание на сяра, умножена по 10.

Кратка геоложка характеристика на басейните от Пернишката провинция

Пернишки басейн. Подложката и бреговата ивица на басейна е изградена от палеозойски конгломерати, пясъчници и алевролити, долнотриаски конгломерати, пясъчници и алевролити, средно- и горнотриаски аргилити, варовици и доломити, юрски алевролити и аргилити, горнокредните андезити на Люлинския плутон и горнокредни сиенити и диорити от Витошкия плутон. Във въгленосните палеогенски наслаги се отделят следните пет задруги: конгломератна-пясъчникова; битумолитна; пъстра подвъглищна; въгленосна и на тънкослойните аргилити. *Конгломератно-пясъчникова задруга.* Изградена е от полигенни конгломерати с пясъчлива до гравийна спойка, които се проследяват от полимиктови пъстроцветни пясъчници, като общата ѝ дебелина достига до 250 m. *Битумолитна задруга.* Включва тънкослойни аргилити и мергели с прослойки от пясъчници. На места имат ивичест строеж, обусловен от наличието на органично вещество. Възрастта ѝ е средноолигоценска. Дебелината на задругата варира от 0 до 50 m. *Пъстра подвъглищна задруга.* Дебелината ѝ варира от 350 до 500 m. Възрастта ѝ се приема за средно олигоценска. Седиментите, които я изграждат са пъстра алтернация от конгломерати, пясъчници, алевролити с характерен сивозеленикав и червеновиолетов цвят. *Въгленосна задруга.* Долната граница на задругата се маркира от появата на първите въглищни чернилки и черни глини. Дебелината ѝ достига 100 m. Тя е представена от пясъчници, пясъчливи глини, тънкослойни алевролити, аргилити и въглищни пластове. В централната част на басейна, въглищните пластове са пет с обща дебелина до 20 m. В северозападната част на басейна към Голямо Бучино въглищните пластове са събрани в един общ въглищен комплекс с дебелина до 30 m. Възрастта на задругата е определена като горноолигоценска. *Задруга на тънкослойните аргилити и глинести мергели.* Изградена е от мергели, като в горните нива се проследяват от тънки пясъчливи прослойки. Тези седименти са късноолигоценски по възраст, като горната им част вероятно е с долномиоценска възраст. Дебелината на задругата на места достига до 500-750 m. Въгленосните наслаги са покрити от плиоценски чакъли, алевролити и пясъчници.

Въгленосните наслаги запълват една грабенова структура (Пернишки грабен), оградена на юг от Пернишкия разлом, а на север от Люлинския възсед. Централната част на басейна представлява широка синклинала с посока изток-запад, която изгражда по-голяма част от продуктивната площ на басейна (Пернишка синклинала). В западната си част тя е дълбока и спокойна. На изток се издига и разделя на две: Голямобучинска и Калкашка синклинала. В басейна са установени тектонски нарушения. Преобладават разседите с пропаднала северозападна страна. Амплитуда им е от 2-15 до 100-150 m. Въглищата са блестящи кафяви.

Бобовдолски басейн. За подложка и оградни скали служат проторозойски гнайси, шисти и амфиболити, палеозойски диорити, диабази и гранити, триаски варовици, пясъчници и аргилити и юрски кварцити, пясъчници, мергели и варовици. Палеогенските въгленосни наслаги са поделени на пет задруги. *Конгломератно-пясъчникова задруга.* Изградена е от полигенни конгломерати с пясъчлива до гравийна спойка, които се проследяват от полимиктови пъстроцветни пясъчници, като общата ѝ дебелина достига до 250 m. *Битумолитна задруга.* Включва тънкослойни аргилити и мергели с прослойки от пясъчници. На места имат ивичест строеж, обусловен от наличието на органично вещество. Възрастта ѝ е средноолигоценска. Дебелината на задругата варира от 0 до 50 m. *Пъстра подвъглищна задруга.* Дебелината ѝ варира от 350 до 500 m. Възрастта ѝ се определя на средно олигоценска. Седиментите, които я изграждат са пъстра алтернация от конгломерати, пясъчници, алевролити. *Въгленосна задруга.* Долната граница на задругата се маркира от появата на първите въглищни глини и черни глини. Дебелината ѝ достига 100 m. Тя е представена от пясъчници, пясъчливи глини, тънкослойни алевролити, аргилити и въглищни пластове. Установяват се 7-8 въглищни пласта с дебелина от 1,2 до 3,8 m, а на последните два до 10-12 m. Възрастта на задругата е определена като късноолигоценска. *Задруга на тънкослойните аргилити и глинести мергели.* Изградена е от тънкослойни аргилити, които в горните нива се проследяват от тънки пясъчливи прослойки. Тези седименти са късноолигоценски по възраст, като горната им част вероятно е с долномиоценска възраст. Дебелината на задругата на места достига до 500-750 m. Палеогенските наслаги са покрити от неогенски конгломерати и глини и кватернерни слабоспоени конгломерати и пясъци.

Тектонският строеж на басейна е свързан с късноалпийските тектонски движения. Основна е ролята на ССЗ-ЮЮИ разломи от Струмската система. В резултат на късноалпийските и неотектонски движения се образува Бобовдолският грабен, който е запълнен с разгледаните по-горе палеогенски седименти. В резултат на неотектонските движения те са нагнати от синклинални и антиклинални гънки като Чеганската, Второполска, Бабинска, Софийската. Установени са разседи и възседи и множество свлачища. Въглищата са блестящи кафяви.

Пирински басейн. Подложка и оградни скали на басейна са докамбийски амфиболити, гнайси, слюдени шисти и мрамори и кредни гранити с преход към

левкогранодиорити, кварцмонцити и адамелити от Северопиринския и Безбожия плутон. Отделят се следните свити в палеогенските въгленосни наслаги: *Логодашка свита*. Изградена е от пясъчници и глинести пясъчници, сред които се вкливат дебели пластове от олигомиктови брекчи и брекчоконгломерати (с гнайсови и мигматитови късове). Дебелината на свитата достига и надхвърля 700-800 m. Възрастта ѝ е определена като горноеоценска. *Качовска свита* – изградена от конгломерати, а в горната част от алевролити. Дебелината ѝ е около 370 m. Възрастта на свитата е най-вероятно среден олигоцен. *Горешишка свита*. Лежи над Качовската свита и започва с пясъчливи въглищни аргилити и Брежанския въглищен пласт. Установен е един основен въглищен пласт с дебелина от 0,5 до 34 m, като се откриват до 3 пласта-спътници с малка дебелина и ограничено площно разпространение. Върху въглищния пласт залягат битумолити с дебелина до 29 m. Над тях следват алевролити, аргилити, пясъчници. Общата дебелина е около 100 m. Покрива се съгласно от Ракитнишката свита. Възрастта на свитата се определя на среден-горен олигоцен. *Ракитнишка свита*. Изградена е главно от пясъчници, сред които се проследяват конгломерати и пясъчливо-глинести алевролити. Дебелината е около 400 m. Възрастта се определя като среден-горен олигоцен. *Лулевска свита*. Изградена е от битумолити, пясъчници, алевролити, пясъчливи аргилити и кафяви въглища. Възрастта ѝ е късноеоценска, а дебелината 100-150 m. Въгленосните наслаги са покрити с неогенски и кватернерни наслаги.

Въгленосните седименти на Пиринския въглищен басейн запълват грабенова структура – Брежанския грабен. Той е ориентиран в ССЗ-ЮЮИ посока. Образуван е в резултат на блокови движения, които са твърде интензивни през средния олигоцен. В резултат на тези движения по дължината на Струмския разломен сноп пропада един блок и се образува Брежанския грабен.

Методика

Въглищните пластове в изследваните басейни са опробвани в по 12 забоя. Вzeti са общо 84 пластови проби.

За изследване на петрографския състав въглищата са смлени до 1mm, споени с епоксидна смола и полирани. Така изработените аншлиф-брикети са изследвани в отразена и флуорисцентна светлина в маслена имерсия на микроскоп NU-2, снабден с приставка за флуорисцентна микроскопия и обектив 40x/0.65. Мацералният анализ е извършен по т.н. Two Scan метод. Използвано е автоматично броячно устройство тип Eltinor 4, за да се определи процентното съдържание на мацералите и минералите, като във всяка проба са снемани отчети от минимум 500 точки. На микроскоп Leica DMRX с микрофотометър MPV-SP, при дължина на вълната $\lambda = 546\text{nm}$, маслена имерсия ($n_d=1.515$), обектив 50x/0.85 и еталон Gadolinium-Gallium-Granat ($R=0,899$) съгласно стандарта е измерена отражателната способност на витринита (хуминита) в 100 точки във всеки шлиф.

Резултати и дискусия

Пернишки басейн

Класифициране на въглищата по Международната класификация на въглищата в пласта. Въглищата и от трите изследвани пласта според топлината на изгаряне (табл. 1, фиг. 1) могат да се определят като въглища от нисък ранг А (суббитуминозни) с преход към такива със среден ранг D (парабитуминозни). Средните стойности на показателя на отражение на хуминита за въглищата и от трите пласта са под 0,6% (табл. 2), така че те окончателно могат да бъдат определени като въглища от нисък ранг А – суббитуминозни.

Втората характеристика, която се определя – петрографският състав, също показва сходство за въглищата от трите пласта. Те са ивичести предимно хумусни, с високо съдържание на липоидни мацерали – 20,4% за пласт В, 19,1% за пласт D и 15,9% за въглищния комплекс (табл. 2).

Таблица 1

Резултати от химическия анализ на въглищата

Басейн, пласт	W_t , %	W^a , %	A^{db} , %	S^{db} , %	Q_s^{daf} , MJ/kg	Q_s^{maf} , MJ/kg
Перник						
В	14,1	4,19	13,05	2,39	28,48	24,45
D	15,5	7,29	15,08	1,35	28,94	24,46
Въглищен комплекс	15,3	4,98	21,07	2,12	28,63	24,30
Бобов дол						
IV	12,3	6,40	11,20	2,38	28,50	24,96
Двоен	13,9	5,4	25,44	2,55	28,55	24,57
Надежда	14,5	10,5	23,10	3,47	28,79	24,62
Пирин	13,8	9,15	14,77	2,14	28,63	24,69

W_t , % - обща влага; W^a , % - аналитична влага; A^{db} , % - пепелно съдържание на суха маса; S^{db} , % - обща сира на суха маса; Q_s^{daf} , MJ/kg – Топлина на изгаряне на сухо безпелно гориво; Q_s^{MAF} , MJ/kg – топлина на изгаряне на влажно безпелно гориво.

Третата характеристика е качеството на въглищата. Въглищата от пласт В и D са със средно качество, тъй като пепелното им съдържание е съответно 13,05 и 15,08%, а тези от въглищния комплекс са с ниско качество.

Като се обобщят резултатите пернишките въглища се определят като *ивичести предимно хумусни от нисък ранг А – суббитуминозни със средно качество* за пласт В и D и ниско качество за въглищния комплекс.

Тези резултати се илюстрирани от фиг. 1 за пласт В, която показва Международната класификация на въглищата в пласта и мястото на пласта в нея.

Кодифициране на въглищата по Международната система на кодификация. Според средните стойности на основните параметри за въглищата от пласт В е определен следният код:

28 14 13 23

Този код означава, че средната топлина на изгаряне, определена на сухо безпепелно гориво е от 28,0 до 28,9 MJ/kg, средната обща влага на въглищата е от 14,0 до 14,9%, средното пепелно съдържание на сухо гориво – от 13,0 до 13,9% и средното съдържание на обща сяра на сухо гориво – от 2,30 до 2,39%. Точните стойности на показателите са изложени в таблица 1.

За пласт D е определен код

28 15 15 13

Той показва, че средната топлина на изгаряне, определена на сухо безпепелно гориво е от 28,0 до 28,9 MJ/kg, средната обща влага на въглищата е от 15,0 до 15,9%, средното пепелно съдържание на сухо гориво – от 15,0 до 15,9% и средното съдържание на обща сяра на сухо гориво – от 1,30 до 1,39%. Точните стойности на показателите за пласт D са показани в таблица 1.

Таблица 2

Резултати от петрографския анализ на въглищата

Басейн, пласт	Група хуминит, %	Група липтинит, %	Група инертинит, %	Отражение на хуминита $g_o, \%$
Перник				
B	79,2	20,4	0,4	0,40
D	80,4	19,1	0,5	0,45
Въглищен комплекс	83,2	15,9	0,9	0,41
Бобов дол				
IV	82,0	17,5	0,5	0,40
Двоен	78,0	21,4	0,6	0,38
Надежда	76,0	23,6	0,4	0,35
Пирин	87,0	12,6	0,4	0,46

За въглищния комплекс определеният код е:

28 15 21 21

Според този код средната топлина на изгаряне, определена на сухо безпепелно гориво е от 28,0 до 28,9 MJ/kg, средната обща влага на въглищата е от 15,0 до 15,9%, средното пепелно съдържание на сухо гориво – от 21,0 до 21,9% и средното съдържание на обща сяра на сухо гориво – от 2,10 до 2,19%. Точните стойности на показателите са показани в таблица 1.

Пирински басейн

Класифициране на въглищата по Международната класификация на въглищата в пласта. Средната топлина на изгаряне на влажно безпепелно гориво е 24,69 MJ/kg (табл. 1). Въглищата от Пиринския басейн според тази топлина на изгаряне могат да се определят като

въглища от нисък ранг А (суббитуминозни) с преход към такива със среден ранг D (парабитуминозни). Средните стойности на показателя на отражение на хуминита за тези въглища е под 0,6% (табл. 2), но част от определенията в някои проби установяват отражение до 0,63%. Количеството на тези замери е минимално, така че пиринските въглища могат да бъдат определени като въглища от нисък ранг А – суббитуминозни.

Втората характеристика от класификацията е петрографският състав. Въз основа на съдържанието на трите групи мацерали (табл. 2) пиринските въглища се определят като ивичести предимно хумусни. Съдържанието на липоидни мацерали е по-ниско от това в орановските и гоцеделчевските въглища.

Третата характеристика е качеството на въглищата. Средното пепелно съдържание на пиринските въглища е 14,77% (табл. 1).

Тези характеристики определят въглищата от Пиринския басейн като *ивичести предимно хумусни от нисък ранг А – суббитуминозни със средно качество.*

Класифициране на въглищата по Международната система на кодификация. За пиринските въглища е определен код:

28 13 14 21

Той показва, че средната топлина на изгаряне, определена на сухо безпепелно гориво е от 28,0 до 28,9 MJ/kg, средната обща влага на въглищата е от 13,0 до 13,9%, средното пепелно съдържание на сухо гориво – от 14,0 до 14,9% и средното съдържание на обща сяра на сухо гориво – от 2,10 до 2,19%. Точните стойности на показателите за пласта са показани в таблица 1.

Бобовдолски басейн.

Класифициране на въглищата по Международната класификация на въглищата в пласта. Въглищата и от трите изследвани пласта според топлината на изгаряне (табл. 1) могат да се определят като въглища от нисък ранг А (суббитуминозни) с преход към такива със среден ранг D (парабитуминозни). Средните стойности на показателя на отражение на хуминита за въглищата и от трите пласта са под 0,6% (табл. 2), така че те окончателно могат да бъдат определени като въглища от нисък ранг А – суббитуминозни.

Втората характеристика, която се определя – петрографският състав, също показва сходство за въглищата от трите пласта. Те са ивичести предимно хумусни, с високо съдържание на липоидни мацерали – 17,46% за IV пласт, 21,4% за пласт Двоен и 23,6% за пласт Надежда (табл. 2).

Третата характеристика е качеството на въглищата. Въглищата от IV пласт са със средно качество, тъй като пепелното им съдържание е 11,20% (табл. 1), а тези от пласт Двоен (25,54% пепелност) и Надежда (23,10% пепелност) са с ниско качество.

Всички тези резултати определят въглищата от Бобовдолския басейн като *ивичести предимно хумусни от нисък ранг А – суббитуминозни със средно качество* за IV пласт и *ниско качество* за пластове Двоен и Надежда.

Кодифициране на въглищата по Международната система на кодификация. Според средните стойности на основните параметри за въглищата от IV пласт е определен следният код:

28 12 11 23

Този код означава, че средната топлина на изгаряне, определена на сухо безпепелно гориво е от 28,0 до 28,9 MJ/kg, средната обща влага на въглищата е от 12,0 до 12,9%, средното пепелно съдържание на сухо гориво – от 11,0 до 11,9% и средното съдържание на обща сяра на сухо гориво – от 2,30 до 2,39%. Точните стойности на показателите са изложени в таблица 1.

За пласт Двоен е определен код

28 13 25 25

Той показва, че средната топлина на изгаряне, определена на сухо безпепелно гориво е от 28,0 до 28,9 MJ/kg, средната обща влага на въглищата е от 13,0 до 13,9%, средното пепелно съдържание на сухо гориво – от 25,0 до 25,9% и средното съдържание на обща сяра на сухо гориво – от 2,50 до 2,59%. Точните стойности на показателите за пласт D са показани в таблица 1.

За пласт Надежда определеният код е:

28 14 23 34

Според този код средната топлина на изгаряне, определена на сухо безпепелно гориво е от 28,0 до 28,9 MJ/kg, средната обща влага на въглищата е от 14,0 до 14,9%, средното пепелно съдържание на сухо гориво – от 23,0 до 23,9% и средното съдържание на обща сяра на сухо гориво – от 3,40 до 3,49%. Точните стойности на показателите са показани в таблица 1.

Заклучение

Въглищата от въглищните пластове в Пернишката провинция са класифицирани по Международната класификация на въглища в пласта (International Classification of in-Seam Coals, 1998). Според средните стойности на основните параметри е извършено кодифициране на същите въглища съгласно Международната кодификационна система за въглища от нисък ранг (*Low-rank Coal Utilization. International codification system*, 2002).

Въглищата от Пернишкия басейн са *ивичести предимно хумусни от нисък ранг А – суббитуминозни със средно качество* за пластове В и D и *с ниско качество* за въглищния комплекс. Определени са кодовете на въглищата както следва: за пласт В – **28 14 13**

23, за пласт D – **28 15 15 13** и за въглищния комплекс – **28 15 21 21**.

Въглищата от Пирински басейн са *ивичести предимно хумусни от нисък ранг А – суббитуминозни със средно качество*. Определеният код е **28 13 14 21**.

Въглищата от пласт IV на Бобовдолския басейн са *ивичести предимно хумусни от нисък ранг А – суббитуминозни със средно качество*. За пласта е определен код **28 12 11 23**.

- Пласт Двоен

Въглищата от пластове Двоен и Надежда са *ивичести предимно хумусни от нисък ранг А – суббитуминозни с ниско качество*. Определен е код за пласт Двоен **28 13 25 25** и за пласт Надежда – **28 14 23 34**.

Литература

- Вацев, М. 1984. Литостратиграфия на палеогенските седименти от Брежанския грабен. – В: *Проблеми на геологията на Югозападна България*. С., Техника, 36-42.
- Връблянски, В. 1971. Пернишки грабен. – В: *Тектонски строеж на България*. С., Техника, 367-368.
- Загорчев, Ив. 1993. Обяснителна записка към геоложката карта на България М 1:100000. Картен лист Босилеград и Радомир. С., 77 с.
- Загорчев, Ив., М. Русева. 1993. Обяснителна записка към геоложката карта на България. М 1:100000. Картен лист Перник, С., 92 с.
- Загорчев, Ив. и др. 1994. Обяснителна записка към геоложката карта на България М 1:100000. Картни листове Крива Паланка и Кюстендил, С., 75 с.
- Кожухаров, Д., Р. Маринова. 1994. Геоложка карта на България М 1:100000, Картен лист Гоце Делчев. Обяснителна записка. Геология и геофизика-АД, С., 58 с.
- Маринова, Р. 1993. Геоложка карта на България М 1:100000. Картен лист Благоевград. Обяснителна записка. Геология и геофизика-АД, С., 68 с.
- Маринова, Р., И. Загорчев. 1993. Геоложка карта на България. М 1:100000, Картен лист Разлог. Обяснителна записка. Геология и геофизика-АД, С., 62 с.
- Чернявска, С. 1970. Спорополенови зони в някои старотерциерни въгленосни седименти в България. – *Изв. ГИ, Страт. и литол.*, 19, 79-100.
- ICCP. 2001. The new inertinite classification (ICCP System 1994). – *Fuel*, 80, 459-471.
- International Classification of in-Seam Coals*. 1998. United Nations, New York, 41 pp.
- Low-rank Coal Utilization. International Codification System*. 2002. United Nations, New York, 64 p.