

ЕКСПЕРТИЗИ ПРИ МАНИПУЛАЦИИ НА СРЕДСТВА ЗА ТЪРГОВСКО МЕРЕНО В СГРАДНИ ЕНЕРГИЙНИ СИСТЕМИ

Радослав Симионов
Бургаски Свободен Университет

EXPERTISES IN MANIPULATIONS OF COMMERCIAL MEASURING INSTRUMENTS IN BUILDING ENERGY SYSTEMS

Radoslav Simionov
Burgas Free University

Abstract:

The modern development of technologies has significantly changed the type of events that are the subject of electrical engineering expertise. In recent years, there has been a decrease in expertise due to accidents in industrial systems due to the introduction of modern means of protection set by European Union standards. The share of expertise in accidents in building energy systems due to obsolete and depreciated electrical equipment still remains large.

The development of IT technologies and their application in modern energy has led to a faster change of external devices compared to those used for domestic purposes. The various projects implemented by the electricity distribution companies and the change of ownership of the meters for electricity metering have enabled modern digital electricity meters to enter the practice. They work in parallel with the still available electromechanical and hybrid measuring instruments. The intelligent energy networks required in modern technology also require modern means for measuring and regulating the flows of consumed electricity. The controllable microprocessor electricity meters introduced by the electricity distribution companies are the first step in the construction of such intelligent energy networks.

Keywords: *Measuring instruments, Energy system, Balancing Energy, EVN,*

Въведение:

Съвременното развитие на технологиите измени съществено вида на събитията, които са предмет на електротехническите експертизи. През последните години се наблюдава намаляване на експертизите в следствие на злополуки в промишлени системи, поради внедряване на съвременни средства за защита, заложи от стандартите на Европейския съюз. Все още голям остава дялът на експертизи при злополуки в сградни енергийни системи, дължащи се на морално остарели и амортизирани електротехнически съоръжения [1,2,3].

Развитието на IT технологиите и тяхното приложение в съвременната енергетика доведе до по-бързо изменение на външните устройства спрямо такива, използвани за битови цели. Различните проекти, изпълнявани от електроразпределителните дружества, и смяната на собствеността на средата за измерване на електроенергията даде възможност в практиката да навлязат съвременни цифрови електромери [4,5,6]. Те работят паралелно с наличните все още електромеханични и хибридни измервателни средства. Налагащите се в съвременната техника интелигентни енергийни мрежи изискват и модерни средства за измерване и регулиране на консумираната електроенергия. Въвежданите от електроразпределителните дружества управляеми микропроцесорни електромери са първа стъпка в изграждането на такива интелигентни енергийни мрежи.

Развитието на IT технологиите в системите за дистанционно отчитане и управление на консумацията на електроенергия промени съществено и видовете електротехнически експертизи.

I. Видове манипулации на средствата за търговско измерване

Практиката показва, че от 2010 година започна масово да се въздейства върху средствата за търговско измерване на електрическа енергия както в битовия, така и в промишления сектор. Статистиката не разполага с данни в кой от двата сектора въздействията са по-голям процент, но със сигурност може да се твърди, че „спестените” средства в промишлеността са повече в сравнение с тези в битовия сектор.

Целта на тези нерегламентирани въздействия е една единствена, а именно намаляване на дължимите суми за изразходвана електроенергия.

Това от своя страна „мотивира” електроразпределителните дружества да „работят” за внедряване на такива измервателни средства, които са добре защитени от неправомерни въздействия и още повече сами известяват за това.

В зависимост от типа на измервателното средство и неговото местонахождение се подхожда по индивидуален начин относно неговото манипулиране, но могат да се обособят две големи групи:

1. Преки въздействия – ка са се за непосредствено въздействие върху измервателното средство.

При индукционните измервателни средства основно се прилагат няколко метода:

- Най – прилаганият и най – прост подход е с поставяне на силен постоянен магнит върху корпуса на електромера. Всеобщото схващане е, че по този начин се влияе върху създаваните магнитни потоци от двете бобини напреженова и токова, но това е така от части. В действителност постоянният магнит влияе върху тарифния превключвател. Той се повдига, като по този начин задвижващото зъбно колело застава между задвижваните зъбни колела на двата ролкови брояча. По този начин не се отчита изразходваната електрическа енергия. Подходът е добър поради факта, че не се нарушават запечатваните пломби на електромера, както и че магнитът може да бъде поставен премаханат по всяко време без да са необходими специални познания и / или умения. Методът е безопасен и от гледна точка на прилагания го.

- Другият най – прилаган подход е чрез поставяне на проводник между входната и изходната клемма на електромера. В този случай електромерът измерва само част от потребеното количество електрическа енергия. Това зависи от два основни фактора – сечението на поставения неправомерно бай – пасен проводник (колкото сечението е по-голямо толкова по-малко отчита електромерът) и сечението на проводника на токовия електромагнит респективно номиналния ток на електромера (колкото номиналният ток на електромера е по-голям толкова сечението на бобината е по-голямо, а броят на вивки по-малък). При този метод е необходимо да се свали клемната капачка на електромера, респективно да се нарушат неговите пломби. Недостатък на този метод е, че проводникът веднага се вижда при проверка от техниците на електроразпределителното дружество.

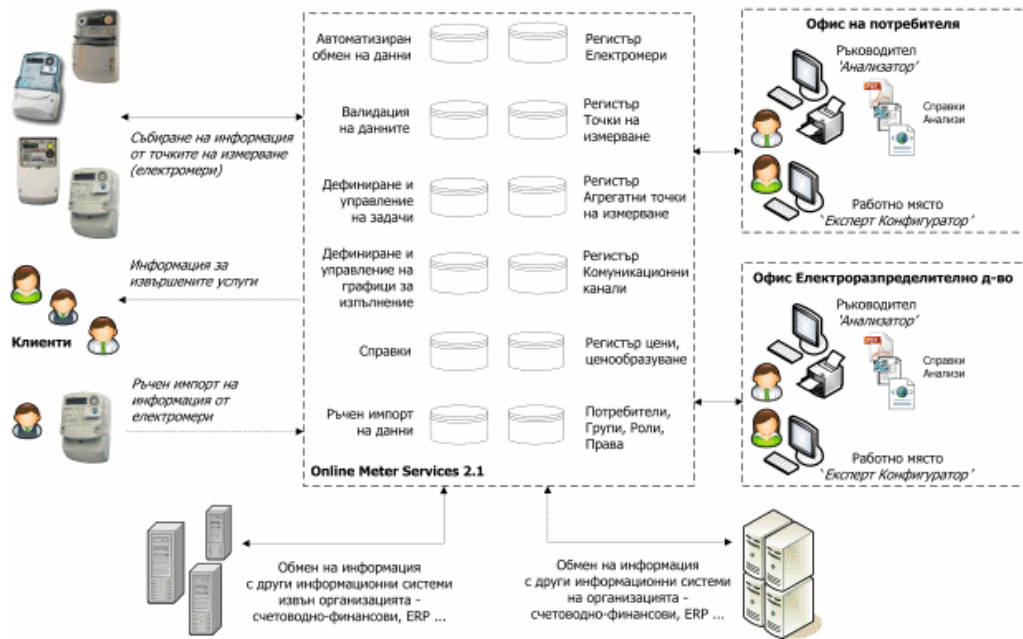
- Третият, най – прилаган подход е чрез „разхлабване” на фабричния мост, поставен между началата на токовата и на преженовата бобина. По този начин на преженовата бобина не е захранена и респективно тя не създава своя магнитен поток, което е предпоставка за спирането на електромера. За прилагането на този метод е необходимо да се свали клемната капачка на електромера, респективно да се нарушат неговите пломби. За разлика от предходния, този е по – завоалиран.

- Най – непопулярният метод е чрез подмяна на предавателното отношение на зъбните колела. За разлика от предходните, които могат да се изпълнят с „подръчни средства”, при този е необходимо разработването на нови зъбни колела. От друга страна - „ефективността” на този метод не е голяма. Разбира се, за прилагането му са необходими по-специални знания и умения, както и нарушаване на пломбите на корпусната кутия.

При електромерите от така наречения хибриден тип единствено се прилага практиката с поставяне на бай-пасен проводник. Може би поради краткото време, за което бяха въведени в експлоатация, други подходи спрямо тях не се разработиха.

Статичните електромери са истинско предизвикателство за ентузиастите, които всячески се стремят „да хакнат системата”, от една страна, и все по-развиващите се технологии за превенция, от друга. В първите години се прилагаше популярният метод с поставяне на бай-пасен проводник между входната и изходната клемма на електромера, но този метод бързо стана неприложим. Производителите започнаха да поставят различни по вид датчици, които да алармират свалянето на клемния и / или корпусния капак. Въведе се система за дистанционен мониторинг върху средствата за измерване, която разбира се през годините също се развива непрекъснато. Блок схемата на така изгражданата система за абонатите, обслужвани от ЕВН България, е показана на фиг. 1.

В първите години на внедряването им статичните електромери нямаша вътрешна памет и независимо захранване, а манипулацията беше възможна единствено при отпадане на мрежовото захранване.



Фиг. 1 – Блок схема на изградената система за абонатите, обслужвани от ЕВН България

В следствие производителите разработиха електромери с вътрешна памет, след това се въведе и независимо захранване, осигурявано от батерия, монтирана във вътрешността на електромера, а в момента - с енергонезависима памет, която би могла да запази архива данни за години напред. Електромер от такъв тип е представен на фиг. 2.



Фиг. 2 статичен електромер с независимо захранване

2. Косвено въздействие – под косвено въздействие, влияещо върху процеса на измерване и респективно неговата точност, се има предвид изкривяване на резултата от измерването без да се прониква във вътрешността на самия измервателен уред. Това е възможно при електромерите за индиректно измерване. Това са електромери, чийто обхват по ток най-често е разширен чрез токов измервателен трансформатор.

В този случай двете вериги, токова и на преженава, са разделени, като разбира се може да се повлияе и върху двете за едно и поотделно по подходящ начин.

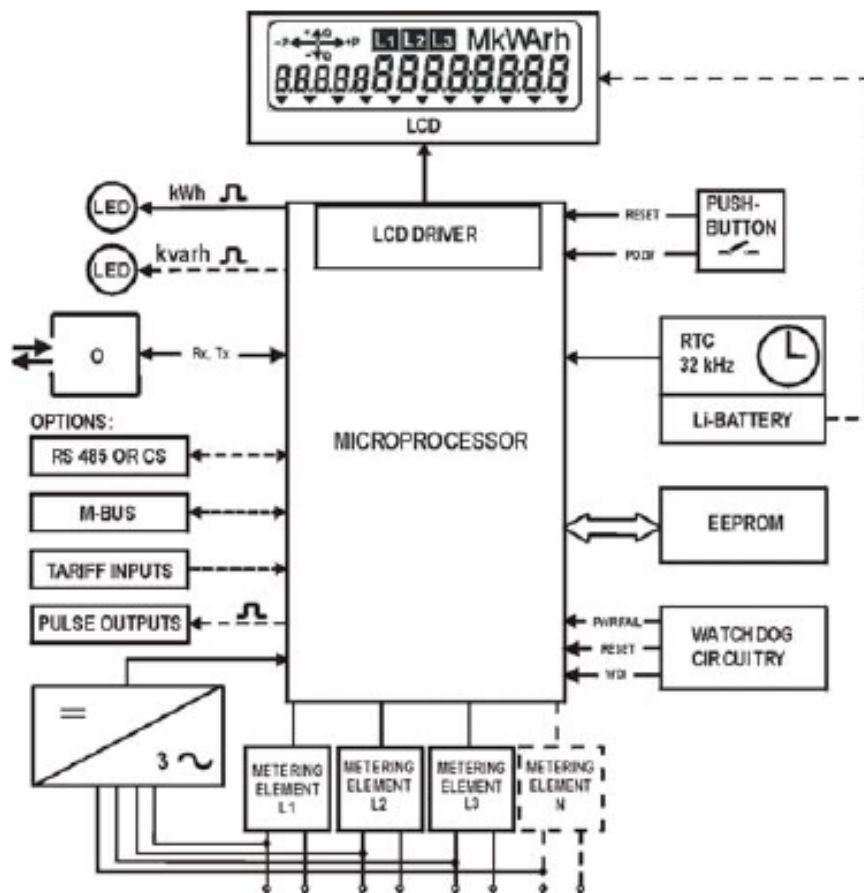
По-лесният начин е прекъсване на напреженава верига. Това е предпоставка за неотчитане на разходваното количество електрическа енергия без да се „пипа” самият електромер. Този подход е приложим при индукционните и хибридните измервателни средства. Не така стои обаче въпросът със

статичните електромери. При тях прекъсването на напрежена верига веднага предизвиква алармен сигнал в системата за дистанционен мониторинг. Ето защо този метод при статичните електромери не е приложим.

Вмешателство може да се предизвика и чрез намеса в токовата верига. Трябва да се има предвид, че вторичната страна на токовите измервателни трансформатори трябва да остава отворена. В този случай тя умишлено се дава на късо, като по този начин се създава делител на ток. При съвременните статични електромери в случай на тотално отпадане на товара, автоматично ще се появи алармен сигнал в системата за дистанционен мониторинг, именно поради тази причина сечението на проводника, който се ползва за окъсяване, трябва да се подбере внимателно.

II. Софтуерни манипулации при съвременни цифрови електромери

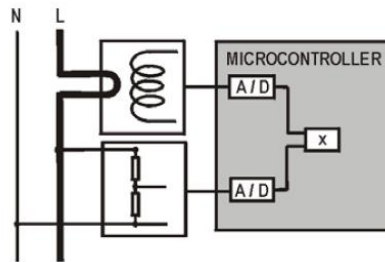
През последните години нараства и броят на експертизите при софтуерно манипулиране на показанията на електромерите. Например в района, обслужван от ЕВН България, все по-масово се използват електромери тип МТ173 - Статичен трифазен електромер с измерване на максимална мощност. Блоквата схема на такъв електромер е представена на фиг.3.



Фиг.3 - Блоквата схема на електромер МТ173

Измервателният елемент (фиг.4) на този тип електромери дава възможност за точно измерване на активна и реактивна енергия в широк измервателен и температурен диапазон. Той се състои от токов и напрежени датчик. Токовият датчик е поясът на Роговски (токов трансформатор с въздушно ядро), а напрежени датчик е съпротивителен напрежени разделител. Сигналите от токовите и напрежени датчици се предават на А/Д конвертори. Те се мултиплицират дигитално, за да може да

се изчисли моментната мощност. Моментната мощност се интегрира в микро-контролер, където се обработва допълнително.



Фиг. 4 - Измервателен елемент

Микро-контролерът получава сигнали от измервателните елементи, обработва ги и изчислява стойностите на измерената енергия. Резултатите от измерването се съхраняват в енергийните регистри на отделните тарифи. Микро-контролерът също съхранява данни от предишен период на отчитане. Той генерира импулси за светлинните индикации и импулсните изходи, осъществява двупосочна комуникация чрез оптичния порт, серийния порт и М-bus (ако има), записва товаров график и събития, както и управлява LCD дисплея.

Информацията в регистъра има дата и време на края на записа, статус на електромера по време на последния регистриран период и проверка на сумата.

128 събития и състояния на електромера могат да бъдат записани в книгата на събитията. Тя е организирана като FIFO памет, което означава, че последните 128 събития са винаги на разположение. В книгата на събитията могат да бъдат записани следните статуси:

- Фатална грешка на електромера
- Зануляване на отчетените стойности
- Промяна в стойността на настроените параметри
- Настройка на вътрешния часовник
- Проблем в захранването
- Възстановяване на мрежовото напрежение
- Триене на регистри от регистратора на товаров график
- Триене на регистри от книгата на събитията
- Проблем с напрежението в отделни фази (L1, L2, L3)
- Възстановяване на напрежението в отделни фази (L1, L2, L3)
- Отваряне на капачката на електромера или капачката на клемния блок.

Електромерът МТ173 запазва отчетените резултати най-много от последните 15 отчетени периода (месеца). Броя на тези периоди (месеци) е настроен фабрично и не може да бъде променен в последствие. Резултатите се съхраняват във FIFO памет, така че да са винаги на разположение резултатите от последните n броя периода ($n = 1, 2, \dots, 15$), независимо дали е било направено зануляване посредством RTC, бутона за зануляване или чрез оптичен порт.

В горния десен ъгъл на електромера има оптичен интерфейс, който отговаря на стандарта IEC 62056-21. Той служи за настройка на електромера и прочитане на данни на място (фиг. 5). Комуникационният протокол е IEC 62056-21, режим С. Комуникационният режим е серийно асинхронен. На разположение са всички скорости на прехвърляне на данните от 300 bit/s до 9.600 bit/s. Ако скоростта на прехвърляне на използваната оптична проба е по-малка от 9.600 bit/s, максималната скорост на прехвърляне е равна на максималната скорост на прехвърляне на оптичната проба. Дължината на вълната на светлината от оптичния интерфейс е 660 nm, интензитетът на светлината в активно състояние е минимум 1 mW/sr.



Фиг. 5: Оптичен интерфейс

Чрез тази оптична глава посредством оптичния порт, може да бъде променян и видът на тарифите. Активира се паразитна трета тарифа, както е показано от извлечената информация от регистрите на електромера (фиг. 6). На фигурата е показано, че в процесния електромер се отчита консумирана електроенергия за последните три отчетни периода и общото количество отчетена от трета тарифа електроенергия.

```
1.8.3 000648.3 kwh L123 Active power+ Tariff3
1.8.3*15 000648.3 kwh L123 Active power+ Tariff3 PV (RTC,Comm.,IN)
1.8.3*14 000361.5 kwh L123 Active power+ Tariff3 PV (RTC,Comm.,IN)
1.8.3*13 000270.2 kwh L123 Active power+ Tariff3 PV (RTC,Comm.,IN)
```

Фиг. 6 – Показания на скрита трета тарифа

Електромерът регистрира въздействието чрез оптичната глава, но няма възможност да сигнализира за това в центъра за управление на системата. Промяната на състоянието на съответните регистри е показана на фиг. 7

```
29. 5.2020 23:51:23 8120, Parameter changed via remote comm.
29. 5.2020 23:51:27 811E, Main cover closed
29. 5.2020 23:51:27 811C, Terminal cover closed
```

Фиг. 7 – Състояние на регистрите при манипулиране на електромера

Когато се извършва рутинна проверка чрез средства за контролно измерване или периодично се извършва проверка за точността на измерване според действащите стандарти в специализирана лаборатория може да бъде установено точното време на препрограмване на електромера (фиг. 8). От извлечените данни се вижда, че регистър С.2.1. е запомнил датата на извършена манипулация.

```
31.7.0 0.0 A L1 Current
51.7.0 0.0 A L2 Current
71.7.0 0.0 A L3 Current
32.7.0 0 V L1 voltage
52.7.0 0 V L2 voltage
72.7.0 228 v L3 voltage
C.51.1 0008 Over-voltage Phase L1
C.51.2 0200420094010 Over-voltage Phase L2
C.51.3 0000 Over-voltage Phase L3
C.51.4 0000101000000 Under-voltage Phase L1
C.51.5 0000 Under-voltage Phase L2
C.51.6 0000101000000 Under-voltage Phase L3
C.51.7 01c4
C.51.8 0200425080801
C.2.0 0001 Nr.of parameterisations
C.2.1 0200429205313 Date of last param.
C.6.0 56771 Battery hour counter
0.2.0 v1.11 Version number
0.2.2 06220000 Time switch program checksum
```

Фиг. 8 – Състояние на регистрите при прочит със специализиран софтуер

По време на отчетните периоди системата фактурира електроенергията, отчетена от договориранията тарифи, като не фактурира енергията, която е отчетена от скритата трета тарифа. По този начин консуматорът остава с впечатление, че електромерът отчита по-малко енергия. Естествено тези, които са извършили тази манипулация са обещали на консуматора, че трайно ще намаляват сумите, които той ще заплаща за консумираната от него електроенергия. Тази манипулация, която умишлено е направена и става все по-масова, лесно се установява от контролните звена на електроразпределителното дружество, както и от извършването на контролни измервания в специализираните лаборатории на Български институт по метрология (БИМ). След като се установи това нарушение, обикновено се стига до съдебни дела, които изискват изготвянето на този вид експертизи.

Изводи:

При извършването на такива манипулации, ако абонатът е сключил договор за 1 и 2 тарифа и чрез оптичната глава е създадена изкуствено трета (скрита) тарифа, която отчита по-голямата част на консумираната електроенергия, той получава фактури за нереално ниски стойности на консумираната електроенергия. По този начин абонатът остава с впечатление, че част от електроенергията не се отчита и не е нужно да бъде заплащана. При периодична проверка на електромера или при контролна проверка много лесно се установява несъответствието между реално консумираната и заплатената от абоната електроенергия.

За да се избегнат такива събития, е необходимо да бъде променен софтуерът на системата така, че промяната в съответните регистри да дава индикация в реално време в центъра за управление на системата. Това ще даде възможност да бъде своевременно коригирано некоректното фактуриране на електроенергията, консумирана от съответния потребител. Това ще даде възможност да бъдат избегнати съмненията за некоректни отношения и неспазване на сключените договори между доставчик и краен потребител на услугата.

И на последно място, коректното отношение към клиентите на електроразпределителните дружества предполага осъществяването на периодични информационни кампании, насочени към всеки един абонат. Целта на такива кампании е да дават информация за негативните последици от манипулиране на електромерите и да ги предпазва от „електромерни измамници“.

Въвеждането на съвременни цифрови електромери дава възможност за повишаване качеството на предоставените услуги от оператора на електроразпределителната система. Те дават възможност да се контролира както качествени параметри на доставената електроенергия, така и периодите, през които по външни причини консуматорът е лишен от доставената услуга [7,8,9]. При настъпване на аварийни събития те могат да дават информация за отклонение от стойностите на напрежението, честотата и несиметрично натоварване на мрежата. По този начин независимият търговец на електроенергия може да се грижи за сигурността и защитата на присъединените електроуреди, респективно на имуществото на клиента на услугата.

Тези интелигентни устройства като част от бъдещите интелигентни енергийни системи дават възможност да бъде извършван анализ на ефективността на консумиране на електроенергия и периодичността на измененията на товарния график на отделния консуматор. Тези възможности ще бъдат особено важни при бъдещата пълна либерализация на пазара на електроенергия за значително повишаване качеството на предоставените интелигентни енергийни услуги.

Литература

- [1]. Сейменлийски К. Д., Електротехнически фактори влияещи върху себестойността и цената на електрическата енергия, ISBN 978-954-760-244-1, Колор Принт, Варна 2011 г.
- [2]. Silviya Letskovska, Kamen Seymenliyski, Renewable Energy Sources and Pricing of Electrical Power, Journal of Energy and Power Engineering is published monthly in hard copy (ISSN 1934-8975) and online (ISSN 1934-7367) by David Publishing Company, US, 2014; Volume 8, Number

- 5, May 2014 (Serial Number 78), p. 896-902 Database of EBSCO, Massachusetts, USA; Google Scholar; CiteFactor (USA); Electronic Journals Library; Database of Cambridge Science Abstracts (CSA), USA и др
- [3]. Silviya Letskovska, Kamen Seymenliyski, Study The Performance Characteristics Of Power Systems With Photovoltaic Power Plants, Списание „Компютърни науки и комуникации”, Том 5, No 4(2016), ISBN 978-619-7126-57-0, БСУ, Бургас, стр. 12-17.
- [4]. Kamen D. Seymenliyski, Pavlik R. Rahnev, Silvija A. Letskovska, Tzanko T. Zanev, Interaction processes of converters with power network, XXXVII International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, October 2-4, 2002, Faculty of Electronic Engineering, Nis, Yugoslavia, Proceedings of Papers, p.393-394, ISBN 86-80135-69-0.
- [5]. K. Seimenliyski, T. Zanev, P. Rahnev, S. Letskovska, M. Uscheva, The influence of power converters built with power semiconductor devices on the quality of the electrical energy, XXXIX International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, 16-19 June, 2004, Bitola, Makedonia, ISBN: 9989-786-38-0, Proceedings of Papers p. 799-803, Printed by: MIKENA, Bitola, Macedonia.
- [6]. Камен Сейменлийски, Силвия Лецковска, Стоянка Моллова, Образуване на цените на електрическата енергия в България, Юбилейна НК - 10 години от създаването на НБУ „Васил Левски”, 2012, том 8, ISBN 978-954-753-095-9, стр. 82-91, Издателски комплекс на НБУ „В. Левски“.
- [7]. К. Сейменлийски, С. Лецковска, П. Рахнев, Повишаване ефективността на тарифната политика в електроенергийната система на България, Юбилейна НК - 10 години от създаването на НБУ „Васил Левски”, 2012, том 8, ISBN 978-954-753-095-9, стр. 91-100, Издателски комплекс на НБУ „В. Левски“.
- [8]. К. Сейменлийски, Ст. Моллова, П. Рахнев, Състояние на тарифната политика на електроенергийната система на България, Юбилейна НК - 10 години от създаването на НБУ „Васил Левски”, 2012, том 8, ISBN 978-954-753-095-9, стр. 101-105, Издателски комплекс на НБУ „В. Левски“.
- [9]. Silvija Letskovska and Kamen Seymenliyski, Renewable Energy Sources and Tariffing of Electrical Power, XLVIII International scientific conference ICEST 2013. Proceedings of Papers, ISBN: 978-9989-786-89-1, Volume 2, p.739-742.