СОФТУЕРНИ ПРОДУКТИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕНЕРГИЙНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СГРАДИ

Силвия Александрова Лецковска
Бургаски свободен университет

SOFTWARE PRODUCTS FOR DETERMINATION OF ENERGY CHARACTERISTICS OF BUILDINGS

Silviya A. Letskovska
Burgas Free University

Abstract: *This report examines the main stages of energy audits of existing and new buildings. Emphasis is placed on the various software products applicable to determine the energy performance of buildings, their capabilities and use in different countries.*

Keywords: *buildings, energy audits, software products*.

Въведение

Понятието *„Енергийна ефективност на сгради"* включва методите и средствата за установяване на баланса между разхода на енергия и комфорта на обитателите, съобразно особеностите на дадена строителната конструкция, на достъпните технически средства и режима на използване на сградите. Сградите играят важна роля в енергийната ефективност – те са потребители на 40% от консумираната енергия, от които 75% за отопление и охлаждане и 25% за топла вода, осветление и за електрическите уреди.

Целта на обследването за енергийна ефективност на сгради е да се дадат насоки за намаляване на потреблението на енергия при запазване на нормативния комфорт на обитателите. Едновременно с това следва да се направи финансова оценка на техническите средства, необходими за провеждане на обследването. На практика, обследването за енергийна ефективност следва да се разглежда като оптимизационна задача, решаването на която минава през няколко етапа.

Първи етап

Това е подготвителният етап, който включва т.н. идентификация на сградата – събирането на данни за:

- Геометричните ѝ параметри, включително ограждащите елементи и конструкции (стени, остъкляване, покривна конструкция, фундамент и др.);
- Географската ориентация на сградата;
- Разположението спрямо релефа на местността и спрямо други сгради;
- Оценката на техническото състояние и характеристиките на техническото оборудване, на базата на което са изградени инсталациите за преобразуване, пренос и разпределение на енергия.

Най-съществената част от получената база с данни включва консумацията на енергия за минали периоди. Тази информация би могла да се получи от фактурираното количество доставена енергия, ежемесечните записи за разхода на горива и др. Подготвителният етап е изключително съществен, продължителността му трудно би могла да бъде фиксирана. Наличието на проектна документация на сградата би могло значително да съкрати сроковете за изпълнението му.

Втори етап

Този етап на обследването за енергийна ефективност включва съставяне на модела на сградата. На база на клаузите, залегнали в нормативната уредба, както и лицензираните методики и средства (софтуерни продукти), основен акцент се поставя върху съставянето на топлинния баланс на сградата. Това е баланса между входящите (включително генерираните в сградата) и изходящи енергийни потоци. Топлинният баланс има отношение основно към отоплението на сградата, в него се отчитат входящите и изходящи енергийни потоци.

Трети етап

Този етап се базира на анализ на модела на сградата с оценяване на показателите за качество и сравняването им с нормативно зададени стойности или съставяне на т.н. базова линия. *Базовата линия* представя енергийните показатели при проектни стойности на режимните и топлотехническите характеристики на сградата.

Четвърти етап

Този етап включва синтезирането на мерки за повишаване на енергийната ефективност.

Заключителен етап

Етапът включва изготвяне на доклад за отразяване на резултатите от обследването за енергийна ефективност и резюме на доклада от извършеното обследване; изготвяне на сертификат за енергийни характеристики на сградата; представяне на доклада, резюмето и сертификата на собственика на сградата [1,11-12].

Добре е да се има предвид, че понятието повишаване на енергийната ефективност е условно. Под повишаване на енергийната ефективност не следва да се разбира единствено намаляване на финансовите разходи за енергия.

I. Софтуерни продукти за определяне на енергийните характеристики на нови и съществуващи сгради

Системите за енергийно сертифициране на сградите в различните страни се основават на нормативната и законодателна рамка, взаимосвързани с финансови механизми за изграждане на нови или обновяване и реконструкция на съществуващи сгради.

Опитът в различни страни показва, че благодарение на предприетите стъпки за подобряване на енергийната ефективност в жилищния сектор е възможно да се намалят разходите за енергия и да се намалят емисиите на парникови газове.

Ефективността на функционирането на определена система определя детайлността и баланса на елементите на тази рамка. Трябва да се отбележи, че основните законодателни документи и методологическата рамка в тази област са много динамични и продължават да се усъвършенстват и до днес [13-19].

Системите от енергийни паспорти (енергийни сертификати) на сградите в различни страни се основават на показатели за енергийна ефективност на сгради, които се получават в хода на обследване или изчислително моделиране на сградите при експлоатационни условия.

Присвояването на клас на консумация на енергия (енергийна ефективност) на една сграда се извършва на база измерен или изчислен показател, в зависимост от неговата стойност или от големината на отклонението от базовата линия. Въз основа на резултатите от енергийното сертифициране на сградата е присвоена определена маркировка. Разликите между системите от енергийни сертификати на сгради в различните страни се състоят в различен брой фактори, които се вземат предвид при оценка на потреблението на енергия, размера на периода на оценка и видовете енергия.

Енергийните одити са изключително трудоемки, изискват голямо количество ръчно събирани данни и анализ на потреблението на енергия. За да се извърши всичко това обикновено трябва да се съберат и анализират сметки за предоставени услуги поне за една година. Събирането, организирането, анализирането и докладването на всички тези данни ръчно е трудоемко, поради което разработените софтуерните предложения за енергиен одит получиха голяма популярност.

Компютъризираните системи за управление на енергията се използват отдавна. През деветдесетте години на 20-ти век това бяха офлайн системи, базирани на системи за управление на енергийното управление (ECMS).

Последните развития в интернет технологиите също засегнаха областта на енергийния мениджмънт. Днешните системи за автоматизация на сградите (BAS) се справят с всички задачи, свързани с енергията и оборудването и предоставят оперативна информация и интерфейси за управление на други системи на съоръжения, включително системи за управление на съоръжения [20-27].

Съвременният софтуер за анализ и одит на използване на енергия в облак може да изпълнява симулации на сгради и програми за проектиране на оборудване. Софтуерът изисква въвеждане на метеорологични данни, експлоатационни времена и други енергоемки параметри като броя и вида на осветителните тела и оборудване, ефективността на различни устройства и т.н., степента на изолация, размерите на прозорците и т.н. След това се симулира година на експлоатация на сградата (или какъвто и да е избран времеви цикъл) и се определят енергийните разходи и сметките за енергия. След създаването на симулационен модел се предлагат различни подобрения на ефективността на изолацията на сградата. В комбинация с функциите за финансов анализ това спомага да се изберат най-рентабилните възможности за енергоспестяване (ЕКО) [28-30].

1.1. Софтуер за енергиен одит ASHRAE

ASHRAE (ниво 1 и ниво 2) се състои от 3 компонента: EMAT Field Auditor – инструмент за събиране на данни за одит. Приложим е за жилищни и търговски одити, облачно базиран; EMAT Light – за проекти pd filej.ekre (2019 г.); EMAT Analyzer – за генериране на отчети, анализ на данни, мерки за запазване на енергията (ECM) [2, 11].

1.2. Energy Analysis Software

Този софтуер, непретенциозно наречен софтуер за енергиен анализ, се състои от четири независими модула, продавани отделно.

- Модул за одит – показва моделите на потребление на енергия. Целта на този модул е да идентифицира аномалиите, да анализира сметките за комунални услуги, потреблението, активите и енергията;
- Модул за моделиране – създава енергийни модели за управление на енергията и контрол на потреблението на енергия;

- Модул за сравнителен анализ – инструмент за сравняване на различни помощни програми и определяне на приоритетите един пред друг. Изчислява на индекса на ефективност;
- Модул за бюджетиране – инструмент за създаване и сравняване на различни бюджети за всеки вид енергиен източник. Създават се различни сценарии, за да се подпомогне разработването на планове за енергийна ефективност.

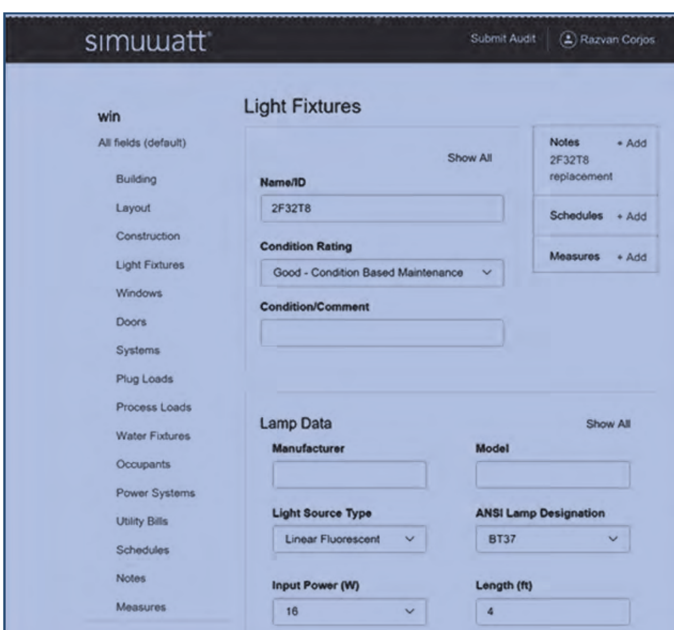
1.3. Weatherization Assistant

Софтуерът може да се персонализира по отношение на събирането, отчитането и обмена на данни. Това е инструмент за енергиен одит (NEAT) за еднофамилни къщи, за енергиен одит за дом, инструмент за енергийни одити (MulTEA) за многофамилни сгради, за одит на здравето и безопасността при еднофамилни домове [5].

С него се идентифицират икономически ефективни мерки за енергоспестяване (ECM) за дом или сграда, като се вземат предвид метеорологичните условия. местните разходи за модернизация, разходи за гориво и специфични строителни детайли. Инструментът за одит на здравето и безопасността е насочен към ситуациите, в които жилищна единица е обезопасена или се подлага на модернизация или реконструкция с цел енергийна ефективност.

1.4. Simuwatt ® Energy Auditor

Това е облачен софтуер за таблети и настолни компютри, осигуряващ висококачествени енергийни одити за сгради. Софтуерът е разработка на Simuwatt (Фиг. 1). Предложената гъвкава платформа и мащабируемо приложение, позволяват одит на сгради в различни сектори и запазване на данни за повторна употреба [4].



Фиг. 1.

1.5. ENSI EAB

Използва се за изчисляване на енергийните характеристики на сградите при енергийни одити и за изготвяне на енергийни сертификати за сгради. Може да се прилага за нови и съществуващи жилищни и нежилищни сгради.

Инструментът е в съответствие със стандартите на ЕС и използва алгоритмите и референтните стандарти на EN ISO 13790. Изчислението се извършва с помощта на технически (напр. U-стойности), специфични за потребителя (напр. График за заетост) и климатични данни. Лесното моделиране е възможно чрез предоставяне на предварително определени данни за типични жилищни и нежилищни сгради, включително нормативни или стандартни стойности. Повечето входни параметри са предварително зададени и могат да бъдат коригирани според условията на строителството. Параметрите на сградата могат да бъдат въведени за текущата сграда и за санирана сграда [3].

Резултатите се представят като крайни енергийни нужди и използване (отопление, вентилация, БГВ и др.) и като топлинни загуби за отделни компоненти на сградите. Програмата изчислява енергийните нужди за сградата със стандартизирани параметри, с действителни параметри и след прилагане на мерки за енергоспестяване. Освен това се изчислява „изходно“ потребление на енергия, което отчита основните нужди от комфорт като минимална вътрешна температура, нива на вентилация и т.н., ако те в момента не са изпълнени.

ЕАВ софтуер е удобен инструмент за изчисляване на енергийните характеристики на сградите; съобразен за енергиен одит на нови и съществуващи сгради и за енергийна сертификация на сгради; съгласуван с нормите и стандартите на ЕС и Директива 2010/31/ЕО, алгоритъмът на EN ISO 13790: 2008 и референтни стандарти.

Изчисленията са бързи и отразяват връзката между параметрите. Резултатите са представени като коефициенти на топлопреминаване, енергийна нужда, потребление на енергия, спестена енергия. Генерира се ЕР индикатори (kWh/m^2) за използване при енергийно сертифициране. В момента са налични климатични данни за избрани метеорологични станции в 24 държави.

Норвегия се занимава с въпросите на енергийната ефективност в сградите от години и има разработени методи и средства за осигуряване на висока ефективност на процедурите за енергийно обследване. Това включва и т.нар. „Метод на ключовите стойности“, създаден от норвежката фирма ENSI (Energy Saving International AS). Норвежкият метод на ключовите стойности е признат за полезен в редица страни от Централна и Източна Европа, където е пригоден към националните стандарти.

Разработен е и български вариант на програмния продукт ENSI „Финансови изчисления“. Програмният продукт се използва за изчисляване на рентабилността на мерките за повишаване на енергийната ефективност и мерките за реконструкция чрез използване на стандартни икономически критерии.

При разработването на ключовите стойности за дадена страна трябва да бъдат определени няколко комплекса от национални справочни стойности – еталони, за всеки отделен тип сгради (административни сгради, училища, болници, жилищни сгради и др.). Освен това, за създаване на ключови стойности за различните климатични зони са необходими и местни климатични данни.

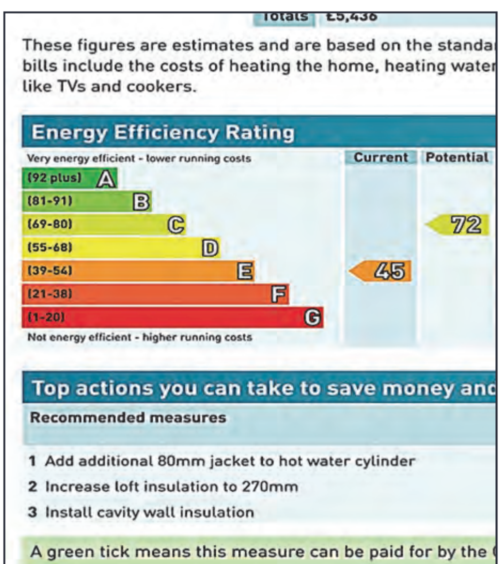
След първоначалната версия, разработена през периода 2002–2005 г. български екип разработи методика за моделиране и симулиране на сгради, която съответства на изискванията на европейските директиви. В българската версия на софтуера е заложен уникален алгоритъм за топлотехнически пресмятания.

1.6. ЕСМК Rd.SAP 9.94

Софтуерният продукт се прилага при енергийното оценяване на вече построени жилищни сгради във Великобритания. Акредитиран енергиен оценител посещава сградата, за да събере данните, необходими за оценка на енергийните характеристики, и генерира сертификат за енергийни характеристики (EPC), използвайки одобрен от правителството софтуер. Оценката се основава на конструкцията и вида на жилището и съответните особености – отоплителни системи, изолация или двоен стъклопакет и др.

Всяка оценка за енергийна ефективност се основава на характеристиките на самата сграда (плата) и нейните услуги (като отопление, вентилация и осветление). Този тип рейтинг е известен като рейтинг на актив. Оценката на активите ще отразява възрастта и състоянието на сградата. EPC включва препоръки за подпомагане на собствениците и обитателите да подобрят енергийната ефективност на сградата. Софтуерът предоставя сертификати за енергийни характеристики (EPC) и SAP рейтинги за жилищни сгради в цяла Великобритания [6].

Новата версия 9.94 на RdSAP е пусната официално от Министерството на жилищата, общностите и местното самоуправление (MHCLG) на 22 септември 2019 г. за незабавна употреба. RdSAP е само за оценка на съществуващи жилища. Когато EPC се изисква за ново жилище съгласно строителните разпоредби, той трябва да бъде SAP EPC. Всяко ново жилище, включително жилища, създадени от промяна на предназначението, трябва да бъдат оценени с помощта на SAP.



Фиг. 2.

RdSAP (Reduced Data Standard Assessment) означава съкратена процедура за оценка на данните и е разработена от правителството за използване при оценка на съществуващи жилища. Изчисляват се U-стойности, това е степента на топлинните загуби през прозорците, стените, подовете и покрива на жилище. Софтуерът приема U-стойности за различни конструкции въз основа на строителните техники и материали. EPC е проектиран да предоставя полезна информация, обикновено е с дължина четири страници и включва: клас на енергийна ефективност между A и G; очакваните средни разходи за енергия и спестявания за период от три години; трите най-добри препоръки за имота, тяхната типична цена и спестяванията, които биха предоставили; кратка информация за зелена сделка; обобщена характеристика на сградата с данни за елементите, включително детайли за конструкцията и изолацията, отоплителната система и системата за топла вода; пълен списък на рентабилни препоръки за жилището, тяхната индикативна цена, типични спестявания и дали те могат да бъдат финансирани изцяло или частично чрез Зелената сделка; списък на възможните „алтернативи" – мерки за подобряване на енергийната ефективност на жилището, които не са свързани с разходи или икономии; оценка на въздействието върху околната среда – това е рейтинг на емисиите на въглерод в жилището и е подобен рейтинг от A до G като рейтинг на енергийна ефективност – Фиг. 2.

1.7. Portfolio Manager

За определяне на индикатора за енергийна ефективност на сградите в Съединените щати се приема специфичното потребление на първична енергия, kWh/m2 на година. Енергийното сертифициране и етикетирането на сградите в Съединените щати се извършват в рамките на няколко вида системи за енергийни рейтинги. Най-използваните от тях са RESNET, Energystar [7].

Системите за енергийно сертифициране в Съединените щати използват софтуер за опростяване на процеса на моделиране при получаване на изчислените стойности и за обработка на измерените данни за получаване на действителните нормализирани стойности. Например в националния регистър на акредитирания софтуер на системата RESNET има пет софтуерни продукта. За да се популяризират системите за енергийно сертифициране на сградите в САЩ се използва като техническа основа – интерактивен инструмент за управление на енергията – софтуер Portfolio Manager. Софтуерът Portfolio Manager е проектиран ENERGY STAR. Този онлайн инструмент позволява да се измерва и проследява консумацията на енергия и вода в сградите, да се задават инвестиционни приоритети и да се проследяват подобренията във времето. За разлика от „референтната сграда" на RESNET, Portfolio Manager използва проучването на потреблението на енергия в търговски сгради (CBECS), за да оцени сградите по-подробно.

1.8. RETScreen expert

RETScreen expert е версия на канадски безплатен софтуер. Това е софтуерна система, която може да се използва за анализ на осъществимост на даден проект, като енергийна ефективност, възобновяема енергия и комбинирано производство, както и текущ анализ на енергийните характеристики. Този софтуер изисква входни параметри на проекта като данни за показатели, разходи, съоръжения, продукти, архетипове и финанси, за да се създаде база данни. Също така RETScreen е свързан със сателитните метеорологични данни на НАСА, които са конфигурирани с всяко местоположение на проекта. Една от основните дейности на този софтуер е оценката на финансовия риск и проследяването на ефективността на жизнения цикъл на проекта. Изходните данни на този софтуер също осигуряват директни спестявания на потребителите и намаляване на емисиите на парникови газове [8].

1.9. iSBEM

iSBEM, интерфейсът на SBEM, е безплатен софтуер, проектиран с цел да дава надеждни оценки за небитови сгради. Опростеният енергиен модел на сградата (SBEM) е софтуер за предоставяне на анализи на потреблението на енергия в сграда. Той изчислява месечната консумация на енергия и емисиите на CO_2, когато изисква геометрия на сградата, конструкция, използване на HVAC и осветително оборудване като входни данни. Този софтуер заедно със сертификата за енергийна ефективност предоставя списък с препоръки, свързани с най-големите загуби в сградата [9].

1.10. Termolog software

Termolog software е софтуер за изчисляване на топлинни загуби, енергийни нужди и потребление на енергия на сгради. Този софтуер изчислява показателите за енергийна ефективност за зимна климатизация, производство на топла вода, лятна климатизация, вентилация, осветление и единичен транспорт, сгради с централизирано или многоблоково отопление. Termolog software е модулен софтуер, при който всеки от модулите може да се използва за определена цел или модулите могат да се комбинират заедно, за да се създаде интегриран пакет [10].

Литература

1. Ивета Николова, Венета Коцева, Инженерно-технически и икономически анализ на предприетите енергоспестяващи мерки в централната сграда на лесотехническия университет, „Про Еко Енергия“ ООД, София, Лесотехнически университет, София Управление и устойчиво развитие 1/2010 (25)
2. https://www.everysolarthing.com/blog/energy-audit-software/
3. Ръководство по енергийно обследване – Енергоспестяване в сгради, Норвегия, ENSI, 2002 (превод от англ.)
4. https://cleanenergysolutions.org/resources/simuwatt-energy-auditor
5. https://nascsp.org/wap/waptac/wap-resources/home-energy-audits/weatherization-assistant/weatherization-assistant-manuals/
6. https://www.ecmk.co.uk/ecmk/important-notification-rdsap-9-94/
7. Существующие системы энергетических сертификатов зданий в мире, Показатель энергжэффективности и энергетический паспорт сдания в Туркменистане, Ашхабат 2016
8. https://en.wikipedia.org/wiki/RETScreen
9. https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/ISBEM
10. https://www.logical.it/software-per-la-termotecnica
11. Silviya A. Letskovska, Nikolay A. Mollov, Eldar D. Zaerov, Inspection Of Buildings For Energy Efficiency, ICTRS ’21, November, 2021, Virtual Conference, Bulgaria, ACM ISBN 978-1-4503-9018-7/21
12. Kamen D. Seymenliyski, Radostin S. Dolchinkov, Radoslav R. Simionov, Application of European Union directives on energy efficiency of building systems in practical training of students in RES technologies, ICTRS ’21, November 15, 16, 2021, Virtual Conference, Bulgaria, ACM ISBN 978-1-4503-9018-7/21
13. Mollova S, Simionov R., Seymenliyski K., A study of the energy efficiency of a computer cluster, ACM International Conference Proceeding Seriesthis link is disabled, 2018, IBSN 978-1-4503-6580-2 pp. 51–54
14. Simionov R., Mollova S., Dolchinkov R., Integrated laboratory complex, 2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, MIPRO 2020 - Proceedingsthis link is disabled, 2020, ISSN 1847-3946, pp. 1567–1572, 9245339

15. Simionov R, Investigation of the influence of technical factors on the cesses of integration of energy sector system in Balkan region, Yearbook BSU 2018, volume XXXVIII, ISSN: 1311-221X, p. 216-220
16. Simionov R., Seymenliyski K., Zaerov E., Letskovska S., Reducing the Environmental Impact of Electrical Installations, International Conference on High Technology for Sustainable Development (HiTech 2018) Sofia, Bulgaria 11-14 June 2018, IEEE Catalog Number: ISBN: 978-1-5386-7040-8, p.206-209
17. Dolchinkov R., P. Georgieva, Efficiency of solar tracking systems. BSU Yearbook, Volume XXVIII, pp. 243-255, 2012, ISSN 1311-221-X
18. Dolchinkov R., Mechanisms and machines in RES, Electronic journal of CITN for computer science and communications, issue. 3, ISSN 1314-7846, pp. 31-42, 2013.
19. K. Seymenliyski, St. Mollova, P. Rakhnev, State of the Tariff Policy of the Electricity System of Bulgaria, Jubilee Penal Code - 10 years since the establishment of the Vasil Levski National High School, 2012, Volume 8, ISBN 978-954-753-095-9, p. 101- 105, Publishing Complex of the National High School „V. Levski“
20. Seymenliyski K. D., Electrotechnical factors influencing the cost and price of electricity, ISBN 978-954-760-244-1, Color Print, Varna 2011, 173 p.
21. Kamen D. Seymenliyski, C.T. Tsanev, G.S. Tyanova, Limiting the Adverse Impact of Converters on the Quality of Electricity, Magazine „Electrical Engineering And Electronics“, issue. 3-4 / 1994; ISSN: 0861-4717, 1994, SEES Edition, pp. 22 - 26.
22. K. Seymenliyski, Application of structural numbers for analysis of three-phase circuits, Yearbook 2006, BFU, Volume XV, ISSN 1311-221-X, 2006, pp. 201-206, Irita Publishing House EOOD, Kazanlak.
23. K. Seymenliyski, Determining the Order of the Characteristic Equation by Structural Numbers, Yearbook 2006, BSU, Volume XV, ISSN 1311-221-X, 2006, pp. 206-211, Irita Publishing House EOOD, Kazanlak.
24. K. Seymenliyski, Investigation Of The Processes Of Interaction Between The Energy Systems Of Bulgaria And Greece In Modern Conditions, p. 43-48, Journal of Computer Science and Communications ISSN: 1314-7846, Vol 9 № 1 (2020)
25. Kamen Seymenliyski, Operational Management - New Challenges, BSU Yearbook, 2020, volume XLII, p. 183-191, ISSN: 1311-221X, EX-PRESS Printing House Ltd. - Gabrovo
26. Usheva M. P., K. D. Seymenliyski, Theoretical Electrical Engineering, ISBN 978-954-760-176-3, „Color Print“, AD, Varna, 2008, 80 p.
27. Radostin Dolchinkov, Kamen Seymenliyski, Ivan Popov, Pollution of the Black Sea as a result of a tanker fire, Blue Economy, MNC Blue Economy BSU 2018, pp. 419 - 428, Proceedings, ISBN 978-619-7126-57-0, Printing House „EX-PRESS“ Ltd. - Gabrovo
28. Usheva M., R. Penova, S. Savov, K. Kostadinov, K. Seymenliyski, Theoretical Electrical Engineering in Questions and Answers, BSU, ISBN 954-731-205-9, „Dimant“ - Burgas, 2003, 161 p.
29. Georgiev P. V., K. D. Seymenliyski, A. Avramov, M. Usheva, Continuous model of the state of an induction motor in a field-synchronized coordinate system, International Scientific Conference, UNITECH Gabrovo, 23-24 November 2007, ISSN 1313-230X, pp. 180-184, Univ. TU-Gabrovo Publishing House
30. Georgiev P. V., K.D. Seymenliyski, A. Avramov, M. Usheva, Continuous model of the state of an induction motor in an established coordinate system with alpha and beta axes, International Scientific Conference, UNITECH Gabrovo, 23-24 November 2007, ISSN 1313-230X, pp. 184-187, Univ. TU-Gabrovo Publishing House