

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2022

СМАРТ МРЕЖИ ЗА ИЗГРАЖДАНЕТО НА ИНТЕЛИГЕНТНИ СГРАДИ, ЕНЕРГИЙНИ ОБЩНОСТИ И СМАРТ ГРАДОВЕ

Д-р инж. Иван Желязков; Дора Александрова; Стефан Абаджиев; Цоньо Цонев

SMART GRIDS FOR THE CONSTRUCTION OF INTELLIGENT BUILDINGS, ENERGY COMMUNITIES AND SMART CITIES

eng. Ivan Zhelyazkov, PhD; Dora Aleksandrova; Stefan Abadjiev, Tsonyo Tsonev

Abstract: *SMART GRIDS for the construction of Intelligent Buildings, Energy Communities and SMART Cities* The rapid development of the information technologies and the hardware solutions for control and remote management in the last 10 years lead to a breakthrough in the field of the SMART technologies – the technologies of the Artificial Intelligence and the Neuron Networks. With a feeling of pride we can say that Bulgaria is one of the leading countries in the sphere of SMART solutions. A significant part of the national infrastructure, managed by telemetry (including the substations and node substations of the Transmission Grid Operator, of the National Railway Infrastructure Company, installations of the Air Traffic Management Company and thousands of high power renewable energy generators) is built using Bulgarian SMART solutions. The appearance of a class of brand new technological solutions lead to the formation of a new industrial ideology in the field of SMART grids that was presented to the international audience at a number of international forums, including the World Expo in Dubai in November 2021.

Бързото развитие на информационните технологии и хардуерните решения за контрол и управление през последните 10 години доведоха до технологичен пробив в областта на Смарт технологиите – технологиите на управлението с помощта на Изкуствен Интелект и Невронни Мрежи.

С гордост можем да отбележим, че днес България е една от водещите държави в областта на Смарт технологиите. Голяма част от националната телеуправляема електроенергийна инфраструктура (в т.ч. подстанции и възлови станции на ЕСО, НКЖИ, обекти на РВД и хиляди ВЕИ

инсталации с висока мощност) е оборудвана с български индустриални устройства с различна степен на Смарт възможности.

Въвеждането на технологични решения, особено в периода след 2010 г. с използването на Изкуствен Интелект и невронна организация на мрежовите взаимодействия доведе до кристализацията на нова индустриална идеология в областта на Умните мрежи, която бе представена в цялостен вид пред международната аудитория на няколко форума през 2021 г. Включително, българската Смарт Грид концепция и достижения бяха представени на Световното ЕКСПО 2020 в Дубай.

Защо развитието на технологиите на интелигентния контрол и диспечерането през последните десетилетия може да се окачестви като поява на нова индустриална идеология, базирана на концепцията за Умните Мрежи? За да отговорим на този въпрос е достатъчен съвсем кратък поглед върху съвременното състояние на науката за отдалечения контрол и телеуправлението в индустрията и в комуналната сфера.

За термините Умна Мрежа и Смарт Грид

В съвременната индустрия и в публичното пространство постоянно се срещат няколко термина с близко и припокриващо се значение: автоматизирани системи, интелигентни системи и Смарт системи.

Терминът автоматизация има корени в 18-ти век и днес най-общо означава способността на дадена машина за автономно изпълнение на групи операции. В съвременния контекст автоматизацията се свързва с наличието на контролери, компютърно управление и на отдалечена телеметрия, обикновено обобщавани с названието SCADA технологии.

Прието е дадена система – сграда, инсталация, индустриален обект – да се нарича интелигентна, когато критичен брой системи в нея са автоматизирани и се управляват от повече или по-малко интегриран команден център или от диспечер. При това, системите продължават да бъдат независими една от друга и да се управляват с индивидуални задачи и по индивидуални критерии, въпреки, че управляващият субект е един и същ.

Умните Мрежи представляват интеграция на автоматизирани системи чрез общност на техните задачи и синхронизация на тяхната работа в реално време. В Умните Мрежи отделните системи се разглеждат като едно функционално и управленско цяло, а не като сбор на паралелно управлявани компоненти.

Ние използваме термините Смарт Грид и Умна Мрежа като синоними, като в България се използват еднакво както английския, така и българския еквивалент.

Общоприетото определение на Умна Мрежа

В информационното пространство имат публичност десетки определения на Умна Мрежа, всички които се свеждат до една ясна парадигма: Смарт Грид – това е интелигентна електрическа мрежа.

Съвсем накратко, ще приведем три съвременни визии на Умните Мрежи.

Европейската Технологична Платформа за Smart Grids (ЕТП) категорично определя Умните Мрежи като следващата, по-технологична крачка в развитието на електрическите мрежи. Мисията на ЕТП е да поддържа обща визия за бъдещето конкретно на електрическите мрежи в Европа и да ускорява приложението на тази визия.¹

Смарт Грид е електрическа която може по ценово ефективен начин да интегрира поведението и действията на всички потребители, които са присъединени към нея – генератори, консуматори и тези които играят и двете роли – за да осигури икономически ефективна, устойчива енергийна система с ниски загуби и високо ниво на качество, сигурност на снабдяването и безопасност. Смарт Грид използва иновативни продукти и услуги в комбинация с интелигентен мониторинг, контрол, комуникации и технологии на самоподдръжка за да:

1. *осигури* по по-добър начин взаимовръзката и работата на генератори от всички мощности и технологии;

2. *позволи* на потребителите да взимат участие в оптимизацията на работата на системата;

3. *осигури* на потребителите повече информация и варианти за това, как да използват техните доставки на енергия;

4. *значителна* степен да намали влиянието на цялата система за снабдяване с електричество върху околната среда;

5. *поддържа* и дори да подобри съществуващите високи равнища на надежност, качество и сигурност на снабдяването на системата;

6. *поддържа* и да подобрява съществуващата ефективност на услугите. 2

По същия начин – като електрически мрежи – се определят Смарт Грид и в законодателството на САЩ:

Политиката на САЩ е да поддържа модернизацията на Националната електрическа преносна и разпределителна система за да поддържа надеждна и сигурна електрическа инфраструктура, която може да посрещне бъдещия ръст на търсенето и да достигне следните характеристики, които заедно определят Смарт Грид.

*(Pub. L. 110-140, title XIII, § 1301, Dec. 19, 2007, 121 Stat. 1783.)*³

И накрая, общоприетото определение на Смарт Грид от Wikipedia:

СМАРТ Грид е електрическа мрежа, която включва разнообразни мерки по отношение на функционирането и на енергията, включително

- съвременно измерване;
- смарт разпределителни табла и прекъсвачи;
- разпределители на натоварването и смарт устройства;
- ВЕИ ресурси;
- фиброоптични информационни линии с достатъчно широка лента за информационна свързаност на смарт устройствата, с бекъп безжична връзка;
- достатъчен допълнителен капацитет с който да се осигури защита от сврлове, който често се дава под наем за извличане на печалба. 4

Съвременното разбиране за СМАРТ Грид

Според нас разбирането за Смарт Грид като интелигентна електрическа мрежа в голяма степен изостава от съвременното индустриално използване на Умните Мрежи и на достигнатото развитие на науката и техниката.

Например, СКАДА технологиите, които традиционно се използват за автоматизацията на индустриални обекти още преди 15 - 20 години започнаха да се разглеждат не като главна опорна технология, а като един от компонентите на системите за управление и контрол в индустрията. При това, фокусът на вниманието на интелигентните системи се премести от диспечирането на отделните процеси към тяхната координация и оптимизация в рамките на управлявани обекти. СКАДА технологиите са индустриалния стандарт за управление «от точка до точка» на разпределени обекти и лежат в основата на диспечирането с диспечер - човек. Но в съвременната индустрия определението СМАРТ се свързва не толкова с отдалеченото управление и телеметрия (което прави една инсталация «интелигентна»), а със способността за самостоятелна, автономна работа на дадена инсталация. На практика, всички системи за управление (индустриални, сградни, инфраструктурни и урбанистични) предполагат едновременен контрол по сложни алгоритми на стотици и хиляди обекти. Очевидно подобна задача не е по силите на човека – диспечер и е в зоната на отговорност на Изкуствения Интелект и на Невронните Мрежи.

Освен това, в съвременната практика СМАРТ системите далеч не се ограничават до областта на енергетиката, а се използват в широк спектър от други области – от сградната климатизация и управлението на влажността, до контрола на автомобилните потоци в населените места.

Ние считаме, че през последните години терминът Смарт Грид придоби ново значение, свързано с достигнатата степен на технологично развитие:

Умната Мрежа е разпределена система за управление в реално време на интелигентни устройства, които могат да се използват във всички видове индустриални, енергийни и транспортни процеси с цел достигане на максимална оптимизация по поставени критерии при работа в управлям синхрон с други подобни процеси.

Предложеното определение е свързано с три извода с ключова важност за разбирането на съвременното състояние на Смарт технологиите:

Първо, Смарт Грид не се ограничават до областта на енергетиката, макар енергетиката да е тяхната «родна» сфера – индустрията, в която Умните Мрежи възникват поради необходимостта от интелигентно измерване и гъвкав контрол в реално време на множество елементи и участници с различни роли.

Второ, Смарт Мрежите навлизат широко именно поради все по-често поставяните задачи за максимална оптимизация на процеси – тоест, да се осигури възможно по-голяма икономия на ресурси. Задачите за оптимизация в реално време по определение са извън човешките възможности: диспечерите могат да контролират общото течение на даден процес, но не и да взимат едновременни решения за неговата оптимизация с множество параметри. Следователно, за да бъде една индустриална система Умна Мрежа, тя трябва да бъде управлявана от Изкуствен Интелект, предназначен за решаването на оптимизационни задачи в паралелни процеси.

И трето, Смарт Мрежите по определение са предназначени за управление на голям брой обекти със свързани работни задачи - без ограничения на размера и мащаба на самата мрежа и на задачите. Ако SCADA системите са организирани като двустранно взаимодействие «център за управление – обект на управление» и могат се използват както при индивидуални, така и при серийни обекти, то Смарт Грид са предназначени за управлението на неограничен брой обекти с индивидуални задачи. В Смарт Мрежите традиционните понятия център и обект на управление се разглеждат в контекста на многополярност и мащабируемост, и са силно прогресирали в посока децентрализация на управленските функции. Съвременните технологии, които осигуряват многополярност и мащабируемост на системите са технологиите на Невронните Мрежи. Смарт Мрежите са по своята същност Невронни Мрежи, управлявани с Изкуствен Интелект.

Нека обобщим накратко, какво означава новото определение на Умните Мрежи от гледна точка на практиката:

- Най-общо казано, Смарт Грид е компютърно управлявана мрежа от интелигентни устройства;
- Смарт Грид решава в реално време въпроси за оптимизацията на процеси с произволна сложност, по общи критерии и задачи, поставени от потребителите;
- Смарт Грид се диспечират от Изкуствен Интелект и по същество представляват Невронни Мрежи;
- Смарт Грид нямат иманентна структура: могат да бъдат йерархични, хоризонтални и смесени;
- Предназначени са за всички типове приложения: от управлението на обекти и процеси в едно помещение, до управлението на градове и континентални системи, от управлението на електрически инсталации до диспечирането на електропреносни мрежи, и се използват от електроенергетиката до газо и топлопреносните системи;
- Когато мащабът на обектите за управление намалее и интелигентните устройства, от които се състоят Умните Мрежи започнат да се разглеждат като агрегати и компоненти на децентрализирани машини, Смарт Грид губят своята характеристика на разпределени системи и от гледна точка на индустрията се превръщат в системи за Смарт автоматизация;
- Смарт Грид не са родово свързани и не се идентифицират с нито една технология или протокол за автоматизация и комуникация. Нещо повече – по своята същност те представляват интегриращи системи, които могат да включват всички известни технологии за автоматизация и комуникация, използвани според конкретната практическа необходимост.

Технологиите на Умните Мрежи

В съвременния свят стремително навлизат технологиите от групата на Интернет на нещата (Internet of Things). Често в информационното пространство Интернет на нещата и Смарт Грид се споменават като еквивалентни или много близки понятия, с разбирането, че Интернет на нещата е насочен главно към домашните устройства, а Смарт Грид са ориентирани към електрическите инсталации и мрежи. В действителност, между Интернет на нещата и Смарт Грид има дълбока и същностна разлика: Интернет на нещата е общото наименование на група технологии за обмен на данни и клиентско управление, а Смарт Грид са системи за управление с цел постигането на максимална оптимизация по общи критерии с индивидуални задачи. С други думи, докато Интернет на нещата е технология за контрол на устройства от страна на потребители

– хора, то Смарт Грид са автономно работещи системи, които изпълняват задачи за оптимизация на комплексни и сложни процеси.

Най-просто казано – Интернет на нещата е само една от технологиите, които се използват в умните Мрежи. Сами по себе си Умните Мрежи представляват не технология за компютризирано управление, а идеология за изграждане на оптимизирани, изцяло автономни системи на основата на Изкуствен Интелект и Невронни Мрежи с използването на всички известни компютърни технологии.

С Умните Мрежи обикновено се свързват множество комуникационни технологии и индустриални протоколи за обмен на данни, като например IEC 61850, IEC 60870-5-104, OCPP, NB-IoT, LoRa, LTE, 3G, WiFi LP, Bluetooth SMART, Zigbee, Z-Wave и т.н. Всички те са градивни елементи на Смарт Грид и се използват в случаите, когато техните характеристики са нужни за решаването на конкретни технологични задачи.

Смарт Грид – технологията на Енергийните общности и на Новата енергетика

Смарт Грид са технология с изключително широка област на приложение: те се използват за оптимизацията на енергопотреблението на сгради, за управлението на сложни инсталации за електрогенерация, за диспечирането на мрежи от ВЕИ централи, за управлението на електропреносни и електроразпределителни системи, за управлението на газопреносни мрежи, за балансиране на енергийни инсталации и мрежи и т.н. Всички изброени тук индустриални сектори съществуват от много десетилетия и традиционно се диспечират от хора с използване на линейна автоматизация, по схемата команден център - обект. Обратно на разпространеното мнение, широкото навлизане на Смарт Грид не е свързано с необходимостта от автоматично управление, автоматизация или изграждането на «интелигентни» инсталации и обекти, които успешно се постигат със средствата на СКАДА технологиите, известни отпреди 50 години. Смарт Грид са «родовата» индустриална и информационна идеология на Смарт Сградите, на Енергийните Общности и на Ютилити Клъстърите. С все по-масовото навлизане в практиката на най-строгите изисквания за икономия на енергията и за оптимизация на разходите Смарт мрежите ще се използват практически навсякъде, в качеството им на естествено техническо решение.

От практическа гледна точка Енергийните Общности са обединения от просюмъри, които преследват общи цели за намаляване на разходите и оптимизация на работата на енергийни инсталации. Те са не само по-

требители, но и производители на енергия. Членовете на Енергийните Общности получават три нови, значителни ползи от тях: намалена консумация на енергия, ползване на по-евтина енергия и повишена сигурност на снабдяването – при комбинирани доставки от комуналните енергийни мрежи и от собствени енергийни (по определение - ВЕИ) системи.

Основното предизвикателство пред масовото навлизането на Енергийните Общности е приложението на технологиите на Изкуствения Интелект и на Невронните Мрежи по достъпни пазарни цени.

Енергийните Общности, които са едновременно юридически общности и общности за съвместно управление на локални енергийни системи, се базират не толкова на общата собственост на енергийни инсталации, колкото на тяхното съвместно Смарт управление със средствата на Изкуствения Интелект. С други думи, Енергийните Общности могат да се разглеждат като обединения на собственици с цел най-добрата оптимизация на работата на енергийни (електрически, топлинни, микроклиматични, ВЕИ) системи, които работят по-ефективно в синхрон. Енергийните Общности предполагат съвместното управление и обмен на енергията между свързани една с друга локални генериращи мощности и консуматори с високо потребление. За това е необходимо сградните и локални системи в рамките на Енергийните Общности да бъдат управлявани по стандартите и с технологичните средства на «голямата енергетика».

С подобни задачи в условията на автономност могат да се справят единствено технологиите на Изкуствения Интелект и Невронните Системи, които се използват в системите с Умни Мрежи, като предоставят на Човека единствено ролите на контролър и бенефициент.

(Endnotes)

- [1] <http://www.smartgrids.eu/>, <https://web.archive.org/web/20111025031338/http://www.smartgrids.eu/web/node/5>
- [2] <http://www.ieadsm.org/publication/functionalities-of-smart-grid-and-smart-meters-eutf/>
- [3] 42 U.S. Code § 17381 - Statement of policy on modernization of electricity grid. <https://www.law.cornell.edu/uscode/text/42/17381>
- [4] Wikipaedia, SMART Grid