

## ФУНКЦИИ НА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА УМНА МРЕЖА SMART GRID

**Мила Илиева-Обретенова**

*Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ - София  
e-mail: milailieva@abv.bg*

**Ключови думи:** *SmartGrid, функционални области, управление на услуги, управление на мрежа, управление на мрежов елемент*

**Резюме:** *Бурното навлизане на възобновяеми енергийни източници (ВЕИ – соларни панели и ветрогенератори) в енергийната система води до ситуации, при които предлагането превишава търсенето. Затова е необходима система, която да управлява тези процеси. Умната мрежа SmartGrid представлява платформа, надграждаща мрежата за Електроснабдяване. Тя се представя със своя мрежа и услуги, които също трябва да се управляват. Целта на статията е да представи втория етап от моделирането на управление на SmartGrid, който посреща разнородни изисквания към управлението на услуги и мрежа и е ориентиран към функционалните области, покриващи жизнения цикъл на услугата Електроснабдяване. Използват се функционални модели от съществуващи мрежи, които се адаптират към електроснабдяването. Резултатите се илюстрират с три функционални области за управление на услуги: Таксуване, Изкупуване и Технически характеристики. Аналогично се синтезират функции за управление на мрежа и на мрежов елемент.*

## INFORMATION SYSTEM FUNCTIONS FOR SMART GRID MANAGEMENT

**Mila Ilieva-Obretenova**

*Mining and Geology University “St. Ivan Rilski” – Sofia  
e-mail: milailieva@abv.bg*

**Keywords:** *Smart Grid, functional areas, service management, network management, network element management*

**Abstract:** *The violently penetration of renewables in Power Supply Network leads to situations, in which the offer exceeds the demand. So it is necessary to build a system for process management. SmartGrid is a platform over the Power Supply Network. It is represented with its network and services, which also have to be managed. The paper aims to show the second stage of SmartGrid management modeling. It meets heterogeneous requirements to service and network management and is oriented to functional areas, covering the life cycle of Power Supply Management. Functional models for recent networks are used – they are adapted to power supply. The results are illustrated with three functional areas for service management: Accounting, Buying up and Performance. The synthesis of network management functions and network element management functions are analogous.*

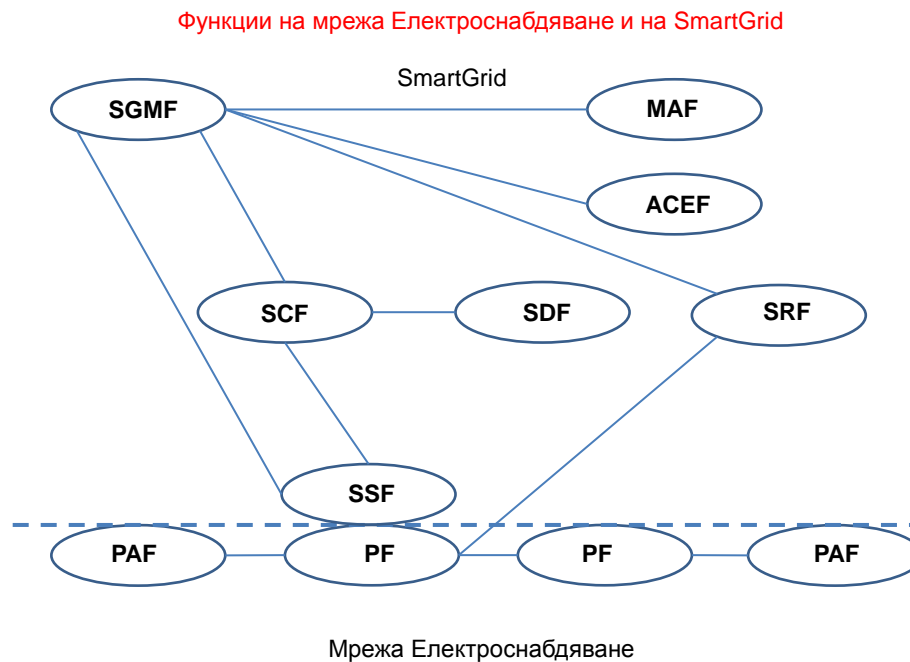
### **Въведение**

Бурното навлизане на възобновяеми енергийни източници (ВЕИ – предимно соларни панели и ветрогенератори) в енергийната система води до ситуации, при които предлагането превишава търсенето. Това налага изключване на ВЕИ от енергийната система, оф-лайн акумулиране на енергия и предаването ѝ на разстояние в подходящ момент. Затова е необходима система, която да управлява тези процеси. Умната мрежа SmartGrid представлява платформа, надграждаща мрежата за Електроснабдяване. Тя се представя със своя мрежа и услуги, които също трябва да се управляват. Целта на статията е да покаже втория етап от моделирането на управление на SmartGrid, който посреща разнородни изисквания към управлението на услуги и мрежа и е ориентиран към функционалните области, покриващи

жизнения цикъл на услугата Електроснабдяване. Използват се функционални модели за управление на съществуващи мрежи, които се адаптират към електроснабдяването. Резултатите се илюстрират с три функционални области за управление на услуги: Таксуване, Изкупуване и Технически характеристики. Аналогично се синтезират и функции за управление на мрежа и за управление на мрежов елемент. Недостатък е невъзможността да се измерва непрекъснато поради времеви ограничения свързани със самия метод на измерване.

### Теория на метода

Моделът на SmartGrid може да се възпроизведе от съществуващи мрежи за управление [6]. На **фигура 1** е представен адаптиран модел с функции на мрежа Електроснабдяване и на SmartGrid.



Фиг. 1. Функции на мрежа Електроснабдяване и на SmartGrid

Функциите на мрежа Електроснабдяване са следните:

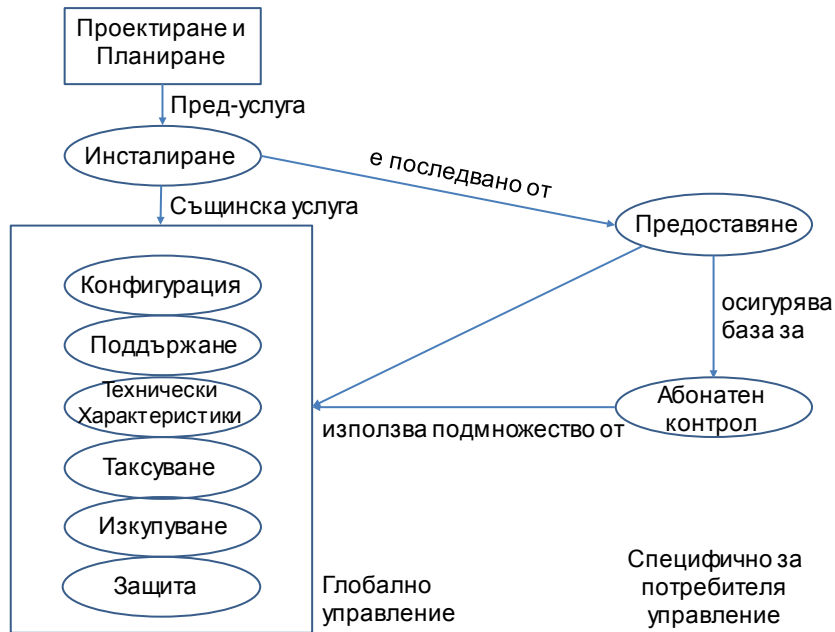
PAF – Power Agent Function – играе ролята на абонат;  
 PF – Power Function – играе ролята на електроцентраля.

Функциите на SmartGrid са следните:

SSF – Service Switching Function – Функция Комутация, поставя се преимуществено на ВЕИ;  
 SRF – Specialized Resource Function – Функция Специализирани ресурси, напр. преобразувател постоянно напрежение – променливо напрежение или синхронизация на ветрогенератори;  
 SCF – Service Control Function – Функция Контрол на услугата Електроснабдяване;  
 SDF – Service Data Function – Функция Данни за отделните централи;  
 SGMF – SmartGrid Management Function – Функция Управление на SmartGrid;  
 MAF – Management Agent Function – Функция Агент на управлението;  
 ACEF – Application Creation Environment Function – Функция Среда за създаване на приложения.

Управлението на услугата Електроснабдяване също може да се възпроизведе от управлението на други мрежи [4] според жизнения цикъл на услугата. На **фигура 2** е показан адаптиран модел на функционалните области за управление според жизнения цикъл на услугата Електроснабдяване. Тук е добавена и функционална област Изкупуване, защото Power Function може да се разположи при абоната (фотоволтаици по покриви, фасади и дворове) и той да продава енергия.

## Функционални области за управление според жизнения цикъл на услугата



Фиг. 2. Функционални области за управление според жизнения цикъл на услуга Електроснабдяване

На базата на изискванията на участниците в управлението на услугата Електроснабдяване [1], [2] могат да се дефинират функции за управление на услуги и мрежа в SmartGrid, като се прилага унифициран език за моделиране UML[3]. Използват се диаграми на поведение, писващи работата на системата. Функциите, предоставени на действащите лица, се представят като случаи на използване.

### Резултати

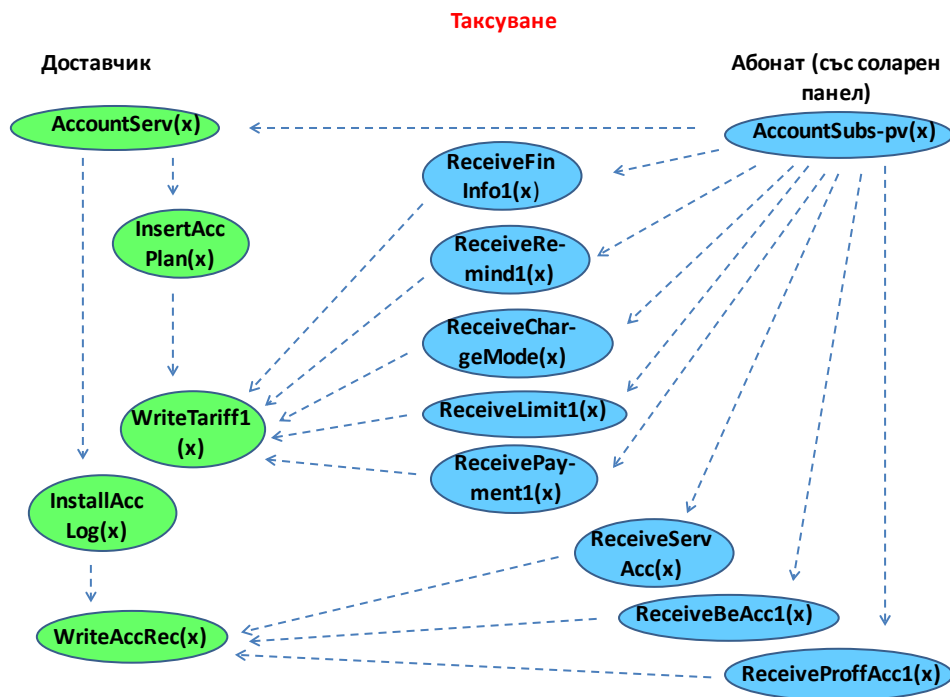
За всяка функционална област от **фигура 2** се синтезират функции за управление на услуги, мрежа и мрежов елемент на SmartGrid.

#### 1. Функции за управление на услуги

Функциите за управление на услуги се илюстрират чрез функции за области Таксуване, Изкупуване и Технически характеристики. Функциите по Проектиране и Планиране могат да се извършват чрез инструмента на Google „Соларен покрив“ [5], който показва колко може да се спести от фотонен генератор на покрива. Потребителят трябва да въведе: адрес и месечна сметка за ток и получава анализ на покрива и стойност на спестената енергия в kW. Системата препоръчва размер на соларната система, тип на модулите, тип на масива, прогнозира загубите, изчислява наклона и азимута на покрива.

##### 1.1. Функции за Таксуване на услуга

В Таксуване на услуга участват пряко Доставчикът, Абонатът със соларен панел и Абонатът без соларен панел. Доставчикът таксува услугата, а Абонатите трябва да извършват плащане. На **фигура 3** е показана UML диаграма на случаи на използване за област Таксуване на услуга.



Фиг. 3. UML диаграма на случаи на използване за област Таксуване на услуга

Функциите, предоставени на Доставчика, са:

Функцията **AccountServ(x)** служи за таксуване на услуга.

Функцията **InstallAccLog(x)** служи за инсталиране на Журнал Таксуване.

Функцията **WriteAccRec(x)** служи за записване на събития по таксуването в Журнала.

Функцията **InsertAccPlan(x)** служи за въвеждане на План за таксуване.

Функцията **WriteTariff1(x)** служи за записване на тарифата в плана за таксуване.

Функциите, предоставени на Абоната със соларни панели, са следните:

Функцията **AccountSubs-pv(x)** служи за таксуване на Абонат с фотоволтаик.

Функцията **ReceiveFinInfo1(x)** служи за получаване на Финансова информация за таксуване от Доставчика.

Функцията **ReceiveRemind1(x)** служи за получаване на Напомняне по таксуване.

Функцията **ReceiveChargeMode(x)** служи за осведомяване за Режим на таксуване.

Функцията **ReceiveLimit1(x)** служи за осведомяване за Лимити по таксуване.

Функцията **ReceivePayment1(x)** служи за осведомяване за Плащане по таксуване.

Функцията **ReceiveServAcc(x)** служи за получаване на Сметка за услуга и за изкупуване.

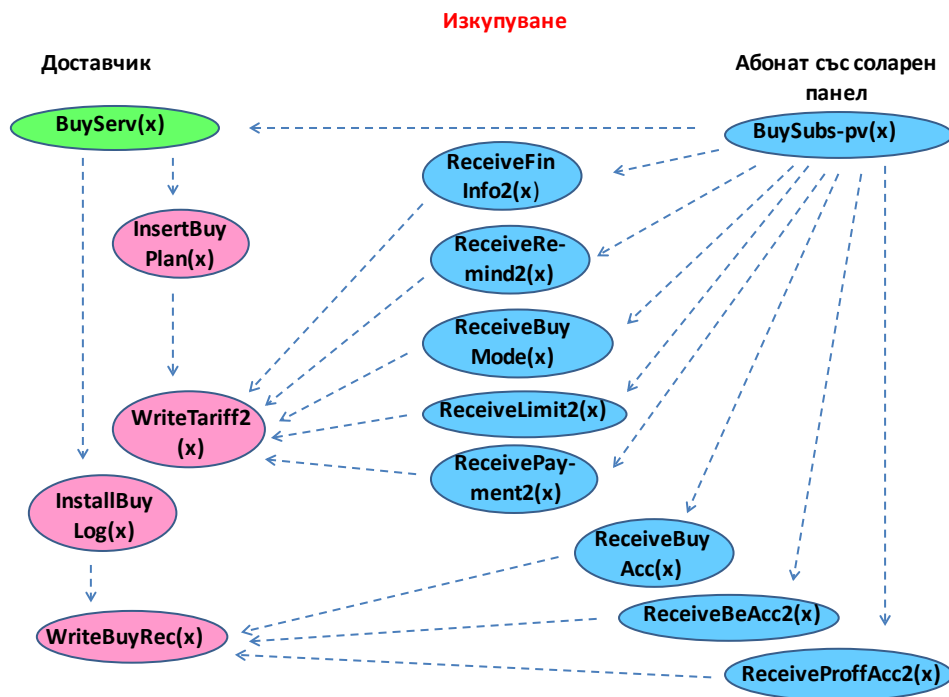
Функцията **ReceiveBeAcc1(x)** служи за получаване на Сметка за пренос при получаване на услугата.

Функцията **ReceiveProfAcc1(x)** служи за получаване на Сметка за поддържане на електронен профил на Абоната.

Функцията за таксуване на Абонат без фотоволтаик е **AccountSubs(x)** и тя съдържа същите елементи.

## 1.2. Функции за Изкупуване на услуга

В изкупуването на соларна енергия участват Доставчикът и Абонатът със соларен панел. Доставчикът изкупува енергията, а Абонатът получава плащане. На **фигура 4** е показана UML диаграма на случаи на използване на област Изкупуване на услуга.



Фиг. 4. UML диаграма на случаи на използване на област Изкупуване на услуга

Функциите, предоставени на Доставчика, са:

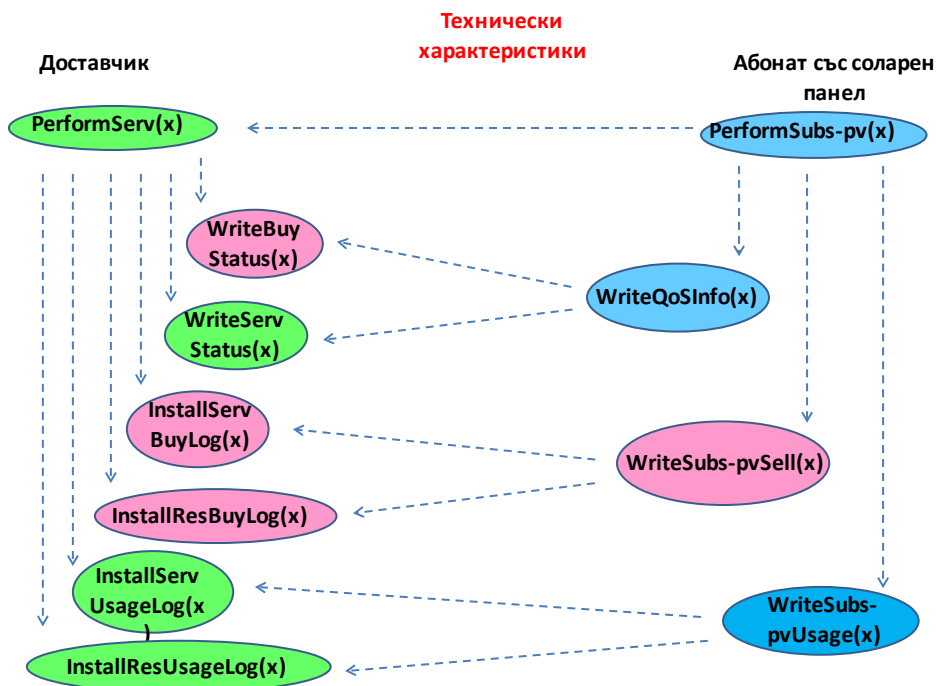
- Функцията **BuyServ(x)** служи за изкупуване на соларна енергия.
- Функцията **InstallBuyLog(x)** служи за инсталиране на Журнал Изкупуване.
- Функцията **WriteBuyRec(x)** служи за записване на събития по изкупуването в Журнала.
- Функцията **InsertBuyPlan(x)** служи за въвеждане на План за изкупуване.
- Функцията **WriteTariff2(x)** служи за записване на тарифата в плана за изкупуване.

Функциите, предоставени на Абоната със соларни панели, са следните:

- Функцията **BuySubs-pv(x)** служи за изкупуване на соларна енергия.
- Функцията **ReceiveFinInfo2(x)** служи за получаване на Финансова информация за изкупуване от Доставчика.
- Функцията **ReceiveRemind2(x)** служи за получаване на Напомняне за изкупуване.
- Функцията **ReceiveBuyMode(x)** служи за осведомяване за Режим на изкупуване.
- Функцията **ReceiveLimit2(x)** служи за осведомяване за Лимити по изкупуване.
- Функцията **ReceivePayment2(x)** служи за осведомяване за Плащане по изкупуване.
- Функцията **ReceiveBuyAcc(x)** служи за получаване на Сметка за изкупуване.
- Функцията **ReceiveBeAcc2(x)** служи за получаване на Сметка за пренос при отдаване на енергия.
- Функцията **ReceiveProffAcc2(x)** служи за получаване на Сметка за поддържане на електронен профил за изкупуване.

### 1.3. Функции за Технически характеристики на услуга

В контрола на техническите характеристики участват пряко Доставчикът, Абонатът с фотоволтаик и Абонатът без фотоволтаик. На **фигура 5** е показана UML диаграма на случаи на използване на област Технически характеристики на услуга.



Фиг. 5. UML диаграма на случаи на използване на област Технически характеристики на услуга

Функциите, предоставени на Доставчика, са следните:

Функцията **PerformServ(x)** служи за наблюдение на техническите характеристики на услугата.  
 Функцията **InstallResUsageLog(x)** служи за инсталиране на Журнал за използване на ресурси при предоставяне на услугата.  
 Функцията **InstallServUsageLog(x)** служи за инсталиране на Журнал за използване на услугата.  
 Функцията **InstallResBuyLog(x)** служи за инсталиране на Журнал за използване на ресурси при изкупуване на енергия.  
 Функцията **InstallServBuyLog(x)** служи за инсталиране на Журнал за изкупуване на енергия.  
 Функцията **WriteServStatus(x)** служи за записване на статуса на услугата, например Активен, когато има потребление, и Неактивен, когато абонатът е в отпуска.  
 Функцията **WriteBuyStatus(x)** служи за записване на статуса на изкупуването, например Включен, когато панелите са включени, и Изключен, когато панелите са изключени.

Функциите, предоставени на Абонат с фотоволтаик, са следните:

Функцията **PerformSubs-pv(x)** за докладване на договорените технически характеристики при получаване на услугата.  
 Функцията **WriteQoSInfo(x)** служи за получаване на информация за техническите характеристики на услугата и за техническите характеристики на отдадената соларна енергия.  
 Функцията **WriteSubs-pvUsage(x)** служи за получаване на информация за използването на услугата от абоната.  
 Функцията **WriteSubs-pvSell(x)** служи за получаване на информация за количеството отдадена соларна енергия от абоната.

Функцията **PerformSubs(x)** служи за докладване на договорените технически характеристики при абонат без фотоволтаик. Функциите са същите, но без отдаване на соларна енергия (само зелените полета).

## 2. Функции за управление на мрежа

Аналогично се синтезират услуги за управление на мрежа на SmartGrid.

## 3. Функции за управление на мрежов елемент

По подобен начин се синтезират услуги за управление на мрежов елемент на SmartGrid.

## **Заклучение**

В статията са синтезирани функции за управление на услуги в SmartGrid, съответстващи на изискванията на всяко от действащите лица: доставчик на услуга (ЕРП) и абонат на услуга. Взети са под внимание функционални области Таксуване, Изкупуване и Технически характеристики. Аналогично могат да се дефинират функции и за останалите функционални области: Инсталиране, Предоставяне, Конфигуриране, Поддържане, Защита и Абонатен контрол. По подобен начин могат да се синтезират функции за управление на мрежа и на мрежови елементи на SmartGrid, съответстващи на изискванията на всяко от действащите лица: оператор на мрежа, доставчик на услуги (ЕРП) и абонат на услуги.

Предимствата на синтезираните функционални модели са следните:

- Осигуряват непрекъснат контрол на възобновяемите енергийни източници от енергийната система;
- Не влияят на потреблението на абонатите;
- Лесно се интегрират със съществуващите електроцентрали, което позволява ефективно разпределение на електроенергията;
- Полезни са за дългосрочно наблюдение на абонати с ВЕИ;
- Приложими са в условията на бурно развитие на ВЕИ и компютърни технологии.

На следващия етап предстои дефиниране на класове управлявани обекти въз основа на вече синтезираните функции. Класовете управлявани обекти трябва да съответстват на управлявани единици.

## **Литература:**

1. Илиева-Обретенова, М., „Изисквания към информационен модел за управление на услуга Електроснабдяване в умна мрежа SmartGrid“, Енергиен форум, 24-26 юни 2015г., СБОРНИК Част Първа, стр. 141-147
2. Илиева-Обретенова, М., „Модел за управление на услуги в интелигентна мрежа“, Дисертация за провеждане на научно-образователна степен „Доктор“, ТУ София, 2009
3. Фаулър, М. „UML. Основи“, СофтПрес ООД, 2004
4. Magedanz, T., “An integrated management model for intelligent networks”, Munchen, Wien: Oldenburg, 1994
5. ProjectSunroof, <https://www.google.com/get/sunroof#p=0> , 2015
6. Zuidweg, J., “Next Generation Intelligent Networks”, Artech House, Inc., 2002