



СЪЮЗ ПО АВТОМАТИКА И ИНФОРМАТИКА  
„ДЖОН АТАНАСОВ”



ФЕДЕРАЦИЯ  
НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИТЕ СЪЮЗИ

*Международен симпозиум*

**УПРАВЛЕНИЕ  
НА ТОПЛОЕНЕРГИЙНИ  
ОБЕКТИ И СИСТЕМИ**

10 – 11 ноември 2011 г.  
Банкя

**СБОРНИК ДОКЛАДИ**

*Международен симпозиум*

**УПРАВЛЕНИЕ  
НА ТОПЛОЕНЕРГИЙНИ ОБЕКТИ  
И СИСТЕМИ**

**СЪОРГАНИЗАТОРИ И СПОНСОРИ**

ХАНИУЕЛ ЕООД  
РИТБУЛ ЕООД  
АТИКС ООД  
ЕТ ТРАПЕН

**ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ**

М. Хаджийски – председател  
Е. Николов  
К. Бошнаков  
Л. Дуковска  
В. Петков  
Т. Тотев  
Тр. Пензов

**ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ**

М. Николов – председател  
З. Георгиев  
В. Коцева  
М. Григорова  
М. Божкова

## ПРЕХОД КЪМ ИНТЕЛИГЕНТНИ ЕНЕРГИЙНИ МРЕЖИ С ИЗПОЛЗВАНЕ НА “SGMM” МОДЕЛ

### TRANSITION TO SMART GRIDS USING “SGMM”

Т. Стоянова, И. Бачкова

*Химикотехнологичен и Металургичен университет - София, катедра „Автоматизация на производството” [tonya.stoyanova@gmail.com](mailto:tonya.stoyanova@gmail.com), [idilia@uctm.edu](mailto:idilia@uctm.edu)*

**Abstract:** The transition to smart grids is a challenging and difficult task whose successful solution requires a significant amount of work by all participants in the network having varying degrees of readiness. Extremely responsible task in the preparation for this transition is the assessment of the current state of the company in terms of basic requirements related to smart grid and the reasoned planning for this transition. The paper presents an approach based on SGMM for supporting the transition to smart grids. Based on the SGMM, a meta-model of an automated information system for assessment and self-assessment of the progress in the transition to smart grid is proposed. Finally some conclusions are presented and some ideas for extension of meta-model are suggested.

**Keywords:** smart grids, CMMI, SGMM, maturity levels

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Европейската работна група по Интелигентни Енергийни Мрежи (ИЕМ) дефинира интелигентните енергийни мрежи като “мрежи за електроенергия, които могат да интегрират поведението и действията на всички потребители, свързани към тях - производители, потребители и тези които са едновременно производители и потребители, за да се гарантира икономически ефективна и устойчива електроенергийна система с ниски загуби и високо качество, сигурност на доставките и безопасност” [1]. Или по-директно електроенергийната мрежа става “интелигентна” когато тя транспортира не само енергия, а и информация за цифровите превключващи мрежи, отдалечено измерване и мониторинг в кабелни и трансформаторни центрове, устройства за автоматичен ремонт при отказ и вградена разпределена интелигентност на ниво пазар на дребно.

Масщабното навлизане на информационните и комуникационните технологии във всички сфери на човешкото познание и във всички сфери на индустрията през последните двадесет години на XX век и от началото на XXI век наложи разработката и използването на множество препоръчителни стандарти, референтни рамки, архитектури и модели с цел техните продукти и приложения да отговарят на все по-високите изисквания за качество, надеждност, сигурност, коректност и пъргавина. Нещо повече, свидетели сме на прилагането на тези стандарти и в други области на човешката практика, като системно инженерство, проектиране на продукти, услуги и процеси, оперативен управление на различни производства и сфери на производство. Забележителен пример в тази насока са стандартите, референтните рамки и архитектури в областта на мениджмънта и управлението на проекти. Стартирали като чисти продукти на ИКТ и софтуерното инженерство, те разширяват обсега си на действие към цялостния мениджмънт и управление на различни процесни области. Едни от най-успешните разработки в тази област са стандартите ISO/IEC 12207 [2], ISO/IEC 15504 [3] и референтната рамка CMMI (Capability and Maturity Model Integration) [4], явяваща се разработка на Института по Софтуерно Инженерство към университета Карнеги Мелън в САЩ. Предложеният в

доклада подход за подпомагане на прехода към ИЕМ се базира на използването на модела SGMM (Smart Grid Maturity Model) [5], изграден върху утвърдената се референтна рамка CMMI.

Цел на доклада е да представи и развие идеята за използване на подходите и средствата на информационните и комуникационните технологии, използвани при мениджмънт и управление на проекти в областта на ИКТ за целите на управление и мениджмънт на процеси въобще. Предмет на конкретно изследване в доклада е анализа и приложението на интегрираната референтна рамка CMMI и изградените на нейна основа иновативен, тясно специализиран в областта на енергетиката SGMM модел, подпомагащ прехода към интелигентни енергийни мрежи.

В следващия раздел на доклада е направен кратък анализ на ИЕМ и прехода към тях, след което е представена идеята на SGMM модела, като е обърнато специално внимание на неговото предназначение, обхват, структура и мета-модел. В последната част са представени някои възможности за използване на модела при прехода на фирмите към ИЕМ, както на микро, така и на макро ниво. В заключението са представени някои идеи за разширяване използването на модела.

#### ИНТЕЛИГЕНТНИ ЕНЕРГИЙНИ МРЕЖИ И ПРЕХОДЪТ КЪМ ТЯХ

Терминът „Smart Grid” се използва, за да се обозначи с него електрическа мрежа, която се е трансформирала и е преминала от аналоговите технологии от XX век към широко разпространените цифрови технологии за комуникация, мониторинг, изчисления и управление. Тази модернизация позволява широкото използване на компютърно-базирана автоматика, която да поддържа устойчивостта на мрежата и да гарантира съвременни характеристики на мрежата, като: управление основано на потреблението, разпределено генериране на енергия, формиране на цената в реално време, автоматично активиране и четене от измервателни устройства, предсказване и установяване на зараждащи се проблеми, при които минимални автоматични настройки биха

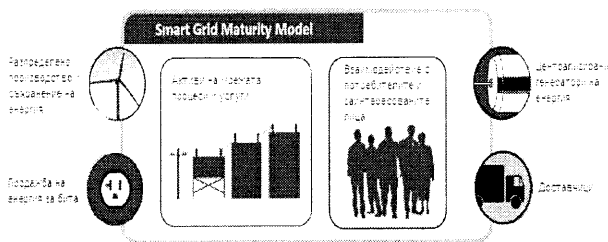
коригирали условията. Интелигентната енергийна мрежа притежава следните основни характеристики: позволява активното участие на потребителя, интегрира възможности за генериране и съхранение на енергия, може да поддържа нови продукти, услуги и пазари; предоставя качествено електричество за дигиталната икономика; оптимизира експлоатацията на активите и работи ефективно; предсказва и навременно отговаря на смущенията в системата; издържа на атаки и природни бедствия.

Необходимостта от модернизиране на енергийната мрежа се обосновава с необходимостта да се отговори на редица предизвикателства, свързани с търсенето и предлагането на енергия, екологичните изисквания, достъпността до електричество и националната сигурност, необходимостта от управление базирано на потреблението, осъществяване на двупосочна връзка между доставчика и клиента.

### SGMM МОДЕЛ ЗА ИНТЕЛИГЕНТНИ ЕНЕРГИЙНИ МРЕЖИ

**Предназначение на модела.** SGMM (Smart Grid Maturity Model) може да се разглежда като модел за оценяване на зрелостта на интелигентните енергийни мрежи и представлява бизнес инструмент за подпомагане на мениджмънта и управлението на електрическите компании при прехода им към интелигентни енергийни мрежи, посредством обща рамка за дефиниране на ключовите елементи на този преход, разработката на програма за неговото осъществяване, както и проследяване на неговата реализация. Създаден е в Института по Софтуерно Инженерство към университета Карнеги Мелън. Моделът предоставя рамка за оценяване на текущия етап от развитието на интелигентна енергийна мрежа и възможностите на определена фирма да участва в състава и. Моделът може да се използва и като основа при дефиниране на стратегическите цели и планове за модернизиране на мрежата, както и като средство за оценяване на напредъка във времето по отношение на постигането на дефинираните цели.

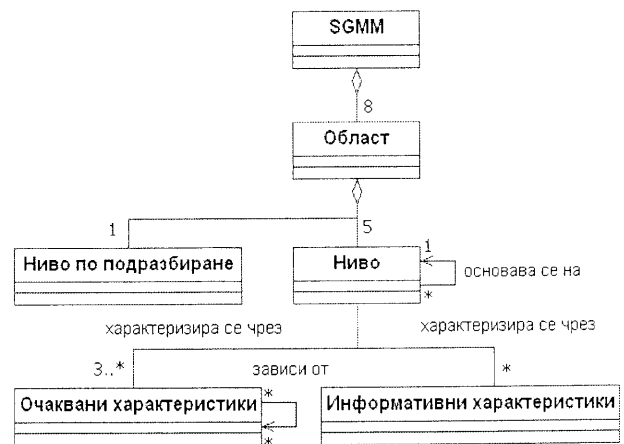
**Анализ на SGMM модела.** SGMM моделът се състои от шест нива на зрялост и осем процесни области. Моделът се базира на обща рамка, дефинираща етапите от развитието на интелигентни енергийни мрежи и възможности, както и „общ език“ за определяне на ключовите елементи при преминаването към интелигентни енергийни мрежи. В първоначалния обхват на SGMM се включват активите на мрежата, нейните процеси и услуги, нейните клиентски интерфейси и взаимодействията с клиентите ѝ.



Фиг. 1: Обхват на SGMM модела

**Структура на модела.** По-долу е представена архитектурата на SGMM. Тя представя основополагащите елементи на модела и взаимовръзките. Метамоделът на SGMM е представен като диаграма на класовете в термините на унифицирания език за описание (UML). Всеки един от класовете представлява основен елемент от

SGMM модела. Връзките показват отношенията между елементите включително и множествеността на връзките.



Фиг. 2: UML метамодел на SGMM

**Нива на зрялост, дефинирани в SGMM модела.** Нивата на зрялост определят етапи, отразяващи напредъка на организацията по пътя към постигане на визията за интелигентна енергийна мрежа по отношение на различни нейни аспекти и процеси, като: автоматизация, ефективност, надеждност, икономия на средства и енергия, интегриране на алтернативни източници на енергия, подобряване на взаимодействието с клиентите, достъп до нови бизнес възможности и пазари. Нивата на зрялост, съгласно SGMM модела са следните:

- **Ниво 0:** Ниво по подразбиране (Default) - представя нивото на зрялост на организация, която все още не е предприела значими стъпки за внедряването на технологиите на интелигентната енергийна мрежа. На това ниво не са дефинирани характеристики, то по-скоро е нивото по подразбиране за организация, която не е внедрила очакваните характеристики от Ниво 1 за избрана процесна област.
- **Ниво 1:** Начално ниво (*Initiating*) – на това ниво се намира организация, която е предприела първоначалните стъпки по внедряване на характеристиките в определена процесна област. Организацията, която е удовлетворила изискванията на това ниво за някои от областите, има амбициите да премине към интелигентна електрическа мрежа и вече е предприела стъпки в тази посока.
- **Ниво 2:** Активиране на възможности (*Enabling*) - Фокусът е върху имплементацията на такива характеристики, които ще позволят на организацията да реализира модернизацията на мрежата и да осигури нейната поддръжка.
- **Ниво 3:** Интегриране (*Integrating*) - интегриране и разгръщане на интелигентната мрежа повсеместно в организацията.
- **Ниво 4:** Оптимизиране (*Optimizing*) - фина настройка на вече интегрираната интелигентна мрежа с цел повишаване производителността на организацията.
- **Ниво 5:** Новаторство (*Pioneering*) - най-високото ниво в рамките на дадена процесна област, което е свързано с иновативни решения и нови идеи в областта, както и развитие на добрите практики.

**Процесни области, дефинирани в SGMM модела.** Процесната област представлява логическо групиране на способности и характеристики, свързани с постигането на изискванията на интелигентната енергийна мрежа в конкретната област, на определено ниво на зрялост.

SGMM моделът дефинира осем области: SMR (Strategy, Management, and Regulatory) по стратегия, мениджмънт и регулация; OS (Organization and Structure) - по организация и структура на мрежата; GO (Grid Operations) - по експлоатация на мрежата; WAM (Work and Asset Management) – по мениджмънт на работата и активите; TECH (Technology) – по технологии; CUST (Customer) – по отношение на клиентите; VCI (Value Chain Integration) по интеграция на стойностната верига; SE (Societal and Environmental) – обхващаща общество и околна среда. Всяко ниво на зрялост в рамките на дадена област надгражда предхождащото го. Нивата са дефинирани посредством набор от два вида характеристики - очаквани и информативни. На фиг.3 е представен броя на очакваните характеристики за отделните процесни области и нива на зрялост. На базата на постигането или непостигането на тези характеристики от участниците или кандидатите за участие в тези мрежи може да се даде оценка относно тяхната степен на готовност да предприемат това предизвикателство.

НИВА	ОБЛАСТИ							
	SMR	OS	TECH	SE	GO	WAM	CUST	VCI
5	3	3	2	3	2	2	5	3
4	3	3	6	5	5	4	7	4
3	4	4	6	4	6	7	9	4
2	6	5	7	5	4	3	6	4
1	3	3	5	4	5	3	4	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Фиг.3: Разпределение на очакваните характеристики по области и нива

По-долу като илюстрация са изброени очакваните характеристики за всяко едно от нивата на зрялост за областта TECH „Технологии“.

Очакваните характеристики на Ниво 1 са следните:

- **TECH-1.1:** Съществува или е във фазата на разработка на ИТ архитектура на организацията.
- **TECH-1.2:** Организацията оценява качеството на своята съществуваща или намираща се във фазата на разработка ИТ архитектура (например оперативна съвместимост, сигурност, възможност за модификации и др.), чрез което подпомагат ИЕМ.
- **TECH-1.3:** В процес е промяна на управлението за приложения и ИТ инфраструктура.
- **TECH-1.4:** Идентифицирани са възможностите за използване на технологии за подобряване на функционалните ведомствени характеристики.
- **TECH-1.5:** Налице е процес на оценка и избор на технология в съответствие с визията и/или стратегиите на организацията за ИЕМ.

Очакваните характеристики на Ниво 2:

- **TECH-2.1:** Организацията съвместява тактически ИТ инвестиции за корпоративната ИТ архитектура (за предоставяне на интелигентни услуги мрежа) в рамките на LOB.
- **TECH-2.2:** Извършват се промени в ИТ архитектурата на предприятието, които подпомагат интелигентната мрежа.

- **TECH-2.3:** Избрани са стандарти, които подпомагат стратегията на ИЕМ в рамките на ИТ архитектурата на организацията.
- **TECH-2.4:** За всички дейности в рамките на интелигентната мрежа се прилага обща оценка на технологиите и процеса на подбор.
- **TECH-2.5:** Организацията има разработена стратегия за комуникацията на данни в рамките на интелигентната енергийна мрежа.
- **TECH-2.6:** Налице са пилотни разработки за свързване на разпределени интелигентни електронни устройства (IEDs).
- **TECH-2.7:** От самото начало са разработени концепции за сигурност на информацията по всички инициативи, свързани с ИЕМ.

Очакваните характеристики на Ниво 3 са:

- **TECH-3.1:** Важните за ИЕМ бизнес процеси се съгласуват с ИТ архитектурата на предприятието.
- **TECH-3.2:** Системите на организацията се съгласуват с ИТ архитектурната рамка на предприятието.
- **TECH-3.3:** За подобряване изпълнението на външни за фирмата бизнес процеси се прилагат специфични за ИЕМ технологии.
- **TECH-3.4:** Посредством технологиите на ИЕМ става възможно прилагането на съвременна разпределена интелигентност и аналитични възможности.
- **TECH-3.5:** Организацията разполага със съвременен план по отношение на системата от сензори.
- **TECH-3.6:** Организацията разполага с детайлна стратегия за предаване на данни и съответните тактики за връзка между системите за оперативно управление и бизнес системите.

Очакваните характеристики на Ниво 4 са:

- **TECH-4.1:** Предаване на данни от край до край, например от клиента до генератора.
- **TECH-4.2:** Бизнес процесите са оптимизирани чрез тяхното интегриране в ИТ архитектурата на предприятието.
- **TECH-4.3:** Системите имат достатъчно широка зона на ситуационна осведоменост с цел да се даде възможност за мониторинг, управление и реакции в реално време, в отговор на сложни събития (например: природни бедствия, лошо време, екстремни колебания по отношение на търсенето на енергия и др.).
- **TECH-4.4:** Използват се предсказващо моделиране и/или симулация в почти реално време, за да се оптимизират помощните процеси.
- **TECH-4.5:** Производителността е подобрена с помощта на сложни системи, които използват данни от ИЕМ (например, системи за бизнес интелигентност и управление на знанието).
- **TECH-4.6:** Непрекъснато се развиват стратегията и тактиките за сигурност въз основа на промените в оперативната среда и извлечените поуки.

Очакваните характеристики на Ниво 5 са:

- **TECH-5.1:** Осъществяват се автономни компютърни изчисления с помощта на машинното обучение.
- **TECH-5.2:** Информационна инфраструктура на предприятието може автоматично да идентифицира, смекчаване и да се възстанови при кибер инциденти.

## ПРИЛОЖЕНИЕ НА SGMM МОДЕЛА

Създаването на матрица от типа „check list“ за всички области и нива, и описанието и чрез очакваните и информативни характеристики позволява да се придобие ясна представа за текущото състояние на фирмата при прехода към ИЕМ. Матрицата, систематизираща модела е основата за проследяване на напредъка, текущото състояние, за изработването на детайлен план за действие за достигане на по-високи нива (по примера на стандартите за мениджмънт и управление на проекти – дефиниране на процеси, детайлизирането им в дейности и задачи, входно-изходни продукти на дейността, методи, процедури, инструменти, метрики и др.).

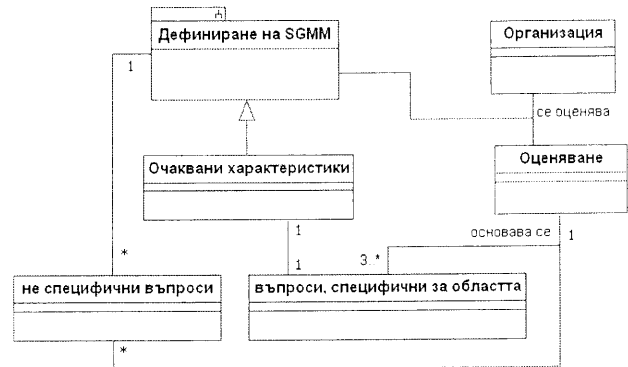
На фиг.4 е представена примерна матрица, получена при оценяване на фирма „X“ относно готовността и за преход към ИЕМ и е маркиран пътя, който тя трябва да извърви за да бъде активен участник в една истинска ИЕМ на 21-ви век. От матрицата става ясно например, че фирмата „X“ е на Ниво 1 по отношение на процесна област „SMR“ (стратегия, мениджмънт и регулация) като удовлетворява следните очаквани характеристики: вземане на решение на най-високо ръководно ниво за оценяване на бизнес възможностите при потенциално преминаване към интелигентна енергийна мрежа; сформирала е експертен екип в рамките на организацията, който да бъде ядрото - инициатор на прехода; екипът провежда задълбочени проучвания на интелигентните енергийни мрежи, въз основа на които изготвя оценка и обосновка на бизнес възможностите и финансова оценка при потенциално преминаване към интелигентна мрежа; инициативният екип е стартирал преговори с местни и международни регулаторни органи в областта на енергетика; екипът предоставя за одобрение на висшето ръководство на организацията изчерпателен доклад за резултатите, заключенията и прогнозите; при одобрение се отпуска финансиране за експериментално въвеждане на някои от ключовите характеристики на интелигентната мрежа в силно ограничен тестови периметър на съществуващата енергийна мрежа. Обозримите срокове за преминаване към следващо ниво, както и нивото на детайлизиране в термините на управлението на проекти могат да варират в изключително широки граници.

НИВА	ОБЛАСТИ							
	SMR	OS	TECH	SE	GO	WAM	CUST	VCI
5								
4	○↑		○↑		○↑	○↑	○↑	
3		○↑		○↑				○↑
2								
1								
0								

Фиг.4: Представяне на резултатите от оценяване на фирма „X“, съгласно SGMM модела

Друга възможност за използване на SGMM модела е неговата интеграция в автоматизирана среда за оценка, както това е показано на фиг.5. Разработката и използването на подобни среди ще подпомогне процесите на самооценка, като по този начин ще доведе до ускоряване на процесите на преход към ИЕМ. Системата за оценяване е изградена на интерактивен принцип с

използването на въпросници, касаещи удовлетворяването на специфичните и информативни характеристики на отделните процесни области, на различни нива на зрялост на прехода.



Фиг.5: Метамодел на среда за приложение на SGMM

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В доклада е представено разширеното третиране на подходите за управление на информационни проекти и процеси към задачата за оценяване и управление на разнообразни процеси. Представен и анализиран е разработеният, на базата на референтната рамка CMMI, SGMM модел, който позволява контролиран и отговорен преход към ИЕМ. Предложен е мета-модел за разширяване на ползите от модела чрез изграждането на подходяща информационна среда за оценяване и самооценяване. Функционалността на средата може да бъде усъвършенствана в посока на дефинирането на цели, стратегии и визия по отношение на интелигентните енергийни мрежи, както и тяхното споделяне на вътрешно и външно ниво, използването и за сравнителни анализи и обучение на база на споделяне на опита, за вземане на решение по отношение на инвестиции, необходимостта от ресурси или като ръководство за дефиниране на пътна карта.

Тенденцията към сближаване на гореспоменатите стандартите ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15504 с референтната рамка CMMI и евентуалното им уеднаквяване в една по-широка рамка, отразена в техническите доклади на ISO/IEC 15504 от 2011г. предоставя възможността за доразвитие на SGMM модела върху една по-широка, международно призната, стандартизирана рамка, което ще подпомогне значително постигането на целите на европейската ИЕМ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. European Smart Grid Task Force (ESGTF). [http://ec.europa.eu/energy/gas\\_electricity/smartgrids/doc/expert\\_group1.pdf](http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/smartgrids/doc/expert_group1.pdf).
2. ISO/IEC 1995: ISO/IEC 12207:1995, *Information technology - Software life-cycle processes*. Geneva: ISO.
3. ISO/IEC 2003: ISO/IEC 15504-2:2003 *Information technology - Process assessment - Part 2: Performing an assessment*. Geneva: ISO.
4. CMMI® for Development, Version 1.3, CMMI-DEV, V1.3; Improving processes for developing better products and services; November 2010; TECHNICAL REPORT CMU/SEI-2010-TR-033 ESC-TR-2010-033
5. SEI (2010), *Smart Grid Maturity Model (SGMM), Model Definition, version 1.1*, Technical Report CMU/SEI-2010-TR-009 ESC-TR-2010-009.