

## Литература

1. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие/ С.С. Кутателадзе. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 368 с.
2. Антуфьев В.М. Эффективность различных форм конвективных поверхностей нагрева/ В.М. Антуфьев. – М. Л.: Энергия, 1966. – 184 с.
3. Бурков В.К. Исследование теплообмена и аэродинамики пучков из овальных труб/ В.К. Бурков, В.П. Медведский, И.Ю. Кочегарова, Ю.И. Лафа// Теплоэнергетика. – 2010. – №3. – С.42-45.
4. Ala Ali Hasani Thermal-hydraulic performance of oval tubes in a cross-flow of air/ Heat and Mass Transfer, accepted for publication. THP 2004 by author and THP 2004 Springer-Verlag. By permission. – P. 1-32.
5. Жукова Ю.В. Аэродинамика и теплообмен плоскоовального цилиндра при вынужденной конвекции/ Ю.В. Жукова, А.М. Терех, А.В. Семеняко. Труды V Российской Национальной конференции по теплообмену. – 25-29 октября. – г. Москва. – 2010. – Т.2. – С. 126-128.
6. Жукаускас А.А. Конвективный перенос в теплообменниках/ А.А. Жукаускас. М.: Наука, 1982. 472 с.
7. Письменный Е.Н. Конвективный теплообмен поперечно-омываемых шахматных пакетов плоско-овальных труб/ Е.Н. Письменный, В.А. Кондратюк, Ю.В. Жукова, А.М. Терех// Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. - №2/8 (50). – С. 4-8.
8. Письменный Е.Н. Теплообмен и аэродинамика пакетов поперечно-оребрённых труб/ Е.Н. Письменный. – Киев: Альтер-прес. – 2004. – 244 с.
9. Аэродинамический расчет котельных установок: Нормативный метод/под ред. С.П. Мочана. Изд. 3-е. – Л.: Энергия, 1977. – 256 с.

*У статті запропоновані цільова і функціональна моделі системи управління проектами розвитку електроенергетичного комплексу, які дозволяють описати цілі і функції управління системи з урахуванням їхньої декомпозиції для досягнення глобальної мети*

*Ключові слова: проект, управління проектами, система управління проектами*

*В статье предложены целевая и функциональная модели системы управления проектами развития электроэнергетического комплекса, позволяющие описать цели и функции управления системы с учетом их декомпозиции для достижения глобальной цели*

*Ключевые слова: проект, управление проектами, система управления проектами*

*In this article a target and functional models of the project management system of development of the electroenergetic complex are offered that allowing to describe targets and management functions of the system taking into account their decomposition for achievement of the global purpose*

*Keywords: project, project management, project management system*

УДК 007.51

## МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

**В.М. Левыкин**

Доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой\*

Контактный тел.: (057) 702-14-51

E-mail: iyc@kture.kharkov.ua

**М.С. Кудрявцева**

Кандидат технических наук, доцент\*

Контактный тел.: (057) 702-14-51, 050-770-24-41

E-mail: mew@kharkov.falbi.ua

**А.А. Садовский**

Студент\*

Контактный тел.: (057) 702-14-51

E-mail: staber.fcmkh@gmail.com

\*Кафедра информационных управляющих систем  
Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166

**Введение**

Особенностью больших систем государственного назначения, таких как комплексная система управления атомными электростанциями, единая электроэнергетическая система, единая газотранспортная система является их многоуровневая, сложная структура, что определяет трудности проектирования как самого объекта управления, так и его системы управления. Применение формализованных методов управления проектами позволяет более обоснованно определять цели развития систем, полно учитывать проектные риски, оптимизировать использование имеющихся ресурсов и избегать конфликтных ситуаций, контролировать исполнение составленного плана, анализировать фактические показатели и вносить своевременную коррекцию в ход работ. Таким образом, система управления проектами (СУП) является одной из важнейших компонент всей системы управления объектом.

Понятия проект и управление проектами связаны с необходимостью управления изменениями. Управление проектами – это комплекс взаимосвязанных мероприятий, предназначенных для достижения четко определенных целей в течение заданного периода времени и при установленном бюджете [1].

**Постановка задачи исследования**

Проекты ориентированы на достижение конкретных целей в рамках жестко ограниченных ресурсов и ограничений по времени. Для достижения поставленной перед проектом цели она декомпозируется на несколько составляющих элементов. Ресурсы, выделенные для реализации проекта в целом, также распределяются между целями второго уровня. Для каждой из этих целей назначаются сроки получения конечных результатов и члены команды проекта, ответственные за данное направление.

После того, как проект в целом детализирован до целей второго уровня и определены ресурсы и ограничения для достижения этих целей, описанный цикл декомпозиции повторяется по отношению к целям второго уровня до тех пор, пока не будет получен план действий, детализированных до целей и задач последнего уровня. Таким образом, для создания СУП необходимо, как минимум, выделить цели, подцели и функции.

Полученная таким образом иерархическая структура задач представляет собой дерево целей данного проекта.

**Анализ достижений и публикаций, в которых предложено решение данной проблемы**

На сегодняшний день разработано большое число методов, моделей, инструментальных средств для исследования стратегий развития современной электроэнергетики [2], для повышения уровня безотказности и безаварийности работы электроэнергетического оборудования, функционирования и управления техническими системами в аварийных ситуациях [3].

**Выделение нерешенных вопросов общей проблемы, которым посвящена данная статья**

Однако, перечисленные методы, модели и инструментальные средства, как правило, разработаны для отдельных элементов и узлов оборудования электроэнергетического комплекса, не учитывают многоуровневую сложную структуру электроэнергетических систем, что приводит к несогласованности отдельных решений, отказам и авариям в работе оборудования.

**Изложение основного материала исследования**

Рассмотрим систему управления проектами развития электроэнергетического комплекса (ЭЭК). Проект развития ЭЭК регламентируется необходимыми материальными, временными и финансовыми ресурсами, документационным обеспечением и нормативными документами; исполнителями работ, используемыми технологиями и применяемыми методиками; целями и критериями оценки выполнения проекта. Результатом внедрения системы управления проектами развития электроэнергетического комплекса является повышение эффективности управления электроэнергетическим комплексом.

Дерево целей проекта развития электроэнергетического комплекса описывает общую цель СУП – эффективное управление проектной деятельностью электроэнергетическим комплексом и ее декомпозицию на подцели.

Для эффективного управления проектной деятельностью электроэнергетического комплекса с использованием системного подхода, на основании предложенного дерева целей выделим подцели и функции. Цель, подцели и функции, обеспечивающие достижение таких целей, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Цель, подцели и функции управления проектной деятельностью ЭЭК

Наименование цели	Обозначение
Эффективное управление проектной деятельностью электроэнергетического комплекса	Goal <sup>1Sys</sup>
Обеспечение реализации проектов резервирования основного электроэнергетического оборудования	Goal <sub>1</sub> <sup>UnSys</sup>
1.1 Обеспечение реализации проектов повышения надежности энергетических систем и электроустановок высокого напряжения	Goal <sub>1</sub> <sup>El</sup>
1.1.1 Проекты резервирования трансформаторов высокого напряжения	Fun <sub>1</sub> <sup>El</sup>

Продолжение таблицы 1

1.2 Обеспечение реализации проектов повышения надежности питания потребителей при нарушении работы трансформаторов	Goal <sup>El</sup> <sub>2</sub>
1.2.1 Проекты резервирования трансформаторов и переключение, в случае необходимости, нагрузки на резервный трансформатор	Fun <sup>El</sup> <sub>21</sub>
1.2.2 Проекты переключения нагрузки на имеющийся трансформатор с нагрузкой меньше номинальной	Fun <sup>El</sup> <sub>22</sub>
1.3 Обеспечение реализации проектов резервирования нагрузок, присоединенных к распределительному устройству	Goal <sup>El</sup> <sub>3</sub>
1.3.1 Обеспечение реализации проектов технико-экономического расчета выбора числа и суммарной мощности трансформаторов для резервирования нагрузок, присоединенных к РУ	Fun <sup>El</sup> <sub>31</sub>
1.3.1.1 Проекты установки группы из однофазных трансформаторов в блоке с генератором	Fun <sup>El</sup> <sub>311</sub>
1.3.1.2 Проекты установки повышающих трехфазных трансформаторов в блоке с генератором	Fun <sup>El</sup> <sub>312</sub>
1.4 Обеспечение реализации проектов нахождения резервного трансформатора в состоянии готовности к включению в работу	Goal <sup>El</sup> <sub>4</sub>
1.4.1 Проекты регулярной проверки исправности резервных элементов РУ (трансформаторов) включением под напряжение	Fun <sup>El</sup> <sub>4</sub>
2. Проекты реализации обеспечения быстрого восстановления энергоснабжения потребителей и нормальных параметров отпускаемой электроэнергии при авариях или отказах оборудования	Goal <sup>UnSys</sup> <sub>2</sub>
2.1 Проекты создания надежных послеаварийной схемы и режима работы системы, ее частей	Goal <sup>El</sup> <sub>5</sub>
2.1.1 Обеспечение реализации проектов выяснения состояния отключившегося и отключенного оборудования и проектов включения его в работу, проектов восстановления схемы сети	Fun <sup>El</sup> <sub>51</sub>
2.1.2 Обеспечение реализации проектов по принятию мер для предотвращения аварийного останова оборудования из-за его повреждения или неисправности	Fun <sup>El</sup> <sub>52</sub>
2.1.3 Проекты по локализации и ликвидации аварийной ситуации эксплуатационным персоналом, по обеспечению безопасности людей, сохранности оборудования	Fun <sup>El</sup> <sub>53</sub>
2.1.4 Проекты по уменьшению недоотпуска электрической и тепловой энергии, которые являются следствием технологических нарушений в работе оборудования.	Fun <sup>El</sup> <sub>54</sub>
2.2 Проекты по соблюдению персоналом инструкций по работе с электроэнергетическим оборудованием.	Goal <sup>El</sup> <sub>6</sub>
2.2.1 Проекты по обеспечению дополнительного изучения и обязательного наличия на местах инструкций по эксплуатации оборудования и ликвидации аварий.	Fun <sup>El</sup> <sub>61</sub>
2.2.2 Проекты по соблюдению персоналом последовательности оперативных переключений	Fun <sup>El</sup> <sub>62</sub>
2.2.3 Проекты по соблюдению персоналом последовательности выполнения проверочных операций устройств	Fun <sup>El</sup> <sub>63</sub>
2.2.4 Проекты по соблюдению персоналом последовательности качественной проверки соответствия устройств и элементов схем РЗА первичным схемам.	Fun <sup>El</sup> <sub>64</sub>
3. Обеспечение реализации проектов по повышению качества и широкому использованию всех форм подготовки персонала	Goal <sup>UnSys</sup> <sub>3</sub>
3.1 Проекты по обучению оперативного персонала энергосистемы	Goal <sup>El</sup> <sub>7</sub>
3.1.1 Отдающий и принимающий команду должны четко представлять порядок производства операций, доступность их выполнения по состоянию схемы, режиму оборудования	Fun <sup>El</sup> <sub>71</sub>
3.1.2 Проекты по обучению оперативного персонала, находящегося на дежурстве, непосредственно обслуживающего оборудование энергосистемы: во время ликвидации аварии персонал остается на рабочих местах, принимая все меры к сохранению оборудования в работе, а если это невозможно - к его отключению.	Fun <sup>El</sup> <sub>72</sub>
3.1.3 Проекты по обучению оперативного персонала, находящегося на дежурстве, непосредственно обслуживающего оборудование энергосистемы: сохранение персоналом спокойствия при изменении режима, возникновении неполадок, выполнение указаний инструкций и распоряжений старшего персонала, недопущение вмешательства в работу посторонних лиц;	Fun <sup>El</sup> <sub>73</sub>

Продолжение таблицы 1

3.1.4 Проекты по обучению оперативного персонала, находящегося на дежурстве, непосредственно обслуживающего оборудование энергосистемы: ликвидация аварий в электроустановках должна производиться в соответствии с инструкциями. При этом не должны допускаться никакие отступления от ПТБ.	Fun <sup>El</sup> <sub>74</sub>
3.1.5 Проекты по проведению необходимых оргтехмероприятий, тренировок, в т. ч. с использованием тренажеров, инструктажей оперативного персонала и дежурного персонала	Fun <sup>El</sup> <sub>75</sub>
3.2 Проекты по обучению диспетчера и оперативного персонала энергосистемы	Goal <sup>El</sup> <sub>8</sub>
3.2.1 При ликвидации аварии все распоряжения должны выполняться немедленно, за исключением тех, которые может представлять угрозу безопасности людей, сохранности оборудования;	Fun <sup>El</sup> <sub>8</sub>
3.3 Проекты по целевому обучению ремонтного персонала и персонала по техобслуживанию	Goal <sup>El</sup> <sub>9</sub>
3.3.1 Проекты по целевому обучению ремонтного персонала и персонала по техобслуживанию ремонту коммутационной аппаратуры и электродвигателей	Fun <sup>El</sup> <sub>91</sub>
3.3.2 Проекты по целевому обучению ремонтного персонала и персонала по техобслуживанию ремонту основного оборудования	Fun <sup>El</sup> <sub>92</sub>
4 Обеспечение реализации проектов по детальному анализу причин возникновения и развития аварий.	Goal <sup>UnSys</sup> <sub>4</sub>
4.1 Обеспечение реализации проектов по расследованию технологических нарушений в работе оборудования	Goal <sup>El</sup> <sub>10</sub>
4.1.1 Обеспечение проектов по более детальному анализу результатов расследования всех нарушений.	Fun <sup>El</sup> <sub>101</sub>
4.1.2 Проекты по привлечению заводов-изготовителей, проектных, монтажных, наладочных, ремонтных организаций к участию в работе комиссий по расследованию нарушений	Fun <sup>El</sup> <sub>102</sub>
4.1.3 Обеспечение реализации проектов по правильной оценке аварийных ситуаций.	Fun <sup>El</sup> <sub>103</sub>
4.2 Обеспечение реализации проектов по разработке решений по устранению нарушений на основании причин их возникновения.	Goal <sup>El</sup> <sub>11</sub>
4.2.1 Проекты по повышению ответственности персонала за нарушение требований ПТЭ, инструкций	Fun <sup>El</sup> <sub>11</sub>
5. Обеспечение реализации проектов по повышению качества и своевременности осмотров, проведения измерений, технического обслуживания и ремонтов основного электроэнергетического оборудования	Goal <sup>UnSys</sup> <sub>5</sub>
5.1 Проекты по повышению качества и своевременности осмотра устройств	Goal <sup>El</sup> <sub>12</sub>
5.1.1 Проекты по повышению качества и своевременности осмотра устройств в процессе эксплуатации оборудования	Fun <sup>El</sup> <sub>121</sub>
5.1.2 Проекты по повышению качества и своевременности проведения анализа измерений и испытаний оборудования, отработавшего эксплуатационный срок службы	Fun <sup>El</sup> <sub>122</sub>
5.1.3 Проекты по повышению качества и своевременности проведения анализа измерений и испытаний оборудования, отработавшего эксплуатационный срок службы	Fun <sup>El</sup> <sub>123</sub>
5.2 Проекты по реконструкции электрических сетей	Goal <sup>El</sup> <sub>13</sub>
5.2.1 Проекты по реконструкции электрических сетей на основе применения современного оборудования и технологий, основанных на изучении механизмов старения оборудования и прогнозировании ожидаемых отказов и срока жизни оборудования	Fun <sup>El</sup> <sub>13</sub>
5.3 Проекты по обеспечению ТО и ремонтов оборудования в процессе их эксплуатации	Goal <sup>El</sup> <sub>14</sub>
5.3.1 Проекты по детальному анализу некачественного ремонта или ТО для проведения более глубокого анализа причин и выработки адекватных мер по предотвращению нарушений	Fun <sup>El</sup> <sub>14</sub>
6. Обеспечение реализации проектов по предупреждению разрушения оборудования из-за воздействия внешних факторов	Goal <sup>UnSys</sup> <sub>6</sub>
6.1 Проекты по расчистке трасс ВЛ от деревьев и поросли, меры по предупреждению загорания камышей, травы, хлебных массивов под проводами ВЛ	Fun <sup>El</sup> <sub>151</sub>
6.2 Обеспечение реализации проектов по наложению штрафов и привлечению к ответственности за демонтаж оборудования ВЛ посторонними лицами	Fun <sup>El</sup> <sub>152</sub>

Для удобства формализации описанных целей, подцелей и функций используем их представление в виде графа. Каждой вершине такого графа соответствует цель, подцели или функции.

Для формализации структурных схем целей и функций целесообразно использовать модифицированный язык регулярных схем алгоритмов (РСА) с построением на базе его регулярных схем системных моделей (РССМ). РССМ необходимо представить в виде, позволяющем полноценно описать формализуемые структуры. Соответственно для структурных схем целей и функций [4]

$$R = f(Goal_j, e, \emptyset, \overset{\bullet}{Goal}), \quad (1)$$

$$R = f(Fun_j, e, \emptyset, \overset{\bullet}{Fun}), \quad (2)$$

где  $f$  – закон комбинации базовых процессов РСА;  $Goal_j, Fun_j$  – элементы алгебры операторов  $R_0$ , определяющие соответственно цели управления и функции проектной деятельности электроэнергетического комплекса;

$e$  – тождественно-эквивалентный оператор;

$\emptyset$  – пустой оператор;

$\overset{\bullet}{Goal}, \overset{\bullet}{Fun}$  – процесс умножения элементов соответственно целевой и функциональной моделей (последовательное выполнение операторов целей строго в порядке их очередности), обозначается « $\wedge$ »;

В общем виде целевая модель управления проектной деятельностью ЭЭК с использованием модифицированного языка РСА представим выражением

$$Goal^{Sys} = Goal_1^{UnSys} \wedge Goal_2^{UnSys} \wedge Goal_3^{UnSys} \wedge Goal_4^{UnSys} \wedge Goal_5^{UnSys} \wedge Goal_6^{UnSys}$$

где  $Goal_t^{UnSys}, m=1..6$  – структурные элементы создаваемой системы на выделенном  $m$ -ом уровне декомпозиции на подцели  $UnSys$

Данная модель описывает цели управления проектной деятельностью электроэнергетического комплекса ( $Sys$ ) с учетом декомпозиции на подцели ( $UnSys$ ).

С учетом декомпозиции цели на элементы ( $El$ ) целевая модель управления проектной деятельностью ЭЭК имеет вид

$$Goal^{Sys} = ((Goal_1^{El} \wedge Goal_2^{El}) \wedge (Goal_3^{El} \wedge Goal_4^{El}) \wedge (Goal_5^{El} \wedge Goal_6^{El}) \wedge (Goal_7^{El} \wedge Goal_8^{El} \wedge Goal_9^{El}) \wedge (Goal_{10}^{El} \wedge Goal_{11}^{El}) \wedge (Goal_{12}^{El} \wedge Goal_{13}^{El} \wedge Goal_{14}^{El}) \wedge Goal_6^{UnSys})$$

Функциональная модель управления проектной деятельностью ЭЭК с использованием модифицированного языка РСА представим выражением вида

$$Goal_F^{Sys} = ((Fun_1^{El} \wedge (Fun_{21}^{El} \wedge Fun_{22}^{El})) \wedge (Fun_{31}^{El} \wedge (Fun_{311}^{El} \wedge Fun_{312}^{El}) \wedge Fun_4^{El}) \wedge ((Fun_{51}^{El} \wedge Fun_{52}^{El} \wedge Fun_{53}^{El} \wedge Fun_{54}^{El}) \wedge (Fun_{61}^{El} \wedge Fun_{62}^{El} \wedge Fun_{63}^{El} \wedge Fun_{64}^{El})) \wedge ((Fun_{71}^{El} \wedge Fun_{72}^{El} \wedge Fun_{73}^{El} \wedge Fun_{74}^{El} \wedge Fun_{75}^{El} \wedge Fun_{76}^{El}) \wedge (Fun_{81}^{El} \wedge Fun_{82}^{El} \wedge Fun_{83}^{El} \wedge Fun_{84}^{El})) \wedge ((Fun_{91}^{El} \wedge Fun_{92}^{El} \wedge Fun_{93}^{El} \wedge Fun_{94}^{El}) \wedge ((Fun_{121}^{El} \wedge Fun_{122}^{El} \wedge Fun_{123}^{El}) \wedge Fun_{13}^{El} \wedge Fun_{14}^{El}) \wedge (Fun_{151}^{El} \wedge Fun_{152}^{El})))$$

Данная модель описывает функции управления проектной деятельностью ЭЭК с учетом декомпозиции на элементы ( $El$ ) для достижения глобальных целей объекта.

---

### Выводы из данного исследования

---

Таким образом, представление деятельности ЭЭК в виде системы управления проектами представляет собой сложную, многоуровневую структуру, которая описывает систему по уровням декомпозиции. Основной целью создания такой системы является обеспечение безотказной и безаварийной работы электроэнергетического оборудования, повышение эффективности работы всего электроэнергетического комплекса.

Разработанные целевые и функциональные модели управления проектной деятельностью ЭЭК позволяют описать цели и функции управления системы с учетом их декомпозиции для достижения глобальной цели.

---

### Литература

1. Руководство к Своду знаний по управлению проектами 4-ое издание (Руководство PMBOK®). – USA: Project Management Institute, 2008. – 241с.
2. Проблемы и перспективы использования искусственных нейронных сетей в энергетике. Часть I. Моделирование / Г.К. Вороновский, К.В. Махотило, С.А. Сергеев // Проблемы общей энергетики. - 2006. - № 14. - С.50.
3. Левыкин В.М., Кудрявцева М.С. Математические модели определения причин и последствий нарушений работы трансформаторного оборудования // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2006. – №1 (10). – С. 42 – 50.
4. Илюшко В.М. Системное моделирование в управлении проектами: моног. / В.М. Илюшко, М.А. Латкин. –Х.: НАУ «ХАИ», 2010. –220с.