

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА

М.П. Силич

Предлагается технология разработки программы энергетической безопасности региона, включающая этапы анализа безопасности региона, выявления угроз, выработки мероприятий по устранению или нейтрализации угроз, формирования нормативно-правового, организационного и информационного обеспечения. В качестве методологической базы используется объектно-ориентированная технология проектирования сложных систем.

Введение. Актуальность проблемы обеспечения энергетической безопасности обусловлена напряженностью топливно-энергетического баланса большинства российских регионов, которые являются энергодефицитными. Данная проблема усугубляется также нарастанием необходимых объемов реконструкции и технологического перевооружения электростанций, электрических и тепловых сетей, отсутствием необходимых инвестиционных ресурсов, низким уровнем платежеспособности потребителей энергоресурсов [1, 2].

Энергетическая безопасность субъекта РФ должна обеспечиваться комплексом экономических, нормативно-правовых, организационных, научно-технических и иных мер, формирующих:

- предпосылки для выживания при возникновении кризиса;
- защиту жизненно-важных интересов в отношении ресурсного потенциала, сбалансированности и динамики роста;
- средства и способы защиты от дестабилизирующих воздействий;
- нормальный уровень жизни населения и устойчивые личные перспективы жителей [2].

В настоящей работе предлагается технология разработки программы обеспечения энергетической безопасности региона, включающая следующие этапы: анализ безопасности региона и выявление угроз, выработка мероприятий по устранению или нейтрализации угроз, формирование систем поддержки (нормативно-правового, организационного и информационного обеспечения). В качестве методологической базы была выбрана объектно-ориентированная технология проектирования сложных систем, описанная в [3 - 5].

Анализ энергобезопасности региона. Основным содержанием этапа является мониторинг показателей, характеризующих состояние объектов топливно-энергетического

комплекса (ТЭК) региона, выявление существующих и потенциальных угроз безопасности, комплексная оценка уровня энергетической безопасности региона.

Систему индикаторов, характеризующих энергобезопасность региона, можно разделить на следующие блоки: индикаторы обеспеченности энергетическими ресурсами (по видам энергоресурсов); индикаторы обеспеченности производственными фондами; экологические индикаторы; социальные индикаторы; экономико-финансовые индикаторы.

Примеры индикаторов:

- индекс изменения душевого потребления электроэнергии;
- доля выработки электроэнергии собственными источниками;
- доля электроэнергетического оборудования, выработавшего свой ресурс;
- индекс изменения суммарных выбросов загрязнителей в атмосферу от теплоэлектростанций и котельных;
- просроченная задолженность предприятий ТЭК;
- средний годовой заработок по предприятиям ТЭК.

Большинство индикаторов вычисляется через первичные показатели. Например, индикатор «доля выработки электроэнергии собственными источниками» вычисляется через показатели: «выработка электроэнергии электростанциями, расположенными на своей территории» и «годовое потребление электроэнергии». Первичные показатели характеризуют состояние топливно-энергетического комплекса региона и его конкретных объектов, таких как электрические станции, котельные, электрические и тепловые сети и т.д. Источниками получения информации о первичных показателях являются либо государственная (отраслевая) статистическая отчетность, либо результаты мониторинга – непрерывного или периодического наблюдения за состоянием объектов ТЭК.

Поскольку индикаторы измеряются в различных шкалах, их необходимо нормировать, что позволит осуществлять свертку оценок по отдельным индикаторам в единую интегральную оценку энергобезопасности региона. Предлагается сначала вычислять значения индикаторов в относительных единицах (по отношению к базовому году), а затем вычисленные значения соотносить с нормировочными (пороговыми) величинами. Таким образом, в состав показателей кроме показателей мониторинга и индикаторов необходимо включить индексы изменений индикаторов, пороговые величины, оценки по отдельным индикаторам и интегральную оценку, а также качественные оценки ситуации.

В целях структурирования большого количества разнообразных динамически изменяющихся показателей, которые необходимо принимать во внимание при оценке уровня энергетической безопасности региона, предлагается использовать объектно-ориентированный подход, описанный в [3 - 5]. В соответствии с ним предметная область представляется в виде совокупности взаимосвязанных компонент (подсистем и элементов). Каждой компоненте сопоставляется класс, определяющий структуру ее описания (состав

атрибутов и методов), а также множество конкретных экземпляров – объектов, отражающих различные состояния или варианты компоненты. На базе каждого класса формируется один или несколько экземпляров класса (объектов), содержащих конкретные значения атрибутов, возможно, дополненные коэффициентами уверенности.

Для отражения множества состояний или вариантов компоненты используется мультиобъект – набор экземпляров, выделенных в соответствии с некоторым признаком, в качестве которого выступает заданный ключевой атрибут или комбинация нескольких ключевых атрибутов. Каждому значению признака соответствует свой экземпляр. Различают три основных типа базовых признаков – время, пространство и группа. Поскольку объект мультиобъекта однозначно идентифицируется значениями ключевых атрибутов, обращение к нему осуществляется указанием после имени, общего для всех объектов, в скобках этих значений.

На рис. 1 приведен фрагмент диаграммы объектов модели оценки уровня энергетической безопасности региона. Состав компонент модели соответствует составу выделенных блоков индикаторов.

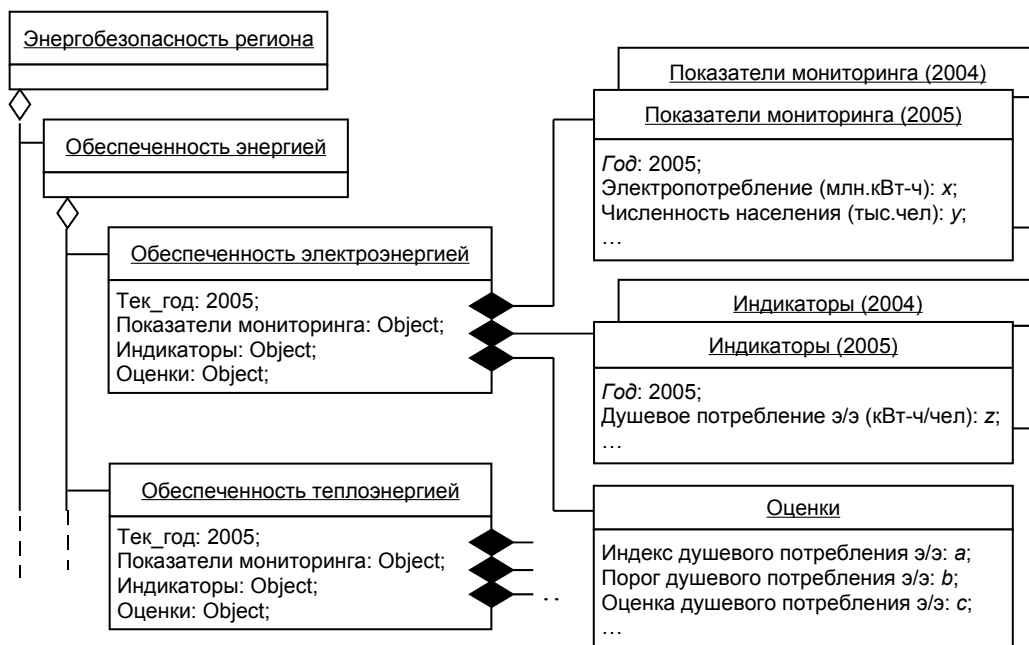


Рисунок 1 – Фрагмент диаграммы объектов модели оценки уровня энергетической безопасности региона

Объект, описывающий состояние компоненты, включает атрибут «тек_год», в кото-

ром указывается текущий год, а также ссылки на мультиобъекты «Показатели мониторинга»,

«Индикаторы» и на объект «Оценки». Мульти-объекты созданы по признаку «год» и включают объекты, соответствующие текущему и базовому году. Каждый объект содержит значения показателей (первичных показателей или индикаторов), достигнутые в заданном году. Объект «Оценки» содержит индексы изменения индикаторов, пороговые уровни и оценки индикаторов, которые рассчитываются для текущего года.

Для отображения каузальных зависимостей между атрибутами используется модель функциональных зависимостей [6]. Построение модели предполагает формирование сети, вершинами которой являются атрибуты, а дугами – отношения функциональной зависимости. Каждое такое отношение связывает атрибут-функцию с множеством атрибутов-аргументов. Отношение задается декларативно в виде объекта стандартного класса «FuncDependence», содержащего: атрибут «O» с именем атрибута-функции, атрибуты «I<n>» с именами атрибутов-аргументов и атрибут «FD», описывающий закономерность (вид функциональной зависимости). Закономерность, показывающая, как именно значение атрибута-функции определяется значениями атрибутов-аргументов, представляется либо в виде множества правил-продукций, либо в виде аналитической формулы, либо в виде некоторой процедуры-функции. Методы класса на основании текущих значений атрибутов-аргументов и заданной закономерности вычисляют текущее значение атрибута-функции. При этом доступ ко всем атрибутам классов осуществляется через специализиро-

ванные get- и set-методы (получить/задать значение атрибута).

В истоках сети функциональных зависимостей находятся, так называемые, базовые атрибуты, значения которых не зависят от значений других атрибутов, в стоках – целевые. Поиск значений целевых атрибутов может осуществляться методами прямого или обратного вывода [6].

Сеть функциональных зависимостей атрибутов модели оценки энергетической безопасности региона содержит шесть слоев (рис. 2). Первый слой составляют первичные показатели, второй слой – индикаторы (для текущего и базового годов), третий слой – индексы изменения индикаторов, четвертый слой – оценки по отдельным индикаторам, пятый – интегральная оценка уровня энергетической безопасности региона, шестой – качественные оценки ситуации.

Индикаторы (для текущего и для базового года) и индексы изменения индикаторов определяются по формулам. Пример объекта класса «FuncDependence», описывающий зависимость для вычисления атрибута «индекс душевого потребления э/э»:

<I1>: Обеспеченность электроэнергией. Индикаторы тек_год). Душевое потребление э/э (кВт-ч/чел);

<I2>: Обеспеченность электроэнергией. Индикаторы (тек_год-1). Душевое потребление э/э (кВт-ч/чел);

<O>: Обеспеченность электроэнергией. Оценки. Индекс душевого потребления э/э;

<FD>: $O = I1 / I2$.

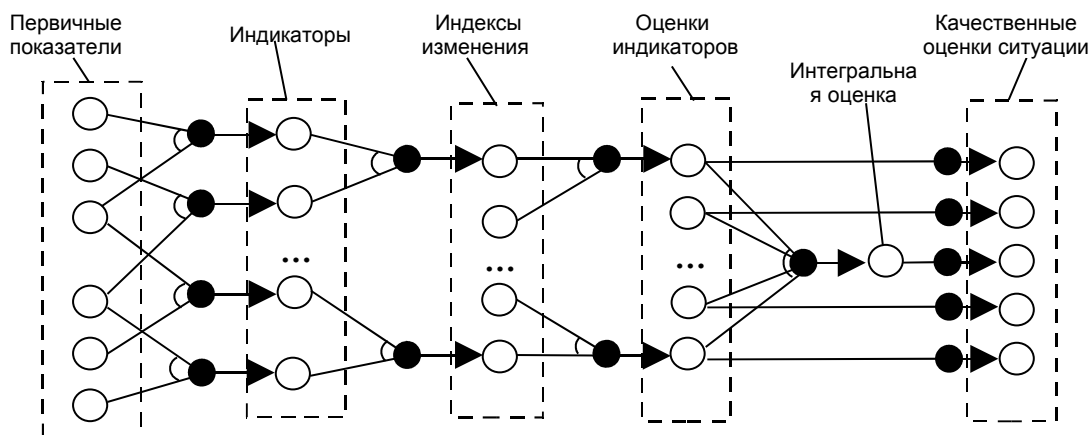


Рисунок 2 – Сеть функциональных зависимостей атрибутов модели оценки энергетической безопасности региона

Оценки индикаторов определяются через отношение к пороговым величинам. Пример описания зависимости для определения

оценки душевого потребления электроэнергии:

<I1>: Обеспеченность электроэнергией. Оценки. Индекс душевого потребления э/э;

<I2>: Обеспеченность электроэнергией. Оценки. Порог душевого потребления э/э;

<O>: Обеспеченность электроэнергией. Оценки. Оценка душевого потребления э/э;

<FD>: if I1 > I2 then O = 0;
if I1 ≤ I2 then O = 1 - (I1/ I2).

Интегральная оценка состояния энергетической безопасности региона определяется как сумма взвешенных оценок по каждому индикатору. Весовые коэффициенты могут определяться с помощью любого из методов определения предпочтений экспертов (непосредственной оценки, ранжирования, парных сравнений, последовательного сравнения). Вычисленное значение интегральной оценки так же, как и оценок по отдельным индикаторам, может быть переведено в качественную оценку ситуации, например: «нормальная», «предкризисная», «кризисная», «кризисная критическая», «кризисная чрезвычайная». Для этого каждой из качественных оценок сопоставляются нижний и верхний пороги либо строятся функции принадлежности. В первом случае вид зависимости задается в виде набора правил-продукций, во втором – в виде процедуры фазсификации.

Разработка программы поддержки безопасности. Основное содержание данного этапа – формирование комплекса мероприятий по устранению или нейтрализации выявленных на этапе анализа угроз энергетической безопасности. Основанием для разработки программы является фиксирование проблемной ситуации по одному или нескольким индикаторам или прогноз возникновения проблемной ситуации. Технология разработки программы включает в себя следующие шаги: выявление причин возникновения проблемной ситуации (угроз); оценка важности выявленных причин и определение основных направлений их устранения; разработка комплексов мероприятий, реализующих выбранные направления.

Первый шаг предполагает построение дерева причин. При этом может быть использован типовой набор причин возникновения угроз энергетической безопасности региона. На рис. 3 представлен пример дерева причин в виде сети зависимостей атрибутов. Для оценки важности причин (оценки влияния базовых атрибутов на целевой атрибут) может быть использован алгоритм формирования оценочных зависимостей [7].

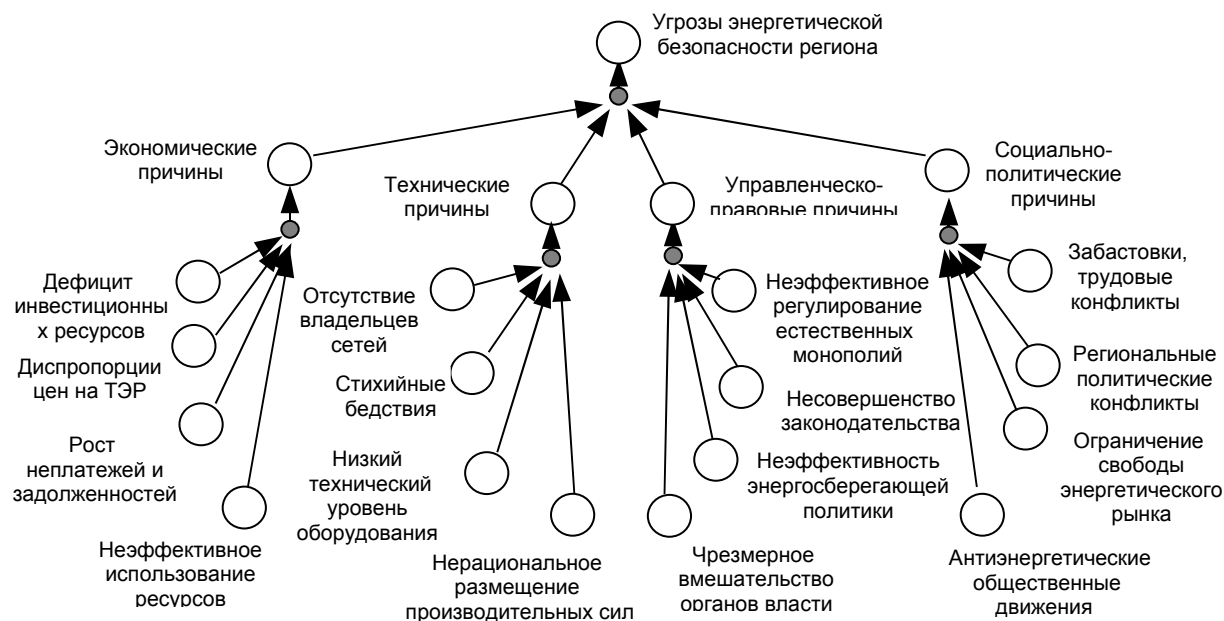


Рисунок 3 – Дерево причин возникновения проблемной ситуации в системе энергетической безопасности региона

Отношение оценочной зависимости является отношением функциональной зависимости, для которого выполняются следующие условия: все атрибуты, связанные отношением, имеют балльные значения в интервале [0; 1]; закономерность представлена правилами-

ми (возможно, с пустой условной частью), содержащими формулу свертки в заключении. Весовые коэффициенты свертки определяются с помощью любого из методов выявления предпочтений. При определении оценки важности некоторой причины значение соответ-

ствующего базового атрибута принимается равным единице, значения остальных базовых атрибутов – нулю. Далее методом прямого вывода определяется значение целевого атрибута, интерпретируемое, как оценка влияния на него заданного базового атрибута.

Формирование программных мероприятий начинается с выделения подсистем (подпрограмм). Каждой из наиболее значимых причин (группе причин) соответствует отдельная подпрограмма, в рамках которой разрабатывается комплекс мероприятий для устранения соответствующей причины. Разработка может осуществляться на основе объектно-ориентированной методологии моделирования. В этом случае каждой из подсистем сопоставляется объект, описывающий планируемые преобразования или мультиобъект, объекты которого описывают различные варианты преобразований. Объекты включают в себя атрибуты, описывающие преобразования на качественном (содержательном) уровне, а также количественные атрибуты, отражающие оценку эффективности, реализуемости и т.д. Выбор оптимальных вариантов реализации отдельных подпрограмм осуществляется на основе локальных критериев эффективности. При этом может быть сформирована модель функциональных зависимостей, позволяющая определять значение интегрального критерия эффективности для различных вариантов.

Организация выполнения программы. На данном этапе необходимо сформировать календарный план реализации программы, а также создать нормативно-правовое обеспечение, систему управления реализацией программы и информационную систему поддержки. Типовой перечень законов и нормативно-правовых документов, обеспечивающих энергетическую безопасность региона предложен в [8], типовая организационная структура, рекомендуемая для системы управления энергобезопасностью региона – в [2].

Предлагаемая оргструктура относится к матричному типу. Выделяется два канала управления: ресурсный, включающий руководителей предприятий, которые предоставляют трудовые и другие ресурсы для выполнения отдельных направлений программы (подпрограмм); проектный, включающий руководителей направлений. Привлечение исполнителей осуществляется на конкурсной основе. При этом заключаются контракты на конкретные виды работ с указанием взаимных обязательств сторон.

Руководитель программы осуществляет стратегическое и тактическое управление ре-

ализацией программы. При нем создается научно-технический совет, выполняющий штабные функции. Его основная цель - определение общей стратегии по обеспечению энергетической безопасности и стратегическое управление реализацией мероприятий. Совет работает в контакте с рабочей группой, основная задача которой - подготовка материалов и оперативная координация действий по реализации мероприятий. Рабочая группа находится в подчинении у главного администратора, выполняющего функции оперативного руководителя всех мероприятий. При рабочей группе формируется команда экспертов-консультантов, которые по мере необходимости привлекаются для оказания консультационных услуг научно-техническому совету.

Все участники системы управления активно используют в своей работе информационную систему, которая играет координирующую роль, позволяет исполнителям использовать результаты работы других исполнителей, применять единые методики, инструментальные средства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бушуев В.В., Воропай Н.И. и др. Энергетическая безопасность России.- Новосибирск: Наука, 1998. – 302 с.
2. Косяков С.А., Литвак В.В., Силич В.А., Силич М.П., Яворский М.И. Технология обеспечения энергетической безопасности // Энергосбережение и энергетическая безопасность регионов России: тез. докл. – Томск, 2000. – С. 6-18.
3. Силич М.П. Системная технология: объектно-ориентированный подход. – Томск: Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2002. – 224 с.
4. Силич В.А., Силич М.П. Проектирование сложной системы на основе объектно-ориентированного подхода // Известия Том. пол. ун-та. – 2003. – №2. – С. 99-103.
5. Силич М.П. Объектно-ориентированная модель сложной системы // Ползуновский вестник. – 2004. – №3. – С. 93-98.
6. Силич М.П., Хабибулина Н.Ю. Поиск решений на модели функциональных отношений // Информационные технологии. – 2004. – №9. – С. 27-33.
7. Силич М.П. Использование слабо формализуемых зависимостей в модели функциональных отношений // Известия Том. пол. ун-та. – 2004. – №6. – С. 21-25.
8. Косяков С.А., Литвак В.В., Силич В.А., Силич М.П., Яворский М.И. Нормативно-правовая база энергетической безопасности региона // Энергосбережение и энергетическая безопасность регионов России: тез. докл. – Томск, 2000. – С. 21-24.