

ИДЕОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК АПК

О.Н. Дробязко, С.С. Гусельников, В.С. GERMANENKO

Теория систем комплексной безопасности электроустановок решает задачи создания оптимальных систем комплексной безопасности электроустановок (СКБЭ).

К настоящему времени эта теория достигла такого уровня, что в ней решается широкий круг задач, которые могут быть классифицированы следующим образом.

На наиболее высоком уровне классификации выделяются два класса задач: задачи построения систем комплексной безопасности *на отдельном* объекте и задачи построения таких систем *на множестве* объектов.

Задачи первого класса подразделяются на три подкласса.

Первый подкласс образуют *вспомогательные* задачи теории систем безопасности электроустановок.

К ним относятся, в первую очередь, задачи инженерного анализа свойств системы электроснабжения объекта и свойств системы комплексной безопасности электроустановок. Типичными задачами такого вида являются расчет токов короткого замыкания в определенных точках сети объекта и определение длительностей срабатывания аппаратов защиты при возникновении коротких замыканий.

Результаты решения большинства рассматриваемых задач используются затем при решении задач второго подкласса. Однако решение таких задач может иметь и самостоятельное значение.

Второй подкласс образуют задачи *моделирования* процесса функционирования СКБЭ на объекте.

В результате решения таких задач определяются значения вероятностных показателей эффективности СКБЭ на объекте как в аспекте обеспечения ими электробезопасности, так и в аспекте обеспечения пожаробезопасности.

Третий подкласс образуют задачи *оптимизации* СКБЭ на объекте.

В результате решения таких задач из нескольких возможных СКБЭ для объекта выбирается оптимальная система безопасности. (При этом определяются оптимальная

структура и параметры такой системы). Задача оптимизации решается в аспекте электробезопасности, пожаробезопасности и одновременно с учетом обоих аспектов.

В рамках третьего подкласса задач выделяются два вида задач:

- задача формирования множества возможных вариантов систем безопасности на объекте,

- задача выбора наилучшего варианта системы из множества этих вариантов.

Характерной особенностью решения первого вида задач является необходимость многократного решения задач моделирования СКБЭ (задач второго подкласса).

Задачи второго класса подразделяются на два подкласса.

Первый подкласс задач состоит в расчете *показателей эффективности стратегий* создания СКБЭ. В него входят задачи определения эффективности стратегий в аспекте электробезопасности и в аспекте пожаробезопасности.

В рамках *второго подкласса* задач решается задача выбора оптимальной стратегии. Здесь выделяются задачи оптимизации в аспекте электробезопасности, в аспекте пожаробезопасности, а также задача оптимизации с одновременным учетом указанных двух аспектов безопасности.

В рамках второго подкласса выделяются задачи формирования множества возможных стратегий и задача оптимального выбора наилучшей стратегии.

Характерной особенностью решения первой из задач является необходимость многократного решения задачи расчета эффективности стратегий.

Рассмотренная классификация задач иллюстрируется рис. 1.

Приведенная совокупность задач, разбитая на классы, подклассы и отдельные виды задач, имеет ряд особенностей, определяющих идеологию построения программного обеспечения решения таких задач.

1. Необходимость выполнения при решении задач как большого количества вычислительных операций, так и большого коли-



Рисунок 1 – Классификация задач теории СКБЭ АПК

чества операций по управлению данными, организованными в базы данных.

2. Иерархический характер значительной части исходных данных и результатов промежуточных расчетов при решении задач первого и второго подклассов первого класса. Это обуславливает необходимость построения алгоритмов и программ, предусматривающих оперирование с совокупностями данных, имеющих иерархическую структуру.

3. При решении задач первого и второго подклассов первого класса требуется использование большого объема нормативно-справочной информации.

4. Наличие *последовательных* информационных *связей* между задачами.

При таких связях результаты решения одной задачи являются одновременно и исходными данными для решения другой задачи.

ИДЕОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК АПК

Рассматриваемые связи прослеживаются в приведенном списке задач в порядке возрастания классов, а в их пределах – в порядке возрастания подклассов. Существует общая логическая цепь, информационно связывающая все задачи теории безопасности электроустановок.

5. Наличие этапов *предварительного накопления данных*, получаемых в результате выполнения однотипных расчетов (в результате решения однотипных задач), с целью дальнейшего использования совокупности этих данных в качестве исходных для следующих этапов обработки информации (при решении следующих задач).

Такая особенность вычислений для задач первого класса обусловлена иерархическим характером системы электроснабжения и СКБЭ, а также тополого-вероятностным методом моделирования электро- и пожаробезопасности на объекте. Для задач второго класса такая особенность обусловлена тем, что результаты оценки эффективности СКБЭ на объекте кладутся в основу оценки эффективности таких систем на множестве объектов.

6. Необходимость ввода большого числа многоэлементных последовательностей данных, характеризующих стратегии создания СКБЭ.

Произведем обзор программных средств, разработанных к настоящему времени для решения задач теории систем комплексной безопасности электроустановок.

Первым таким средством был программный комплекс АРИАС [1...3]. Такой комплекс был создан с помощью системы управления базами данных (СУБД) FoxPro. Выбор такого инструментального средства был предопределен первой особенностью задач.

С помощью такого комплекса с использованием ЭВМ решался широкий круг задач. Из приведенного выше перечня задач теории безопасности электроустановок решалась вспомогательная задача расчета токов короткого замыкания и задача моделирования пожарной безопасности, обеспечиваемой системой электрической защиты.

В рамках программного комплекса была учтена вторая особенность задач. При этом средствами реляционной СУБД (реализованной в FoxPro) была решена задача управления данными, логическая структура которых имела иерархический характер.

Третья особенность задач предопределила создание в рамках комплекса АРИАС

баз данных, содержащих справочные сведения об элементах системы электроснабжения и данные о характеристиках аппаратов защиты.

Следующим этапом развития программного обеспечения задач теории систем безопасности электроустановок явилось создание программного комплекса МОЭПБ [2].

В рамках решения дополнительных задач в комплексе МОЭПБ был осуществлен вывод значений длительностей срабатываний аппаратов защиты.

Основное отличие этого комплекса от комплекса АРИАС состояло в том, что в его состав был включен программный модуль, позволяющий произвести с помощью ЭВМ оценку электробезопасности людей, взаимодействующих с электроустановками объекта. Тем самым в комплексе было реализовано моделирование системы безопасности одновременно в аспектах пожаробезопасности и электробезопасности.

В рамках программного комплекса МОЭПБ был разработан также модуль оптимизации систем комплексной безопасности на объекте. Были созданы также средства для информационной “стыковки” модулей.

Все новые модули комплекса МОЭПБ были созданы с помощью СУБД FoxPro.

Задачи второго класса теории систем комплексной безопасности электроустановок появились относительно недавно в связи с разработкой методов выбора оптимальных стратегий создания СКБЭ.

К моменту их появления в области технологии программирования произошли существенные изменения. Основой таких изменений стало появление операционной системы Windows. Для работы в этой системе потребовалось создание новых прикладных программ, называемых Windows-приложениями.

Для разработки таких программ стали создаваться и использоваться современные среды разработки Windows-приложений, построенные на концепциях объектно-ориентированного и визуального программирования

Появившиеся возможности поставили перед разработчиками программного обеспечения в рассматриваемой прикладной области две задачи:

- разработать новые программные средства для решения задач второго класса;
- воспроизвести имеющееся программное обеспечение решения задач первого класса (комплекс МОЭПБ) средствами новых сред разработки приложений.

Четвертое свойство совокупности задач теории систем безопасности электроустановок создало предпосылки для появления *идеи объединенного решения двух поставленных задач* разработки программного обеспечения путем создание *единого программного комплекса*, каждый модуль которого бы реализовывал решение отдельной задачи теории и был бы информационно связан через общие файлы с другими модулями комплекса. Такой комплекс представлял бы собой *единую информационно-вычислительную среду* для решения задач теории систем безопасности электроустановок.

Такая идея и легла в основу создания в 2003 году программного комплекса “СКБЭоптим” [4].

При построении этого комплекса решался также вопрос выбора среды разработки приложений. Такая среда должна была позволять разрабатывать приложения, которые бы могли как эффективно производить вычисления, так и эффективно работать с базами данных. В настоящее время имеется несколько различных сред разработки приложений, позволяющих создавать программы с такими свойствами. Наиболее пригодными для решения поставленных задач являются среды Delphi и Visual FoxPro.

При использовании второй из сред разработки в принципе была возможность воспользоваться некоторыми фрагментами программ из комплекса МОЭПБ (выполненного в среде FoxPro). Однако такой “выигрыш” в условиях использования новой идеологии формирования программ был бы крайне незначителен. Кроме того, приходится также учитывать ограниченное распространение этой системы программирования.

В то же время среда Delphi является весьма распространенной и имеет развитые средства работы с базами данных [5].

Кроме того, в Delphi имеется возможность непосредственного использования баз данных (так называемых dbf – файлов), сформированных в FoxPro. В связи с этим комплекс “СКБЭоптим” был создан в среде Delphi 6.

При создании комплекса также пришлось решать задачи работы с данными, имеющими иерархическую структуру, средствами реляционной СУБД.

В комплекс “СКБЭоптим” из комплекса АРИАС перенесена нормативно-справочная информация, организованная в виде баз данных.

Для реализации этапов предварительного накопления данных в комплексе использованы специальные базы данных, в которых и осуществляется их предварительное накопление. После этого из таких баз осуществляется выборка требуемых данных для их последующей обработки в других модулях.

Рассмотрим некоторые особенности комплекса “СКБЭоптим”, иллюстрирующие реализацию основных положений идеологии построения программного обеспечения задач теории систем безопасности электроустановок.

Приведем, прежде всего, укрупненную структуру комплекса (рис. 2).

Программный комплекс состоит из трех относительно независимых модулей, связь между которыми осуществляется только через базу данных.

В базу данных записываются унифицированные записи, содержащие наименование объекта, его “сезонные” характеристики, а также характеристики его системы безопасности электроустановок.

В первом модуле производится решение двух подклассов задач первого класса (вспомогательных задач и задачи моделирования процесса функционирования СКБЭ на объекте).

Во втором модуле решается задача выбора оптимальной СКБЭ на объекте (третий подкласс задач первого класса).

В третьем модуле решаются задачи второго класса.

Взаимодействие модулей осуществляется через базу данных, называемую транзитной. Сначала в эту базу записываются результаты расчетов показателей эффективности различных систем безопасности на объектах. Таким образом, реализуется процедура накопления этих данных.

При необходимости решения задачи оптимизации СКБЭ на некотором объекте из транзитной базы данных осуществляется выборка записанных в нее ранее данных, относящихся к данному объекту. После этого решается задача оптимизации. Результат ее решения также записывается в транзитную базу данных.

При решении задачи выбора оптимальной стратегии осуществляется выборка из транзитной базы данных, характеризующих объекты и результаты расчетов эффективности систем безопасности на этих объектах. Тем самым подготавливаются данные для дальнейшего формирования множества

ИДЕОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК АПК

стратегий, расчета их эффективности и выбора оптимальной стратегии.

Тем самым структура комплекса позволяет реализовывать последовательную связь задач и накопление данных.

Рассмотрим более подробно структуру некоторых модулей. Первый модуль имеет структуру, приведенную на рис. 3.

Сначала в модуле “Общая часть” производится ввод общих данных и выполняются расчеты, результаты которых используются в дальнейших расчетах. В этом модуле решаются вспомогательные задачи теории систем безопасности электроустановок.

Далее в модуле “Пожаробезопасность” выполняются различные расчеты, в результате которых оценивается состояние пожаробезопасности на объекте. При этом в начале работы модуля осуществляется ввод исход-

ных данных, требующихся только для расчетов пожарной безопасности.

После этого в модуле “Электробезопасность” выполняются различные расчеты, в результате которых оценивается состояние электробезопасности на объекте. При этом в начале работы модуля вводятся исходные данные, требующиеся только для расчетов электробезопасности.

Таким образом, в первом модуле комплекса модуле реализуются последовательные информационные связи между элементами. Если пользователю достаточно решения только вспомогательных задач, то после работы подмодуля “Общая часть” осуществляется выход из программы. Возможен также расчет только одного из видов опасности (т.е. использование только второго или третьего подмодуля).

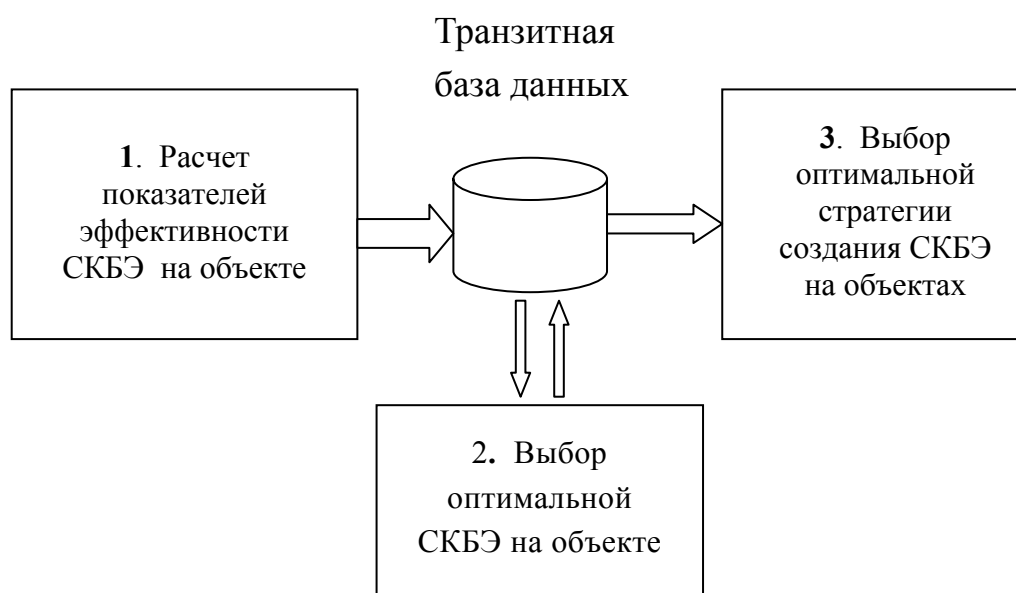


Рисунок 2 – Структура программного комплекса “СКБЭоптим”

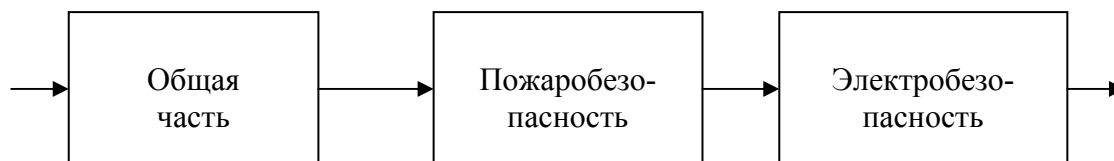


Рисунок 3 – Структура модуля “Расчет показателей эффективности СКБЭ на объекте”

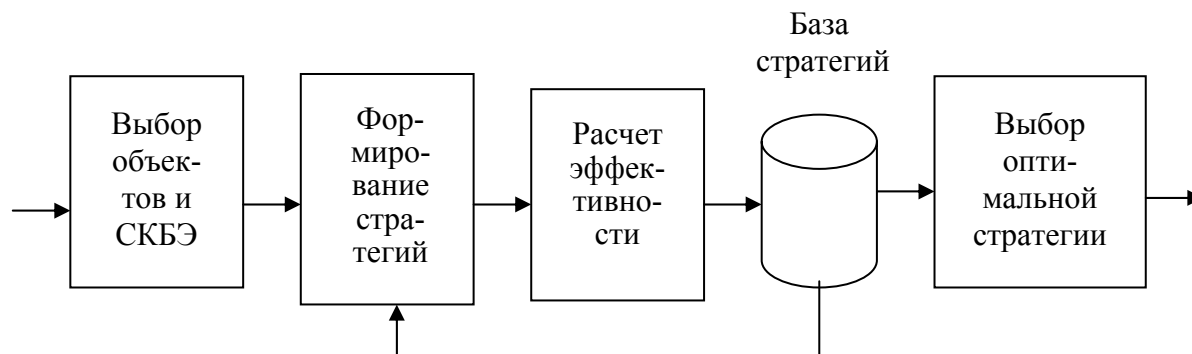


Рисунок 4 – Структура модуля “Выбор оптимальной стратегии создания СКБЭ”

Рассмотрим более подробно структуру модуля 3 (рис. 4).

Он состоит из четырех подмодулей и одной базы данных.

Сначала в первом модуле осуществляется выборка из транзитной базы данных записей, соответствующих объектам и системам их безопасности.

В следующем модуле производится формирование стратегий. Такое формирование осуществляется путем задания последовательностей дат установки УЗО на определенных объектах.

После этого в следующем модуле производится расчет показателей эффективности стратегий. Характеристики стратегий и результаты расчета их эффективности затем записываются в базу данных стратегий.

После этого из базы стратегий выбираются данные о стратегиях и осуществляется выбор оптимальной стратегии.

Использование базы данных позволяет вводить данные о стратегии за несколько сеансов. Это позволяет облегчить процедуру накопления данных. Многоэлементные последовательности данных, описывающие стратегию, могут быть просмотрены в результате организации навигации по записям.

Таким образом, в рамках третьего модуля реализуется последовательные информационные связи между модулями, а также накопление данных о стратегиях.

Рассмотренные особенности программного комплекса “СКБЭоптим” иллюстрируют ключевые моменты предлагаемой идеологии построения программного обеспечения в рассматриваемой прикладной области.

Предлагаемая идеология позволяет осуществить рациональное построение прикладного программного обеспечения на базе современных инструментальных средств программирования.

Модульная структура комплекса в сочетании с “накопительными” базами данных обеспечивает гибкость в работе комплекса и создает возможности для его естественного развития в соответствии с развитием теории систем комплексной безопасности электроустановок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сошников А.А., Никольский О.К. Расчет эффективности электрической защиты в сетях 0,38 кВ: Учебное пособие. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 1992. – 57 с.
2. Системы обеспечения безопасности электроустановок до 1000 В. Методические рекомендации по расчету, монтажу, проектированию и эксплуатации электрической защиты. – Барнаул, 2000. – 120 с.
3. Сошников А.А., Шелепов О.П. Развитие технологий обеспечения пожарной безопасности электроустановок низкого напряжения // Вестник АлтГТУ. – 2000. – № 3. – С.50-54.
4. Дробязко О.Н., Гусельников С.С. Выбор оптимальной стратегии создания систем комплексной безопасности электроустановок АПК (СКБЭоптим). Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2003610372. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ, Москва, 12 февраля 2003 г.
5. Глушаков С.В., Клевцов С.А., Теребилов С.А. Программирование на Delphi 5.0. – Харьков: Фолио, 2002. – 518 с.