

УДК 681.3

## АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ГЕНЕРАЦИИ КОДОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ерохин В.В., Елисеева Е.В.

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, Брянск, Россия

В статье представлены аспекты проектирования автоматизированной системы генерации кодов электрических элементов технологического оборудования с использованием CASE-средств. Предлагается собственная технология итеративной разработки таких систем. В предложенной методике используется средство для разработки баз данных ERwin Data Modeler фирмы Computer Associates и реализованный авторами инструмент для автоматической генерации кода ERwin Class Builder. Реализованный инструмент проектирования является надстройкой над ERwin Data Modeler фирмы Computer Associates, расширяющей его функциональность. ERwin Data Modeler работает с логической и физической моделями данных и позволяет генерировать описание базы данных и ddl-скриптов.

**Ключевые слова:** автоматизация, информатизация, базы данных, технологическое оборудование.

**DOI:** 10.22281/2413-9920-2017-03-03-241-252

Существует ряд объектно-ориентированных и функциональных методов разработки сложного программного обеспечения. Методологии, технологии и инструментальные средства проектирования (CASE-средства) составляют основу разработки производственной информационной системы. Но не все методологии, технологии автоматизированного проектирования производственных систем и CASE-средства одинаково хорошо применимы для разработки разных информационных проектов. В большинстве CASE-средства являются достаточно универсальными системами, т.е. они не имеют узкую специализацию для разработки определенного вида систем, и, следовательно, не могут учитывать особенностей их разработки. Особенно это имеет место на этапах автоматической генерации кода по моделям, где генерируются стандартные, общие для всех подсистем автоматизированной системы, в основном декларативные элементы кода. Диаграмма классов и компонент в таких автоматизированных системах полностью определяет генерируемый CASE-средством код. Концептуальная диаграмма модели данных определяет генерируемые CASE-средством схему базы данных, а также реализацию бизнес логики при помощи триггеров и хранимых процедур [1].

Такая ситуация определяет то, что CASE-средства, как правило, используются на двух этапах – на этапе анализа предметной области; на этапе проектирования схемы объек-

тов предметной области и моделей данных. На этапе программной разработки применение CASE-средств не эффективно и практически не используются.

Автоматизированная система генерации кодов электрических элементов технологического оборудования предназначается для хранения, обработки и оперативного обмена всеми видами информации на промышленном предприятии. К специфике проектирования автоматизированной системы можно отнести следующее:

- Значительное количество разнообразных объектов-элементов автоматизированной системы. Наличие большого количества взаимосвязанных между собой справочников и объектов, что определяет значительные трудовые затраты на их программную реализацию.

- Интеграция с геоинформационными системами. Такая особенность предполагает реализацию специальной структуры данных и возможности получения пользователем информации об электрических элементах технологического оборудования в различных подразделениях производства. Данная особенность исключает возможность использования табличного доступа к данным пользователем.

- Большая атрибутивная база данных, в которой должны храниться постоянные свойства объектов, определяемые их типом; текущие характеристики, изменяющие свое значение в течение жизненного цикла элект-

трического элемента технологического оборудования. Также хранится эксплуатационная информация, скапливающаяся во время функционирования электрического элемента технологического оборудования и сохраняемая в виде архивов до и после его утилизации, демонтажа или консервации.

Указанная специфика проектирования автоматизированной системы требует выбора такой технологии проектирования и такого CASE-средства, которые должны обеспечить удобный для инженера-программиста метод разработки и позволить ему затратить наименьшее время и объем работ при программировании. Используемое CASE-средство должно обеспечивать наиболее полную поддержку разработки требуемой от автоматизированной системы функциональности, а также извлечение из автоматизированной системы максимально возможного количества информации.

При функционировании автоматизированной системы значительное количество информации сохраняется в базе данных и структура электрических элементов технологического оборудования автоматизированной системы тесно связана со схемой базы данных, а сами электрические элементы - с соответствующими таблицами базы данных. Можно заключить, что схема классов является вторичной по отношению к схеме базы данных, а каждый электрический элемент имеет стандартные методы для работы с соответствующей таблицей. Другим ключевым аспектом является итерационность проектирования автоматизированной системы, что требует безошибочной поддержки предыдущих версий баз данных и электрических элементов. Технология проектирования должна быть основана на итеративной разработке. Итерации постепенно уточняют и расширяют совокупность электрических элементов предметной области. Этапы должны содержать создание логической и физической модели данных для соответствующих электрических элементов технологического оборудования и их дальнейшую программную реализацию в рамках интегрированной информационной системы на предприятии. На этапе программной реализации используется инструментарий ERwin Class Builder, который позволяет инженеру-

программисту экономить временные и трудовые затраты за счет ликвидации неинтеллектуальной и рутинной работы, снижения появления ошибок, а также спроектировать более унифицированный код с требуемыми комментариями [2].

Автоматизированная система должна содержать следующие основные этапы [3]:

- включение электрического элемента в логическую модель данных;
- включение электрического элемента в физическую модель данных;
- программная реализация электрического элемента;
- реализация пользовательского интерфейса электрического элемента (для электрических элементов технологического оборудования, имеющих внешнее представление).

Эти этапы повторяются на каждой итерации. Они могут быть проведены как для одного электрического элемента, так и для группы связанных либо не связанных электрических элементов. Также может происходить уточнение характеристик электрического элемента.

В процессе реализации автоматизированной системы появляются такие задачи, как добавление электрических элементов в редактор справочников, формирование отчетов, содержащих информацию по электрическому элементу, и др. Как правило, решение этих задач требует от разработчика применение различных методов программирования и информационного проектирования, которые могут быть унифицированы.

Далее подробно рассмотрим вышеуказанные этапы итерации.

**Включение электрического элемента в логическую модель данных.** Для проектирования схемы базы данных целесообразно использовать ERwin Data Modeler.

При создании нового проекта выбирается смешанный тип, включающий в себя логическую и физическую модель. На этом этапе используется логическая модель (выбор модели осуществляется в соответствующем списке на панели инструментов). Общим правилом проектирования является понятное описание электрического элемента, т.е. имя электрического элемента и наименования его атрибутов должны быть семантически зна-

чимыми и содержать как можно больше информации об электрическом элементе и его характеристиках. Для технических параметров, имеющих единицу измерения, необходимо указывать ее через запятую после названия электрического элемента.

Вновь созданный электрический элемент в базе данных связывается с используемыми другими электрическими элементами имеющимися в схеме базы данных различными типами отношений (отношения наследования, ассоциации). Необходимо задать тип

отношения, имя роли, кардинальные числа, методы поддержания ссылочной целостности. Для наследования дополнительно задается тип, т.е. является ли классификация полной или частичной.

Также для сохранения наглядности схемы базы данных следует придерживаться выработанного для проектирования цветового решения схемы базы данных. Пример представления нескольких электрических элементов на логической схеме базы данных можно посмотреть на рис. 1.

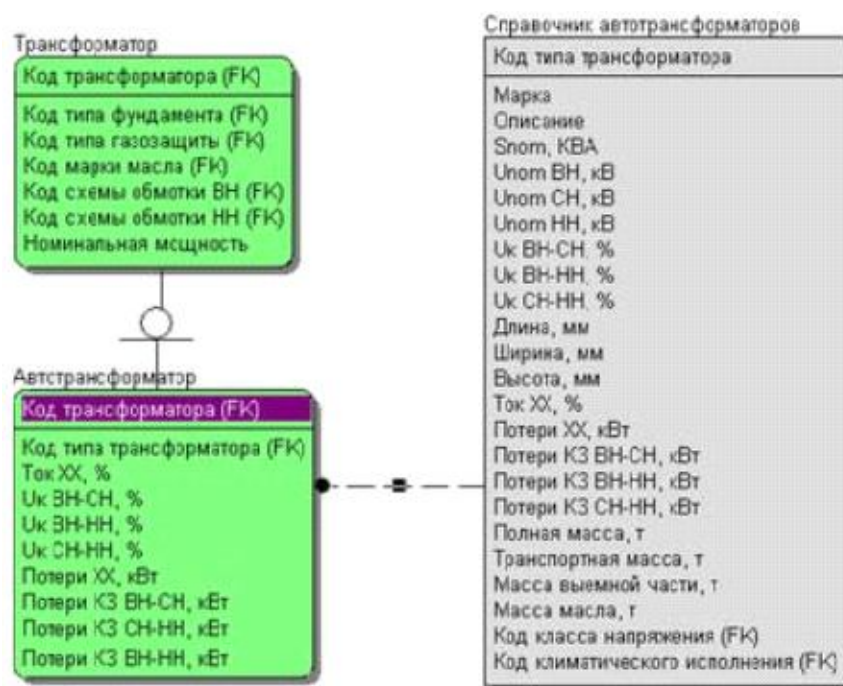


Рис. 1. Пример проектирования нескольких связанных электрических элементов в логической схеме базы данных

**Включение электрического элемента в физическую модель данных.** На этом этапе используется физическая модель данных. Физическая модель генерируется ERwin Data Modeler автоматически параллельно с проектированием логической модели. После окончания создания логической модели автоматически построенная физическая модель требует доработки.

Необходимо скорректировать имена сущностей и атрибутов (таблиц и столбцов). По умолчанию имена аналогичны логическим, в которых недопустимые для используемой СУБД символы заменены допустимыми (стандартно символ пробела заменяется на подчеркивание и т.п.). Физические имена должны быть более короткими, в них не сле-

дует вводить лишнюю информацию, как единицы измерения. Иногда рационально использовать сокращения. Если целевая СУБД не поддерживает русские имена, тогда необходимо заменить их на английские аналоги.

На данном этапе устанавливаются типы данных для каждого атрибута. Также определяются значения UDP, которые в последствие будут использоваться программой ERwin Class Builder на этапе генерации кода.

Для таблицы задается программное имя (ClassName), признак использования ADO-таблицы (UseTable – только для справочников), признак отсутствия записи (NoRec – тоже только для справочников).

После установления всех параметров спроектированные таблицы генерируются в

целевую базу данных и получают ddl-скрипты для их генерации. Для этого необходимо реализовать соединение с требуемой базой данных, в диалоге генерации схемы базы данных установить требуемые настрой-

ки, активировать в фильтре требуемые таблицы и сгенерировать их. Пример представления элементов на физической модели показан на рис. 2.

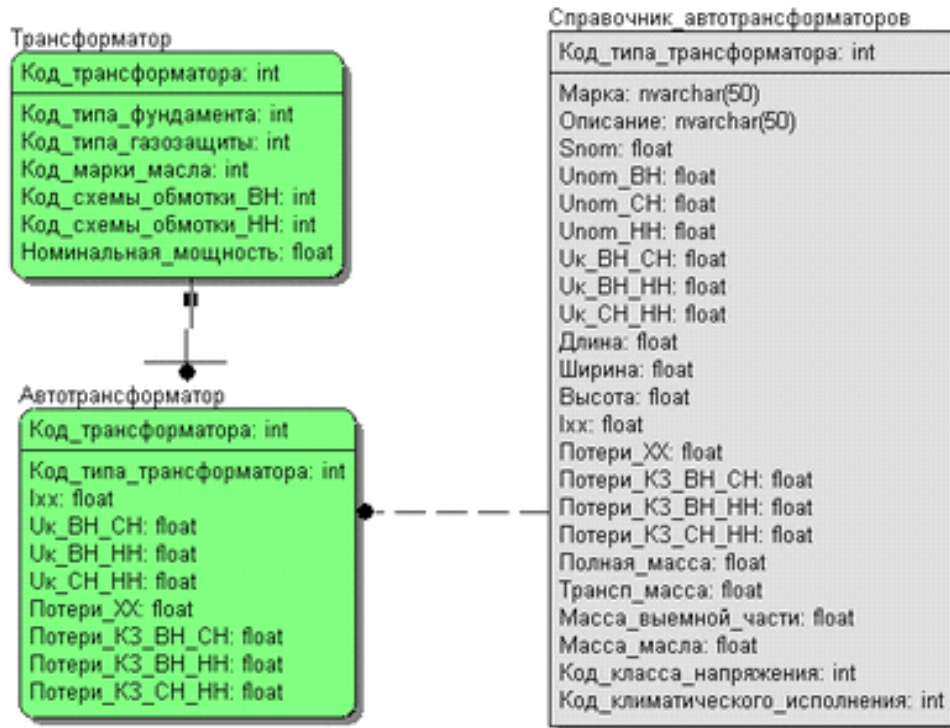


Рис. 2. Пример проектирования нескольких связанных объектов в физической схеме базы данных

**Программная реализация электрического элемента.** На этом этапе для автоматического получения определенного количества кода по ERwin-модели используется ERwin Class Builder и модели, полученные на описанных выше этапах.

Программная реализация электрических элементов в автоматизированной системе состоит из трех частей:

- 1) реализация электрического элемента в библиотеке классов в виде интерфейса или записи;
- 2) программирование класса, реализующего описанный интерфейс (для электрических элементов) или функции получения значений записи (для словарей);
- 3) программирование пользовательского интерфейса (создание формы для просмотра и изменения значений атрибутов электрического элемента, получения значений справочных характеристик).

Базовая структура автоматизированной системы следующая: имеется набор электри-

ческих элементов, реализующих определенные интерфейсы. Данные об электрических элементах хранятся в таблицах базы данных. Каждый электрический элемент имеет методы для получения данных из базы и для сохранения данных в базу.

Схема классов автоматизированной системы должна быть однозначно связана со схемой базы данных системы. Именно такая функция используется в инструменте ERwin Class Builder, что позволяет автоматизировать процесс программной реализации электронных элементов в автоматизированной системе.

Полученные на предыдущих этапах модели загружаются в ERwin Class Builder (либо он запускается в виде модуля расширения в ERwin при открытой модели). Затем с помощью фильтра выбираются интересные сущности и для них генерируется нужный программный код. Получившийся код добавляется к имеющемуся. Дальнейшая реализация функциональности электрических эле-

ментов осуществляется разработчиком без использования каких-либо CASE-средств.

**Реализация пользовательского интерфейса.** Следующим этапом, выполняющимся разработчиком вручную, является проектирование пользовательского интерфейса для спроектированного и реализованного в программе электрического элемента.

Каждый электрический элемент не является абстрактным и обладает собственной

формой, которая позволяет просматривать и редактировать его характеристики. Такая форма содержит поля для редактирования изменяющихся характеристик электрического элемента, разбитых по семантическим группам, а также по справочным характеристикам электрического элемента.

Для каждой такой формы создается модуль, ее реализующий (рис. 3, 4).

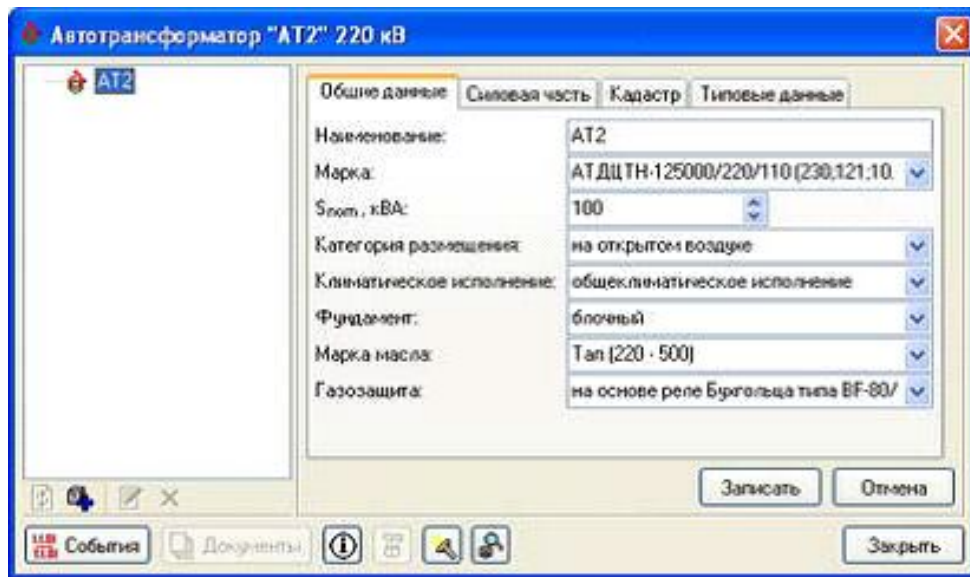


Рис. 3. Форма для просмотра и редактирования характеристик: изменяемые характеристики

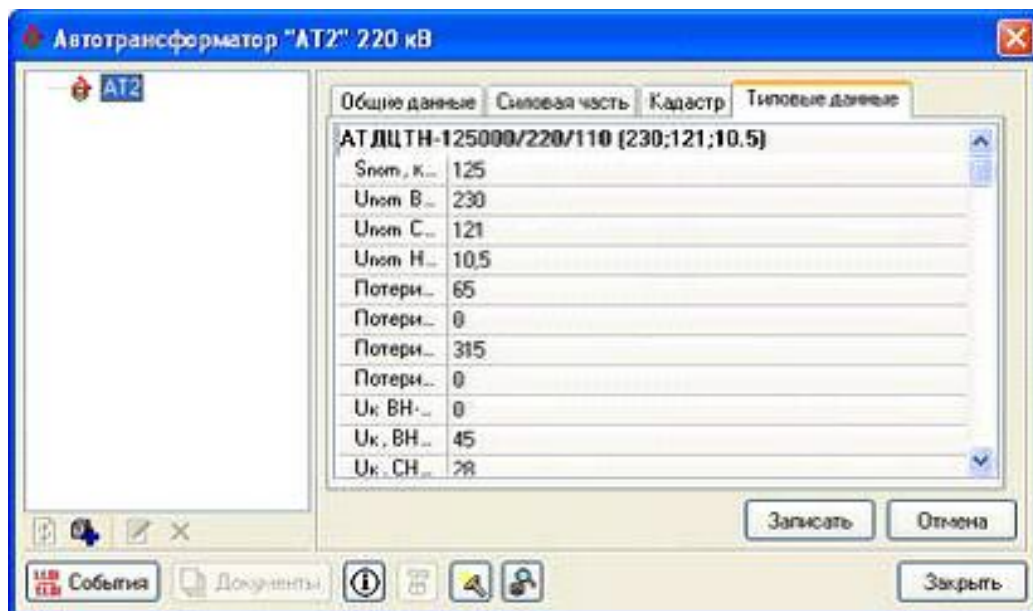


Рис. 4. Форма для просмотра и редактирования характеристик: справочные данные

Справочники должны быть соотнесены с принятой в автоматизированной системе моделью данных. Необходимо выявить характеристики, общие для некоторых видов элект-

рических элементов (климатическое исполнение и категория размещения для оборудования, класс напряжения для всех электрических элементов электрических сетей и дру-



гие). Соответствующие справочники должны быть привязаны к сущностям, объединяющим соответствующие электрические элементы на более высоком уровне иерархии.

Справочники используются в автоматизированной системе несколькими способами:

- При создании нового электрического элемента некоторые его характеристики заполняются значениями из справочника (в соответствии с типом объекта, выбранным

пользователем). Это происходит и в случае, когда пользователь изменяет тип объекта.

- При просмотре и редактировании электрического элемента пользователю доступны его типовые данные, зависящие от типа электрического элемента и типов его частей. На рис. 5 показан пример отображения типовых данных в форме просмотра и редактирования автотрансформатора.

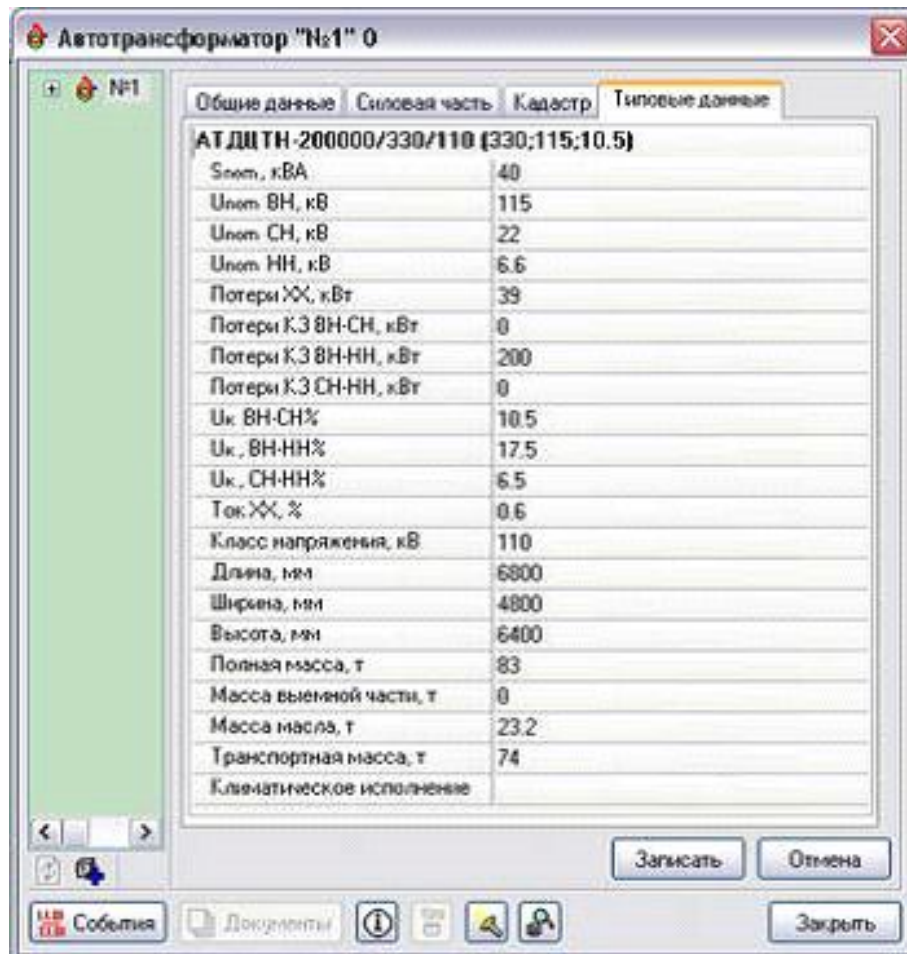


Рис. 5. Просмотр справочных значений для конкретного вида оборудования

Редактор справочников должен состоять из трех областей:

- 1) списка справочников;
- 2) списка элементов справочника;
- 3) списка дополнительных характеристик (который скрыт, если дополнительные характеристики в справочнике отсутствуют).

Под дополнительными характеристиками понимаются поля, не являющиеся описательной характеристикой элемента справочника (т.е. идентифицируют запись в справочнике с точки зрения пользователя). Такой подход выбран из-за того, что имеется большое ко-

личество простых справочников, состоящих только из описания элемента справочника. Для облегчения работы автоматизированной системы с конкретными справочниками должна быть реализована специальная библиотека типов, в которую должны быть внесены все имеющиеся типы справочников. Библиотека типов для справочников позволяет связать редактор справочников с основной программой и вызывать его с заранее выбранным типом редактируемого справочника.

Обычно справочники не связаны друг с другом или связаны через столбцы подста-

новок связями типа  $1:N$ . Но в автоматизированной системе имеется несколько справочников, взаимосвязанных друг с другом отношениями типа  $M:N$  (с использованием таблиц связи). Также используются справочники с полями особой структуры, то есть с текстовыми полями, информация в которых хранится определенным программистом способом. Для редактирования подобных справочников необходимо реализовать соответствующие фреймы, на которых располагаются атрибуты справочников и дополнительные элементы управления, позволяющие программисту реализовать заполнение полей в необходимом формате. Справочник такого типа помечается, как «имеющий специальную обработку». Действия по редактированию подобных справочников реализованы отдельно и зависят от типа справочника.

Дополнительные характеристики (когда они есть и когда справочник не редактируется специальным образом) должны быть отображены в виде страницы свойств, с левой стороны которой пишутся наименования атрибутов (в удобном для пользователя виде), а справа – значения соответствующих атрибутов, которые пользователь может редактировать. Список значений дополнительных характеристик должен быть спроектирован так, чтобы свойство поля редактирования определялось типом редактируемого значения. Также поля могут быть заполнены раскрывающимися списками, в которых пользователь может активировать значение (для столбцов подстановок) или иметь кнопку, вызывающую специфический диалог редактирования значения (например, редактирования изображений).

Список справочников представляется в виде дерева, что позволяет выделить отдельные группы справочников для удобства навигации. При активации определенного справочника список электрических элементов заполняется значениями поля описания для данного справочника. Какое поле является описательным, определяется для каждого справочника. Также происходит формирование списков значений для столбцов подстановок. По значениям описательного поля пользователь может выбрать требуемый электрический элемент для просмотра, редактирования либо удаления. Также пользо-

ватель может добавить новый электрический элемент в справочник, обновить содержимое списков, сохранить сделанные изменения. При выборе определенного электрического элемента список дополнительных характеристик (при их наличии) заполняется значениями из справочника. Если справочник требует специальной обработки, тогда активизируется соответствующий ему фрейм и заполняются его поля.

Для того, чтобы названия атрибутов отображались в удобном для пользователя виде (с некоторыми пояснениями, единицами измерения и т.д.), должна быть задействована специальная служебная таблица, в которой хранится соответствие названий полей справочников в базе данных и имен, отображаемых пользователю. Также в этой таблице должны храниться соответствия для столбцов подстановок (используемая для подстановки таблица, название поля связи, названия поля, из которого берутся подставляемые значения).

Редактор справочников должен позволять редактировать поля, содержащие изображения. При выборе для редактирования таких полей вызывается форма просмотра и редактирования изображений.

**Доработка модели жизненного цикла электрических элементов в автоматизированной системе.** Задача моделирования жизненного цикла встает из необходимости получения информации о состоянии и параметрах всей автоматизированной системы и любого ее электрического элемента в некоторые моменты времени и ретроспективного анализа динамики изменения этих параметров.

Любые изменения, происходящие с электрическими элементами и не относящиеся к простому изменению их характеристик, представленных параметрами, представляются как «События электрического элемента». Событие характеризуется датой начала, датой окончания, организацией, вызвавшей данное событие, электрическим элементом, с которым событие произошло и типом события (все возможные типы событий представлены в справочнике типов событий, составленном на основании изучения эксплуатационной информации). Однородные типы событий составляют классы событий и относятся к определенным типам оборудования.

В автоматизированной системе вводится понятие «Работа», которое характеризует определенные действия, производимые с электрическим элементом в автоматизированной системе. Должен быть спроектирован справочник типов работ, в котором отображаются возможные в автоматизированной системе виды работ, их нормативная периодичность и, если возможно, единица измерения. Справочник типов работ связан со справочником типов событий отношением «многие ко многим», что позволяет по типу произошедшего события определить какие работы будут им вызываться.

Сами работы являются следствием того, что с электрическим элементом в автоматизированной системе произошло какое-либо событие. Также для экземпляра сущности «Работа» определяется: являлась ли работа очередной (то есть запланированной по нормативным актам) или была вызвана каким-либо внешним сбоем в работе сети.

Еще одним понятием, необходимым для описания жизненного цикла электрического элемента, является понятие дефекта (или неисправности). В автоматизированной системе должен быть спроектирован справочник типов неисправностей, характерных для определенного оборудования, в котором представлены потенциальные последствия данной неисправности, приведен список возможных ее причин и при наличии указаны единицы измерения данной неисправности.

С неисправностью связаны два события [3]:

- 1) событие обнаружения неисправности;
- 2) событие устранения неисправности,

также имеются и другие параметры, такие как количественная оценка неисправности (если она возможна) и дата, до которой необходимо устранить неисправность.

Сущности «Событие» и «Работа» используются для формирования списков планирования. Это должно быть реализовано сущностями «Планируемое событие» и «Планируемая работа».

Для всех видов электрических элементов в автоматизированной системе должна быть информация о:

- событиях, произошедших с электрическим элементом;
- неисправностях, времени их обнаружения и исправления;

- регламентных и ремонтно-восстановительных работах, времени их проведения, исполнителях данных работ.

На рис. 6 представлена модель объектов и справочников, используемых в автоматизированной системе для представления жизненного цикла электрических элементов.

Одной из функций автоматизированной системы должно быть составление отчетов различного вида. В автоматизированной системе должна быть реализована генерация сводных и инвентарных отчетов.

Сводные отчеты делятся на несколько групп – это отчеты по линиям, подстанциям, оборудованию и по сетям в целом. В сводных отчетах представлены общие данные без глубокой детализации, сгруппированные по разным полям для удобства просмотра пользователя. Информация для них берется, как правило, из атрибутов соответствующих электрических элементов. Список требуемых электрических элементов автоматизированная система получает как результат запроса к базе данных с набором параметров, определяемых конкретным запросом.

Сводный отчет по сетям содержит информацию об имеющихся в автоматизированной системе сетях, принадлежащих им линиям и подстанциям (включая оборудование этих подстанций), а также количественные данные по электрическим элементам. Также отчет должен содержать линии и подстанции, не имеющие принадлежности к сетям.

Инвентарные запросы также составляются для различных видов оборудования и для электрических элементов. Они содержат в себе всю информацию, которую можно получить для данного типа электрического элемента или оборудования. Основная проблема состоит в большом количестве электрических элементов и имеющихся для них характеристик.

Для уменьшения количества действий и унификации построения отчетов для разнообразного оборудования должен быть применен метод, использующий имеющуюся в автоматизированной системе иерархию электрических элементов. Необходимо написать функции, получающие информацию, характерную для конкретного электрического элемента. При генерировании запроса для конкретного вида оборудования для получе-



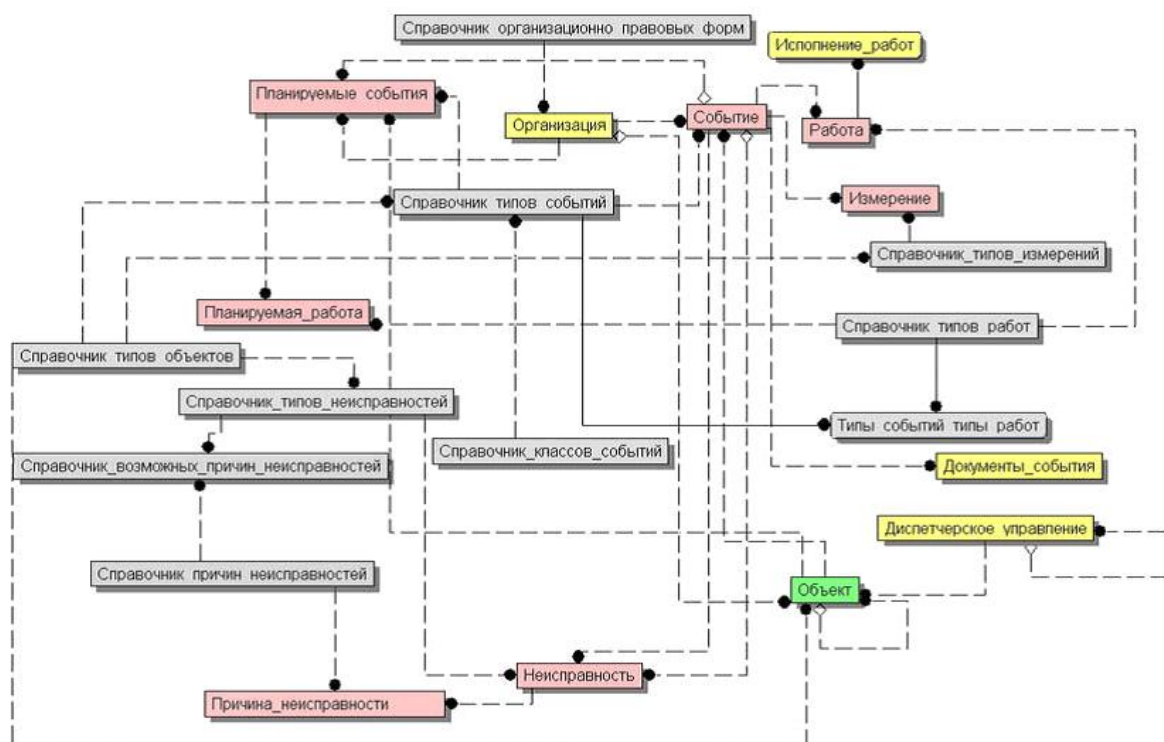


Рис. 6. ER-модель сущностей, описывающих жизненный цикл объекта электрической сети

ния полной информации достаточно по очереди вызвать функции, соответствующие местоположению данного электрического элемента в иерархии классов оборудования.

Например, все элементы системы унаследованы от класса «Объект», который содержит такие характерные для любого электрического элемента характеристики как наименование и класс напряжения. Все электрические элементы, относящиеся к оснащению подстанций, унаследованы от класса «Оборудование», в свою очередь, тоже являющегося потомком класса «Объект» и содержащего поля, характерные для любого оборудования (такие, как фабричный номер, дата изготовления, категория размещения и климатическое исполнение, а также код завода-изготовителя).

Пользователю должен предоставляться инструментарий для настройки вида инвентарного отчета, списка и порядка включаемых в него полей и групп оборудования или электрических элементов.

При формировании вида диалога также необходимо использовать функции получения характеристик электрического элемента, но с такими параметрами, которые позволяют получить наименование имеющихся у электрического элемента характеристик.

Вывод данных может производиться в двух форматах – в виде таблицы и в виде списка.

Указанный пользователем список полей, вводимый в отчет, и вид отчета сохраняются для каждого отчета в реестре и восстанавливаются при повторном вызове диалога построения отчета.

Генератор отчетов посредством мастера построения отчетов позволяет пользователю получать многочисленный класс отчетов. Генерация отчета должна состоять из шагов.

Шаг 1: выбор типа электрического элемента. Пользователю предоставляется возможность выбрать интересующий тип электрического элемента из имеющихся в автоматизированной системе. При выборе определенного типа электрического элемента появляется возможность перехода на следующий шаг. На следующих шагах пользователь может наложить на выбранный тип электрических элементов разнообразные условия. В итоговый отчет войдут только такие электрические элементы выбранного типа, которые удовлетворяют всем заданным условиям.

Шаг 2: выбор условий, общих для всех электрических элементов. Пользователю предоставляется возможность задать следующие условия на электрические элементы:

– электрический элемент должен быть выделен на карте;

– электрический элемент должен принадлежать определенному предприятию;

- электрический элемент должен входить в состав другого электрического элемента определенного типа.

Пользователю предоставляется древовидная структура имеющихся в автоматизированной системе типов электрических элементов, из которой он может выбрать интересующий.

Шаг 3: выбор условий на параметры. Пользователю предоставляется возможность выбрать характерные для данного типа электрических элементов свойства и наложить на них определенные (зависящие от типа свойства) условия.

Шаг 4: выбор условий на события. Пользователю предоставляется возможность выбрать типы событий, которые должны быть у вводимых в отчет электрических элементов, а также период, в который это событие произошло.

Шаг 5: вывод результатов. Пользователю предоставляется возможность выбрать формат вывода информации об электрических элементах, удовлетворяющих всем заданным условиям. Должна быть реализована настройка следующих элементов отчета:

– Общая информация. В отчет включаются общие сведения об электрическом элементе. Пользователю предоставляется возможность выбрать интересующие его поля. Если выбор полей пользователем не производился, выводятся поля, определенные для вывода по умолчанию.

– Технические параметры. В отчет включаются технические сведения об электрическом элементе. Пользователю предоставляется возможность выбрать интересующие его поля. Если выбор полей пользователем не производился, выводятся поля, определенные по умолчанию.

– Информация по составным частям: общая информация; техническая информация; информация по событиям (выполненные работы, обнаруженные неисправности, результаты измерений); рекурсия по составным частям.

– Информация по событиям: выполненные работы; обнаруженные неисправности; результаты измерений.

Также должна быть реализована возможность задавать форму вывода – в виде списка (вертикально) или таблицы (горизонтально). При выборе формы вывода информации по составным частям или по событиям должна быть доступна только вертикальная форма вывода (в виде списка).

Рассмотренные CASE-средства позволяют с использованием диаграмм классов генерировать описание классов с переменными-членами и функциями доступа к ним. В качестве реализации генерируются только шаблонные заготовки для реализации функций доступа. При наличии в CASE-средстве возможности работы с SDL-диаграммами возможна также генерация кода, реализующего логику работы автоматизированной системы. По логической и физической модели данных возможна генерация описания базы данных или скриптов, позволяющих сгенерировать базу данных (ddl-скриптов). Описанные средства рассчитаны на разработку различных автоматизированных систем.

Использование автоматизированной системы делает возможным более эффективно организовать работу предприятия за счет наличия более точной и оперативно обновляемой информации, представленной в удобном для каждого типа пользователя виде.

Автоматизированная система обеспечивает хранение значительного по объему архива состояний электрических элементов, а также предоставляет удобные средства для работы с этими данными.

Использование автоматизированной системы на предприятии увеличивает эффективность следующих видов деятельности:

1. Управление предприятием:

- повышается уровень информационной поддержки принятия управленческих решений, а также управляющих отделов и служб;

- автоматизированная система позволяет анализировать ресурсы осмотров и испытания оборудования, на основании чего осуществляется планирование текущих и капитальных ремонтов электрических элементов.

2. Обслуживание предприятия:

- автоматизированная система позволяет повысить оперативность действий обслуживающего персонала и инженеров, эксплуатирующих электрические коммуникации;

- наличие единого информационного пространства облегчает взаимодействие различных служб, связанных с одним или несколькими видами электрического оборудования, что повышает оперативность проведения ремонтных работ, а также работ по обслуживанию и мониторингу электрического оборудования и электрических элементов;

- повышается скорость проведения и точность инвентаризационных работ, облегчается анализ результатов и составление различных отчетов;

- единообразное фиксирование результатов различных ремонтных и испытательных работ, а также возможность автоматической обработки результатов позволяет осуществлять более эффективное и своевременное отслеживание мест возможных неисправностей и своевременное их устранение, что приводит к уменьшению количества аварийных ситуаций и снижению ущерба от них.

### 3. Модернизация предприятия:

- использование информации в виде цифровых моделей местности, трасс имеющих электрических коммуникаций позволяет сделать процесс проектирования развития электрического оборудования более быстрым и точным;

- интеграция автоматизированной системы с различными комплексами автоматизированного проектирования сокращает время и расходы на проектирование изменений в электрическом оборудовании и разработку ее новых электрических элементов.

### Список литературы

1. Ерохин, В.В. Верификация данных в инфокоммуникационных сетях / В.В. Ерохин, Е.В. Елисеева // Научный альманах. – 2016. - №11-2(25). – С. 116-119.

2. Ерохин, В.В. САД/САМ/САЕ-технологии в моделировании технических объектов / В.В. Ерохин, Е.В. Елисеева // Автоматизация и современные технологии. – 2014. – №11. – С. 40-44.

3. Ерохин В.В. Автоматизация проектирования и управления технологическим процессом / В.В. Ерохин, Е.А. Памфилов, Т.А. Моргаленко. – Брянск: БГТУ, 2013. – 219 с.

### Сведения об авторах

Ерохин Виктор Викторович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Автоматизированные информационные системы и технологии» ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», *erohinvv@mail.ru*.

Елисеева Елена Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент, профессор кафедры «Автоматизированные информационные системы и технологии» ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», *eev20071@yandex.ru*.

## ASPECTS OF THE DESIGN OF THE AUTOMATED SYSTEM FOR CODE GENERATION OF ELECTRICAL ITEMS OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

Erokhin V.V., Eliseeva E.V.

Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University, Bryansk, Russian Federation

The article presents the aspects of designing an automated system for generating codes for electrical elements of process equipment using CASE-means. We propose our own technology of iterative development of such systems. The proposed methodology uses the tool to develop the ERwin Data Modeler databases of Computer Associates and the author's tool for the automatic generation of ERwin Class Builder code. The implemented design tool is a superstructure over the ERwin Data Modeler from Computer Associates, which extends its functionality. ERwin Data Modeler works with logical and physical data models and allows you to generate a description of the database and ddl-scripts.

**Keywords:** automation, informatization, databases, process equipment.

**DOI:** 10.22281/2413-9920-2017-03-03-241-252

### References

1. Erokhin V.V., Eliseeva E.V. Verification of data in infocommunication networks. *Nauchnyy almanakh*, 2016, No. 11-2 (25), pp. 116-119. (In Russian)
2. Erokhin V.V., Eliseeva E.V. CAD / CAM / CAE-technology in the modeling of technical objects. *Automation and modern technologies*, 2014, No.11, pp. 40-44. (In Russian)
3. Erokhin V.V., Pamfilov E.A., Morgalenko T.A. *Avtomatizatsiya i upravlenie* [Automation

of design and process control]. Bryansk, BGTU, 2013. 219 p. (In Russian)

### Authors' information

Viktor V. Erokhin - Doctor of Technical Sciences, Professor at Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University, [erohinvv@mail.ru](mailto:erohinvv@mail.ru).

Elena V. Eliseeva – Candidate of Pedagogical Sciences, Professor at Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University, [eev20071@yandex.ru](mailto:eev20071@yandex.ru).

Дата публикации  
(Date of publication):  
25.09.2017

