

Анализ показывает наличие на рис. 3, б характерных особенностей «перцептивного образа»: протяженность переднего плана меньше и выглядит реалистичней, нежели в линейной перспективе; объекты среднего и дальнего планов не смотрятся неправдоподобно малыми, что соответствует законам зрительного восприятия в плане константности восприятия величины и формы. Общее впечатление от изображения объектов в перцептивной перспективе более эстетичное, чем от рис. 3, а.

В качестве вывода можно утверждать, что предлагаемый подход позволяет приблизить изображение геометрического объекта, созданное стандартными средствами компьютерной графики, к его перцептивному образу.

Список литературы

1. *Соболев Н. А.* Общая теория изображений : учеб. пособие для вузов. – М. : Архитектура-С, 2004. – 672 с.
2. *Федоров М. В.* Рисунок и перспектива. – М. : Искусство, 1960. – 199 с.
3. *Федоров М. В., Короев Ю. И.* Объемно-пространственная композиция в проекте и в натуре. – М. : Гостройиздат, 1961. – 148 с.
3. *Раушенбах Б. В.* Системы перспективы в изобразительном искусстве. Общая теория перспективы. – М. : Наука, 1986. – 252 с.
4. *Херн Д., Бейкер М. П.* Компьютерная графика и стандарт OpenGL ; пер. с англ. – 3-е изд. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2005. – 1168 с.
5. *Ковалев А. М.* Оценка искажений предметов при отображении перцептивного пространства на картинную плоскость // Автометрия. – Т. 40. – № 6. – С. 87–100.

Yu. N. Kosnikov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Penza State University

L. I. Osokina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Penza State University of Architecture and Building

Computer Modeling of Perceptive Perspective

The article describes a mathematics model of projection transformations to obtain perceptive perspective of a geometry object. The described model provides perceptive image of the geometry object by means of computer graphics Open GL library.

Key words: computer realization, perceptive perspective, mathematics model, Open GL library.

УДК 681.5:621.311.1:620.9

А. Л. Ахтулов, доктор технических наук, профессор, филиал «Тобольский индустриальный институт» Тюменского государственного нефтегазового университета

Л. Н. Ахтулова, кандидат технических наук, доцент, филиал «Тобольский индустриальный институт» Тюменского государственного нефтегазового университета

Е. Н. Леонов, аспирант, филиал «Тобольский индустриальный институт» Тюменского государственного нефтегазового университета

С. И. Смирнов, кандидат физико-математических наук, доцент, филиал «Тобольский индустриальный институт» Тюменского государственного нефтегазового университета

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ СИНТЕЗА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СРЕДСТВАМИ СОВРЕМЕННЫХ САПР

Рассматривается алгоритм синтеза принципиальных схем объектов электроснабжения, позволяющий создать систему автоматизированного проектирования с учетом детализации и основных характеристик.

Ключевые слова: система автоматизации проектирования, синтез, принципиальная схема, система электроснабжения, детализация.

Принципиальная схема электроснабжения представляет собой совокупность элементов и связей между ними и дает возможность детально представить принципы работы системы и процессы, происходящие в ней, а также возможность физической реализации системы. Принципиальные схемы являются основой для анализа работоспособности системы в разных режимах и разработки конструкторской документации, следовательно, ее построению следует уделять особое внимание.

Построение принципиальных схем происходит с учетом требований большого числа нормативных

документов (стандартов, норм и правил), которые ограничивают и дисциплинируют процесс формирования содержания и форм принципиальных схем.

В задачи САПР принципиальных схем обычно входит: детализация систем электроснабжения и выбор элементов, входящих в принципиальную схему; детализация элементов систем и их структурно-параметрическое описание; выбор электрических связей между элементами систем, конкретизация проводных связей, трассировка проводников; описание полученных принципиальных схем в стандартных формах.

Наиболее сложным является формирование графических изображений схем с учетом большого числа нормативных ограничений. Поэтому вместо графического может быть использовано буквенно-цифровое (табличное) изображение. При этом графическое изображение является более наглядным и доступным для визуального анализа системы в целом, а табличное изображение более удобно для анализа фрагментов схемы (в том числе машинными методами). В САПР следует реализовывать оба эти варианта представления принципиальных схем.

Рассмотренные выше задачи синтеза принципиальных схем не имеют однозначных решений и должны подвергаться оптимизации с учетом многокритериального синтеза. В связи с тем что принципиальные схемы весьма сложны, постановка и решение задачи синтеза принципиальных схем может быть сформулирована в форме задачи динамического программирования. Практическим результатом такой формулировки является возможность расчленения общей задачи синтеза на более простые подзадачи и последующее поэтапное их решение. Такой подход позволяет использовать многоэтапные алгоритмы с учетом возможных ограничений по надежности, уровням напряжений, экономичности и т. п.

Процесс синтеза представляет собой переход от структурных схем к принципиальным. При этом он требует детализации элементного состава и связей на всех уровнях описания рассматриваемых систем. Ввиду неоднозначности детализации (выбора) элементов и связей практически на всех уровнях задача детализации носит оптимизационный характер. Необходимо также учитывать, что выбор элементов и связей осуществляется среди изделий и систем, выпускаемых промышленностью или находящихся на стадии проектирования, исследования и внедрения. Следовательно, множества, из которых производится выбор, являются конечными. При этом также необходимо учесть дискретность этих множеств. Исходя из этого соответствующие задачи выбора можно отнести к классу задач дискретного программирования, при решении которых в той или иной форме используются различные методы перебора вариантов.

Если количество перебираемых вариантов невелико, то можно ограничиться методом прямого перебора, легко реализуемым САПР в режиме диалога «проектировщик – машина». Если же число вариантов не поддается визуальному наблюдению, то можно использовать вычислительные процедуры динамического программирования. При этом каждую подзадачу (блок детализации) можно решать прямым перебором вариантов, а стыковку этих локальных решений осуществлять по схеме динамического программирования.

При этом синтез схем электроснабжения разделяется на шесть автономно решаемых задач (см. рис.): это детализация потребителей, системы распределения, преобразователей (вторичных источников) (трансформаторных и преобразовательных подстанций и др.), системы передачи электроэнергии, первичных источников энергии, изображение принципиальной схемы.

Благодаря такому разделению и последующей стыковке процесс детализации можно производить в значительной степени автономно, что дает возможность заменить вычислительные процедуры динамического программирования традиционными процедурами уточнений и корректировки последовательных более простых задач. Каждая последующая задача последовательности должна решаться с учетом уточнений и корректировок результатов решений предыдущих задач. Решение первых пяти задач определяет содержание принципиальной схемы в целом, а решение последней – описание схемы в графической и (или) табличной форме.

Исходная информация для детализации потребителей электроэнергии включает в себя их технологическое описание, состоящее из функционального назначения, параметров электропитания, требований надежности электроснабжения и качества электрической энергии, определяемых условиями функционирования, стандартами, нормами, правилами и т. п.

Потребители электрической энергии обычно задаются технологическим процессом и изменение их параметров довольно сложно. Однако остается открытым ряд вопросов, связанных с выбором коммутационной аппаратуры, а также аппаратов управления, регулирования, защиты, без которых невозможно нормальное функционирование потребителей. Кроме того при разработке принципиальных схем имеется более полная информация о проектируемой системе электроснабжения, которая дает возможность улучшить некоторые решения по выбору потребителей и систематизировать их по определенным параметрам. Вариации потребителей в процессе детализации, направленные на улучшение проектируемой системы, должны оцениваться как по критериям самих потребителей (надежность, экономичность, удобство эксплуатации, ремонтпригодность и др.), так и по критериям оценки системы (энергоёмкость, надежность, качество электрической энергии и др.).

Таким образом, путем детализации потребителей электроэнергии получают следующие результаты:

- полный перечень потребителей, классифицированный по различным признакам группирования (функциональному назначению, принципу действия, техническим характеристикам и т. п.);
- перечень сопутствующих элементов и систем (коммутационные аппараты, регуляторы, устройства защиты и управления, контрольно-измерительные приборы и т. п.);
- сопроводительная информация к перечню потребителей, которая необходима для дальнейшего синтеза принципиальных схем (маркировка, наименования, характеристики, наличие клемм и контактов и т. п.).

Исходная информация для детализации первичных источников энергии задается энергосистемой, и также как и для потребителей, она довольно жестко ограничена. Эта информация включает в себя параметры вырабатываемой на технологических установках электростанций электрической энергии, количество агрегатов, их загруженность, обеспечиваемую степень надежности и др.

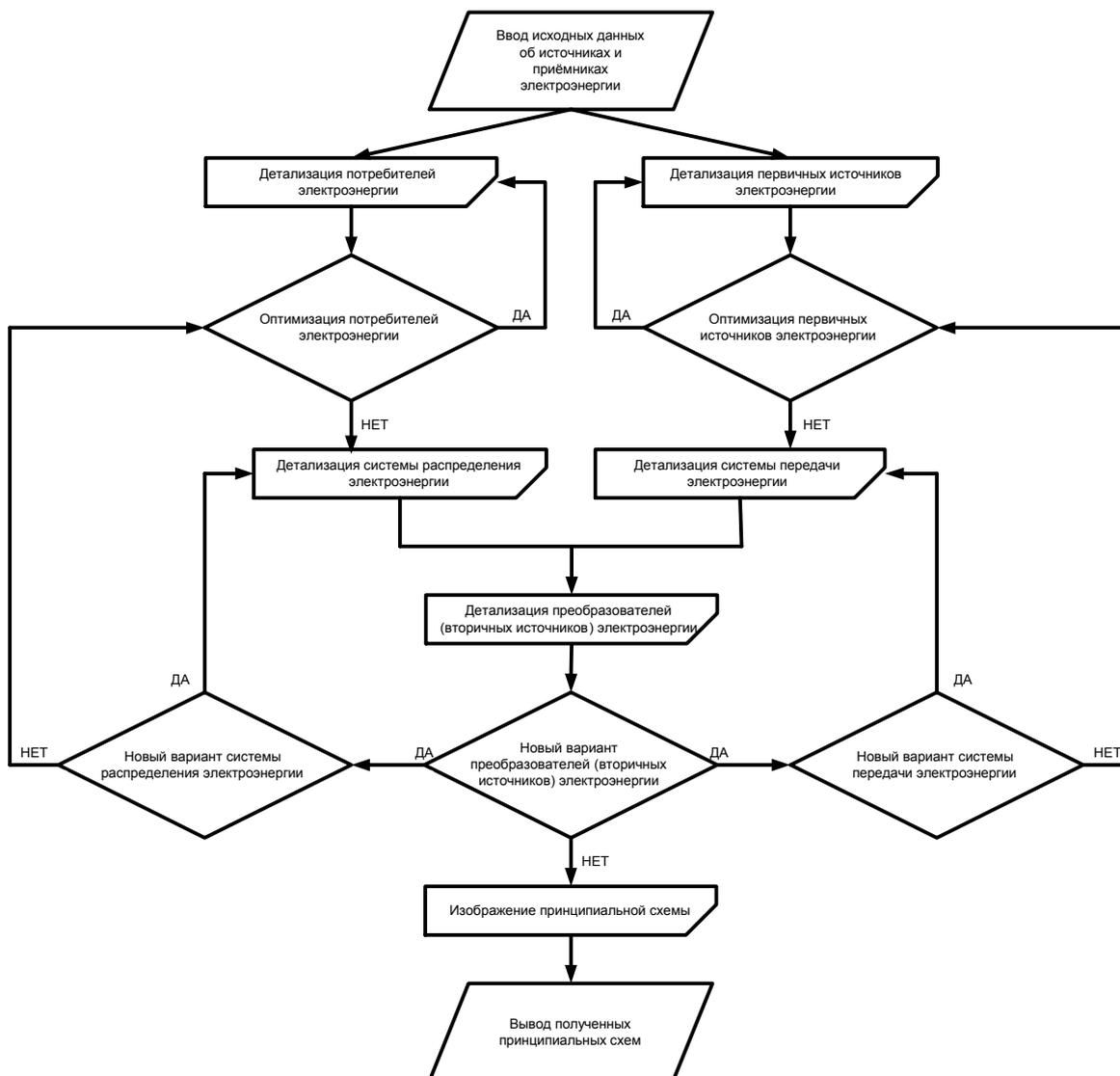


Схема общего алгоритма синтеза принципиальных схем объектов электроснабжения

Но здесь также возможны варианты, при которых параметры первичных источников могут быть изменены и дополнены. Например, в процессе проектирования может возникнуть вариант с электроснабжением от автономных источников электроэнергии (дизельгенераторов, газотурбинных, газопоршневых и других энергоустановок). Вариации источников электроснабжения в процессе детализации, направленные на улучшение проектируемой системы, должны оцениваться как по критериям самих потребителей (обеспечиваемым надежности, экономичности и др.), так и по интегральным критериям оценки системы (энергоёмкость, надежность, качество электрической энергии и др.).

В процессе детализации источников электрической энергии должны быть получены ответы на следующие вопросы:

- количество источников питания и элементный состав каждого из них в отдельности (включая схемы соединений, устройства релейной защиты и автоматики, контрольно-измерительные приборы и т. п.);

- параметры вырабатываемой электрической энергии каждого из источников (номинальное напряжение, установленная мощность, надежность, вероятность перерывов электроснабжения и время их устранения, качество вырабатываемой электрической энергии и др.);

- сопроводительная информация к перечню источников, которая необходима для дальнейшего синтеза принципиальных схем (маркировка, наименования, характеристики и т. п.).

Исходная информация для детализации сетей включает в себя количество распределительных устройств (РУ), их структурные связи между собой и с потребителями. В процессе детализации сетей должны быть получены ответы на следующие вопросы:

- элементный состав каждого РУ в отдельности (схема соединений, шины, коммутационная аппаратура, устройства релейной защиты и автоматики, контрольно-измерительные приборы и т. п.);

- совокупность электрических связей между потребителями и распределительными устройствами

с учетом требуемой надежности электроснабжения отдельных потребителей (число и исполнение ЛЭП распределительной сети);

– совокупность электрических связей между РУ и источниками питания с учетом требуемой надежности электроснабжения отдельных РУ (число и исполнение ЛЭП питающей сети).

Таким образом, в процессе детализации сетей формируется полный перечень РУ, ЛЭП, элементов, из которых они состоят, а также происходит переход от структурных связей к электрическим связям с указанием их конечных адресатов.

Допускаемые вариации элементов и связей сетей также должны быть направлены, с одной стороны, на улучшение общих интегральных критериев проектируемой системы электроснабжения, а с другой – на улучшение частных критериев узлов и элементов сети.

Исходная информация для детализации преобразователей электроэнергии (вторичных источников питания), которыми являются трансформаторные и преобразовательные подстанции, включает в себя информацию, полученную на этапе детализации и синтеза электрических сетей, для связи которых эти преобразователи и предназначены. При этом число точек связи (преобразования) может различаться от нуля до нескольких. Отсутствие точек преобразования говорит о том, что потребители получают электрическую энергию на генераторном напряжении источников питания, однако это возможно в довольно редких случаях. В большинстве систем электроснабжения число точек преобразования несколько и зависит от удаленности потребителей от источника электрической энергии. Поэтому в процессе синтеза после уточнения и детализации отдельных преобразователей, возможно, потребуется возврат к этапам разработки электрических сетей, а возможно, – потребителей или источников электроэнергии.

В процессе детализации преобразователей электроэнергии должен быть сделан однозначный выбор по следующим вопросам: полный перечень преобразователей с их параметрами; перечень сопутствующих элементов и систем (регуляторы, блоки защиты и управления, контрольно-измерительные приборы и т. п.); перечень дополнительных регуляторов частоты и напряжения энергосистемы; полный перечень связей между элементами систем электроснабжения (источниками, приемниками, соответствующими РУ, возможных переходов на аварийное питание).

Решение этих задач также может потребовать изменения структур систем передачи и распределения электрической энергии. Допускаемые вариации элементов и связей систем электроснабжения производятся по аналогии с предыдущими вариациями сетей.

Полный объем информации, полученный в результате последовательной детализации потребителей, источников, преобразователей и электрических сетей, позволяет приступить к формированию графических или табличных описаний принципиальных схем. Наиболее трудоемким при этом является графическое изображение схем, особенно при большом количестве элементов и связей между ними. В процессе графического изображения принципиальной схемы должны быть однозначно определены: условные графические обозначения элементов схемы; размещение всех элементов на чертеже; трассировка электрических связей между элементами с учетом правил их построения; размещение перечня элементов, надписей и другой текстовой или таблично-цифровой информации с учетом действующих стандартов и норм; компоновка принципиальной схемы в целом с учетом правил ее построения.

Возможные вариации построения принципиальных схем на чертеже должны быть направлены, с одной стороны, на компактность изображения, а с другой – на его наглядность и удобство наблюдения.

Список литературы

1. Ахтулов А. Л. Методология построения и практическое применение системы автоматизации проектирования машин // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2005. – Вып. 3. – С. 14–29.
2. Ахтулов А. Л., Ахтулова Л. Н. Автоматизация проектирования функциональных компонентов динамических систем // Системный анализ, управление и навигация : тез. докл. 13-й Междунар. конф. – М. : Изд-во МАИ, 2008. – С. 134–137.
3. Леонов Е. Н. Методические указания для выполнения дипломных проектов и курсовых работ студентов. – Ч. 2. Выбор напряжений и расчет рабочих токов при проектировании электроустановок. – Тюмень : Изд-во ТюмГНГУ, 2010. – 29 с.
4. Леонов Е. Н. Использование компьютерного имитационного моделирования при изучении электротехнических дисциплин в вузе // Инновации. Интеллект. Культура : материалы XVII Всерос. науч.-практич. конф. молодых ученых и студентов. – Тюмень : Изд-во Нефтегаз. ун-та, 2009. – С. 102–104.

A. L. Akhulov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Tobolsk Industrial Institute, Branch of Tyumen State Oil and Gas University, Tobolsk

L. N. Akhtulova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Doctoral Candidate, Tobolsk Industrial Institute, Branch of Tyumen State Oil and Gas University, Tobolsk

E. N. Leonov, Postgraduate Student, Tobolsk Industrial Institute, Branch of Tyumen State Oil and Gas University, Tobolsk

S. I. Smirnov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Doctoral Candidate, Tobolsk Industrial Institute, Branch of the Tyumen State Oil and Gas University, Tobolsk

Statement of Problem of Synthesis of Industrial Electric Supply Basic Schemes by Means of Modern CAD

The synthesis algorithm of basic schemes of electric supply objects allowing creating computer-aided design system in view of detailed elaboration and the basic characteristics is considered.

Key words: computer-aided design system, synthesis, basic scheme, electric supply system, detailed elaboration.