

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОСТРОЕНИЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ СЕТЬЮ ТАКТОВОЙ СЕТЕВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ

А.К. Канаев^{1*}, Е.В. Опарин²

¹Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I,
Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

²«Гипротрансигналсвязь» – филиал АО «Росжелдорпроект»,
Санкт-Петербург, 192027, Российская Федерация

*Адрес для переписки: kanaevak@mail.ru

Информация о статье

УДК 621.39

Язык статьи – русский

Ссылка для цитирования: Канаев А.К., Опарин Е.В. Предложения по построению интеллектуальной системы поддержки принятия решений по управлению сетью тактовой сетевой синхронизации // Труды учебных заведений связи. 2017. Том 3. № 4. С. 43–53.

Аннотация: В статье разработаны подходы по формированию интеллектуальной системы поддержки принятия решений по управлению сетью тактовой сетевой синхронизации в условиях взаимного влияния показателей функционирования телекоммуникационной системы и этой сети, позволяющей вырабатывать своевременные и обоснованные управленческие решения. В рамках формирования структуры интеллектуальной системы разработана модель базы знаний, обеспечивающая необходимую полноту учёта элементов, состояний, параметров и взаимосвязей в сети. Для выработки стратегий по управлению сетью разработана методика формирования вариантов решений, отличающаяся совместным применением этапов классификации состояния сети путём целенаправленного поиска и обоснованного выбора планов мероприятий на множестве альтернатив. Согласно концепции «менеджер-агент» сформированы структура и состав базы данных управляющей информации МІВ оборудования сети для решения задач сбора, хранения и выдачи диагностической информации. Разработан алгоритм расчёта требований резерва пропускной способности для передачи информации контроля и управления сетью тактовой сетевой синхронизации.

Ключевые слова: база знаний, потоковая структура, сеть тактовой сетевой синхронизации, система управления, телекоммуникационная система.

Введение

Эффективное функционирование телекоммуникационной системы и выполнение всех требований потребителей по обеспечению услугами заданного качества основано на адекватном, оптимальном, оперативном, устойчивом и непрерывном управлении всеми ее подсистемами.

Устойчивое функционирование телекоммуникационной системы обеспечивается множеством подсистем, среди которых одной из наиболее важных является сеть тактовой сетевой синхронизации (ТСС).

Основной задачей сети ТСС является формирование, передача, распределение и доставка сигналов синхронизации до цифрового оборудования телекоммуникационной системы с целью поддер-

жания их согласованного взаимодействия [1]. Возникновение отказов в сети ТСС и отклонение характеристик сигналов синхронизации от требуемых способно привести к значительному ухудшению качества передаваемой информации вплоть до полного отказа в предоставлении телекоммуникационных услуг. Указанная особенность свидетельствует о том, что особую важность приобретает процесс управления сетью ТСС с обеспечением требуемых показателей её функционирования.

Особенно актуальными становятся вопросы управления сетью ТСС в периоды возникновения отказов, когда требуется скорейшее восстановление её функционирования для обеспечения устойчивости всей телекоммуникационной системы [1].

1. Место интеллектуальной системы поддержки принятия решений в системе управления сетью синхронизации

Согласно тому, что сеть ТСС является подсистемой телекоммуникационной системы, то следует при разработке архитектуры системы синхронизации обеспечить её согласование с архитектурой надсистемы по уровням и основным функциям. С учётом данного согласования обобщённая модель архитектуры ТСС примет вид, показанный на рисунке 1, где: $d = \{d_0^i\}$ – диагностическое решение; $\Theta = \{\theta_j\}$ – оценка измерений; $Y_1 = \{y_1^n\}$, $Y_2 = \{y_2^m\}$ – проводимые измерения; $U = \{u_1\}$, $S_v = \{s_v^k\}$, $S_p = \{s_p^f\}$ – управляющие воздействия; $D = \{d_a\}$ – ресурсы; $E = \{e_z\}$ – внешние и внутренние дестабилизирующие факторы.

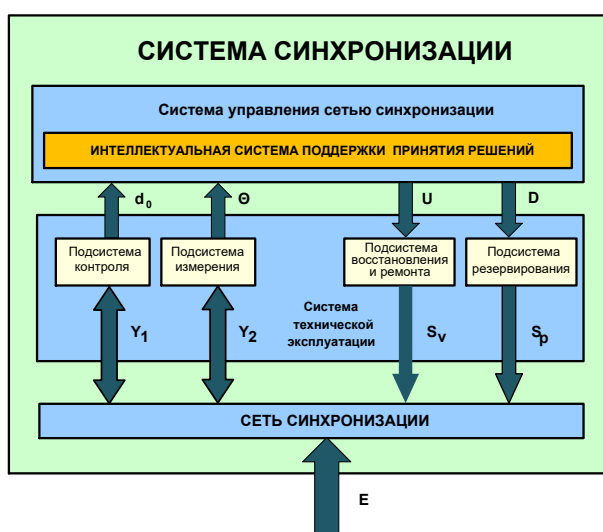


Рис. 1. Обобщённая модель предметной области функционирования системы синхронизации

Из представленной архитектуры следует, что систему синхронизации телекоммуникационной системы в общем виде можно представить как иерархическую структуру, включающую сеть ТСС, систему технической эксплуатации и систему управления, которая содержит в себе интеллектуальную (под)систему поддержки принятия решений (ИСППР). Необходимость наличия ИСППР в системе управления сетью ТСС вытекает вследствие высоких требований к своевременности, обоснованности и адекватности принимаемых управленческих решений, а также с учётом того, что принятие решений происходит в условиях неполной, нечёткой и недостоверной информации о состоянии сети синхронизации.

Принимая во внимание тот факт, что задачи выработки и принятия решений, как правило, носят творческий характер, то ИСППР следует рассматривать как основной элемент перспективной интеллектуальной системы управления ТСС.

Особая необходимость ИСППР в системе управления ТСС возникает в условиях нестандартных, сложных и чрезвычайных ситуаций, когда необходимы опыт и интуиция лиц, принимающих решения, для оценки возникшей ситуации, а также соответствующие вычислительные и интеллектуальные средства для формирования окончательного решения [1].

2. Последовательность разработки интеллектуальной системы поддержки принятия решений по управлению сетью тактовой сетевой синхронизации

Проектирование ИСППР в системе управления ТСС включает в себя два этапа. Первый этап заключается в разработке соответствующего методического и математического аппарата функционирования ИСППР, включающего различные модели и процедуры взаимодействия элементов в рамках единой системы. На втором этапе производится его реализация в виде конкретного образца ИСППР, то есть разработка спецификаций для выделенных модулей, их программирование, отладка, тестирование. Анализ различных способов реализации ИСППР показал, что наиболее эффективной является интегрированная поддержка принятия решений, сочетающая в себе информационную, информационно-вычислительную и интеллектуальную поддержки [2].

Разработка ИСППР включает в себя следующие этапы [2]. Первый этап включает в себя проведение системного анализа и моделирования процесса функционирования сети ТСС с выявлением основных требований к перспективной ИСППР. Второй этап заключается в построении архитектуры ИСППР, что предполагает формирование базы знаний и формирование модуля выработки решений по управлению сетью ТСС. Третий этап заключается в оптимизации сети управления сетью ТСС путём формирования потоковой структуры сети передачи информации контроля и управления, а также путём формирования базы данных управляющей информации *MIB* (от англ. Management Information Base) как элемента системы управления сетью.

3. Системный анализ процесса функционирования сети синхронизации телекоммуникационной системы

В рамках первого этапа разработки ИСППР синтезирована концептуальная модель предметной области, содержащая оборудование телекоммуникационной системы, используемое в интересах ТСС, а также внешние и внутренние дестабилизирующие факторы (рисунок 2).



Рис. 2. Концептуальная модель предметной области

Из представленной концептуальной модели следует, что сеть ТСС представляет собой сложный и распределённый комплекс разнородного оборудования, находящегося в тесной взаимосвязи друг с другом; при отказе хотя бы одного из видов оборудования сеть ТСС перестанет выполнять своё основное назначение – нарушается формирование, передача и доставка сигналов синхронизации до цифрового оборудования.

При своём функционировании сеть ТСС подвержена воздействию различного рода внутренних и внешних дестабилизирующих факторов, поэтому одной из задач системы управления является своевременное и обоснованное снижение и устранение последствий воздействия дестабилизирующих факторов. Учитывая особую важность сети ТСС в составе телекоммуникационной системы для каждого конкретного вида оборудования сети синхронизации должен быть сформирован перечень требований, обеспечение которых является необходимым условием устойчивого функционирования всей системы.

4. Моделирование процесса функционирования сети ТСС

Для формирования модели процесса функционирования сети ТСС было выделено множество всех состояний сети синхронизации: S_{16} – включе-

ние и проверка работоспособности элементов сети ТСС; S_{26} – проверка конфигурации сети ТСС на соответствие требованиям к её архитектуре; S_{36} – настройка, регулировка и установление режима синхронного взаимодействия элементов сети ТСС; S_{46} – обеспечение синхронизации, которому соответствует передача синхросигналов; S_{5n} – выбор узла размещения и включения альтернативного первичного источника синхронизации; S_{6n} – диагностирование элемента сети ТСС встроенными средствами технической диагностики и восстановление элемента сети синхронизации в соответствии с результатами диагностирования и т. п.

Этапу обеспечения режима синхронизации сети ТСС соответствует состояние S_{46} ; в остальных состояниях сеть синхронизации частично неработоспособна или функционирует со значениями параметров, характеризующими качество синхронизации ниже допустимых. Указанные процессы функционирования и восстановления сети ТСС носят вероятностный характер и состоят из конечного множества состояний, которые можно охарактеризовать матрицей переходных вероятностей и совокупностью времен пребывания в каждом конкретном состоянии t_i .

Учитывая тот факт, что имеет место независимость вероятностей перехода из одного состояния S_i в другое S_j от всего предыдущего развития со-

стояний сети ТСС до попадания в конкретное данное состояние S_i , а также имеет место независимость распределений времён пребывания в состояниях S_i , функционирование сети синхронизации можно представить, как полумарковский процесс.

Применение полумарковских моделей связано с необходимостью учёта времени нахождения сети ТСС в состояниях, предполагающих выработку и принятие решений, а именно, учёта распределения времени нахождения сети синхронизации в каждом отдельном состоянии. Таким образом, состояния S_i можно представить как вершины графа, переходы между состояниями будут являться рёбрами графа, причём переходные вероятности p_{ij} будут являться вероятностями перехода из одного состояния в другое.

Процесс непосредственного функционирования и восстановления сети ТСС можно представить следующим графом (рисунок 3).

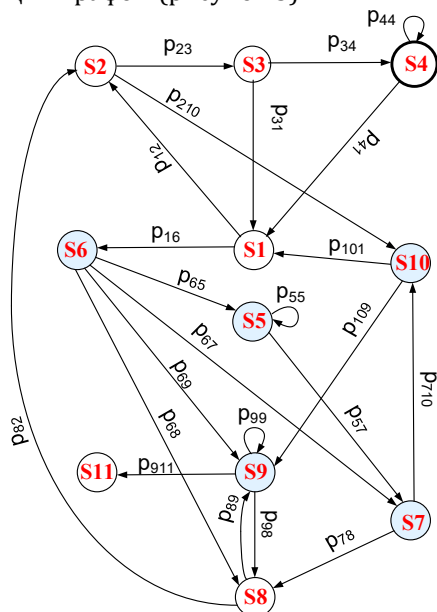


Рис. 3. Модель процесса функционирования и восстановления состояния обеспечения синхронизации в сети ТСС

Данная модель позволяет оценить время восстановления сети ТСС или вероятность восстановления за заданное время в случае возникновения отказа. Для решения задачи оценки вероятности восстановления сети ТСС за заданное время используется аппарат производящих функций. Применительно к сети синхронизации производящая функция будет иметь следующий вид:

$$F(x) = \sum_{i=1}^{n_1} p_i \cdot x^{\frac{1}{a_i}} + \sum_{j=1}^{n_2} p_j \cdot y^{\frac{1}{b_j}}, \quad (1)$$

где параметр x характеризует число средств диагностирования ($x \in [0,1]$), а параметр y – число средств обработки информации в системе управления ($y \in [0,1]$). Параметры a и b характеризуют время нахождения сети ТСС в соответствующих состояниях.

Значение p_i соответствует вероятности перехода из состояний, предполагающих использование средств диагностики:

$$p_i = (p_0 \cdot (1 - p_{\text{ош.1}}) + (1 - p_0) \cdot (1 - p_{\text{ош.2}})), \quad (2)$$

где: p_0 – значение вероятности состояния работоспособного элемента сети ТСС, соответствующее коэффициенту готовности; $p_{\text{ош.1}}$, $p_{\text{ош.2}}$ – значения вероятности возникновения ошибок первого и второго рода при диагностировании; p_j характеризуют вероятность перехода из состояний, предполагающих обращение к системе управления.

На основе вероятностно-временного графа (см. рисунок 3) и производящих функций (1), соответствующих отдельным переходам из одного состояния в соседнее состояние, можно определить производящую функцию перехода из любого состояния S_i в любое состояние S_j . В данном случае получена производящая функция перехода из состояния S_4 в состояние S_4 . Данная производящая функция будет иметь следующий вид [3]:

$$F_{\{S_4 \rightarrow S_4\}}(x) = \frac{\left\{ \begin{aligned} & (f_1^p + f_2^p + f_3^p + f_4^p + f_5^p + f_6^p + f_7^p) \cdot (1 - f_1^k) \cdot (1 - f_2^k) \cdot (1 - f_3^k) \cdot \\ & (1 - f_4^k) \cdot (1 - f_5^k) \cdot (1 - f_6^k) \cdot (1 - f_7^k) \cdot (1 - f_8^k) \cdot (1 - f_9^k) \cdot (1 - f_{10}^k) \cdot (1 - f_{11}^k) \cdot \\ & (1 - f_{12}^k) \cdot (1 - f_{13}^k) \cdot (1 - f_{14}^k) \cdot (1 - f_{15}^k) \cdot (1 - f_{16}^k) \cdot (1 - f_{17}^k) \cdot (1 - f_{18}^k) \end{aligned} \right\}}{\left\{ \begin{aligned} & (1 - f_1^k) \cdot (1 - f_2^k) \cdot (1 - f_3^k) \cdot (1 - f_4^k) \cdot (1 - f_5^k) \cdot (1 - f_6^k) \cdot (1 - f_7^k) \cdot (1 - f_8^k) \cdot \\ & (1 - f_9^k) \cdot (1 - f_{10}^k) \cdot (1 - f_{11}^k) \cdot (1 - f_{12}^k) \cdot (1 - f_{13}^k) \cdot (1 - f_{14}^k) \cdot (1 - f_{15}^k) \cdot (1 - f_{16}^k) \cdot \\ & (1 - f_{17}^k) \cdot (1 - f_{18}^k) \end{aligned} \right\}}. \quad (3)$$

Анализ результатов моделирования, представленных на графиках 4 и 5, показал, что существует возможность достижения заданных значений вероятности восстановления сети ТСС путём управления параметрами, как сети синхронизации, так и системы управления. Например, увеличение количества средств диагностирования и вычислительных средств системы управления ведет к росту

вероятности восстановления ТСС, а ужесточение требований к времени нахождения ТСС в отдельном состоянии и времени принятия решений – к снижению вероятности восстановления, что может быть компенсировано увеличением числа средств обработки информации в системе управления или количеством средств диагностирования.

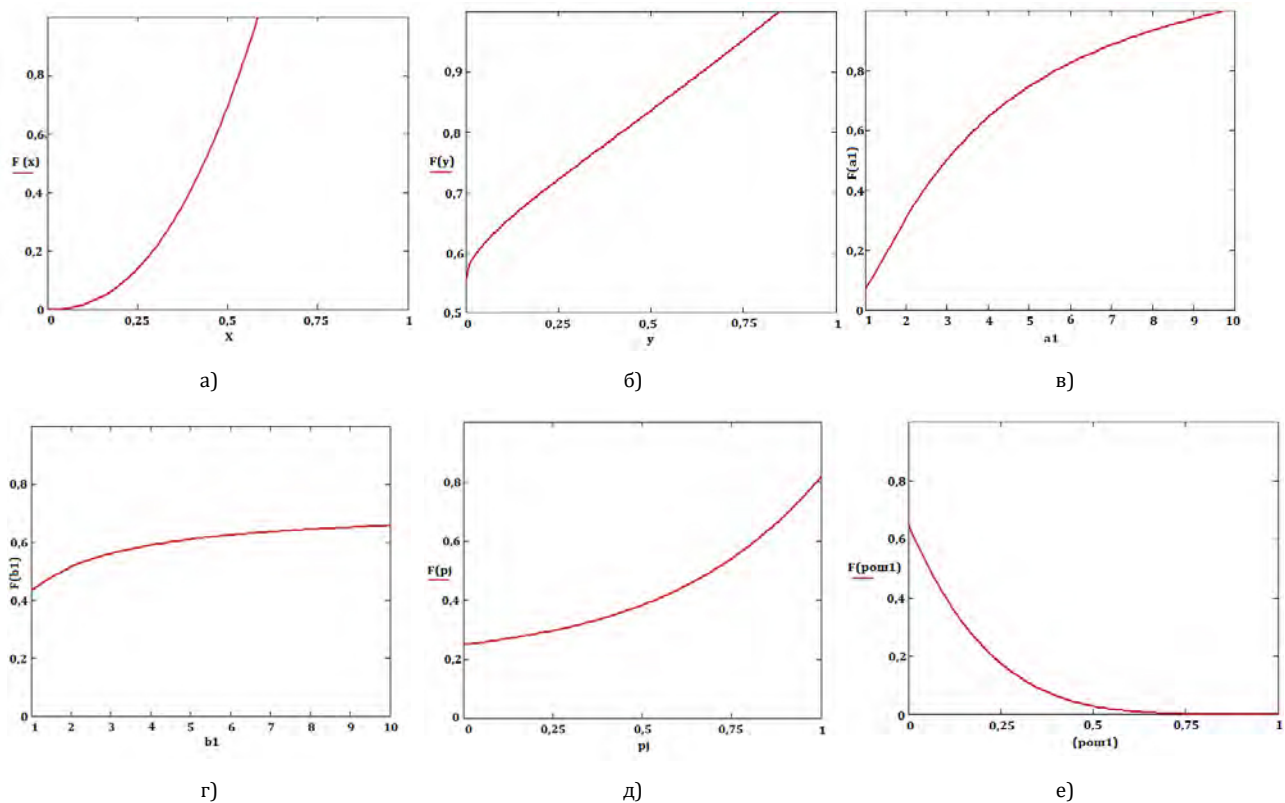


Рис. 4. Зависимость вероятности восстановления сети ТСС от: а) числа средств диагностирования; б) числа вычислительных ресурсов ИСППР системы управления; в) времени диагностирования сетевых элементов в состоянии их отказа; г) времени выработки управляющих воздействий в системе управления; д) вероятности своевременного перехода из состояний, предполагающих обращение к системе управления; е) вероятности возникновения ошибок первого рода

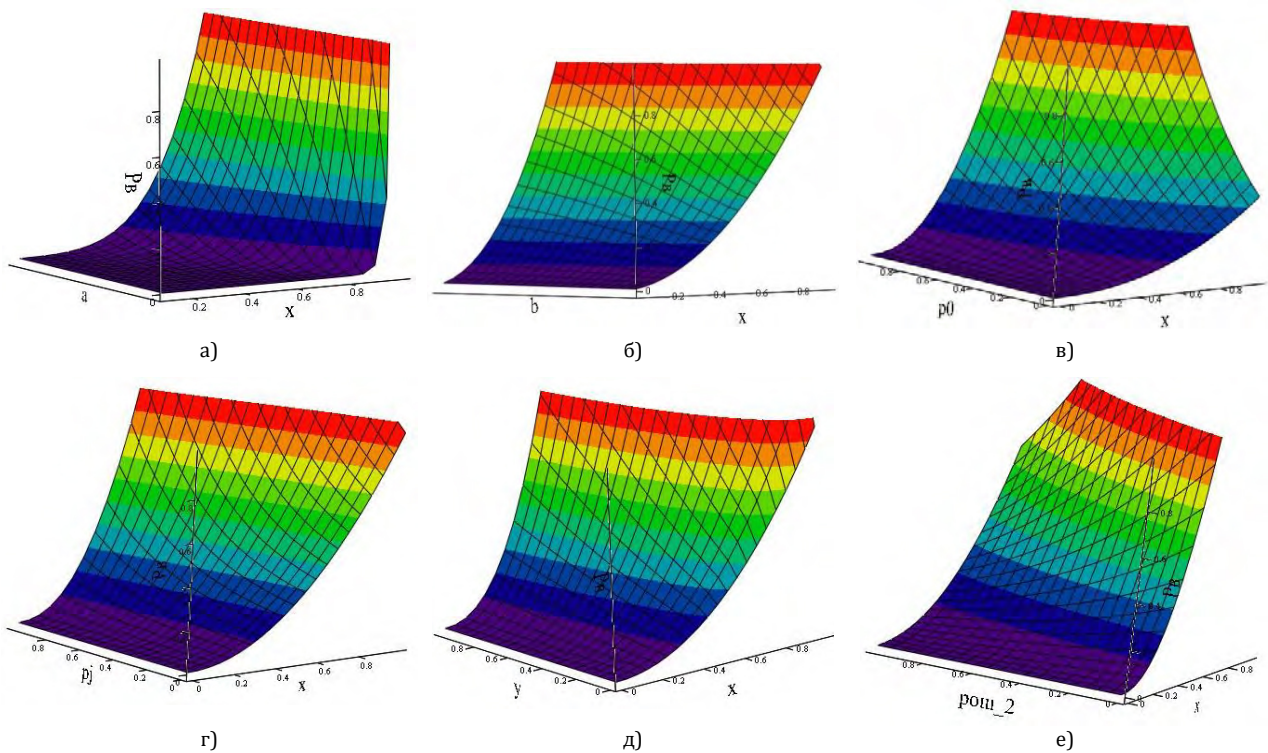


Рис. 5. Зависимость вероятности восстановления сети ТСС от: а) от числа средств диагностирования и времени диагностирования сетевых элементов в состоянии их отказа; б) числа средств диагностирования и времени выработки управляющих воздействий в системе управления; в) числа средств диагностирования и вероятности работоспособного состояния сетевых элементов; г) числа средств диагностирования и вероятности своевременного перехода из состояний, предполагающих обращение к системе управления; д) числа средств диагностирования и числа вычислительных ресурсов ИСППР системы управления; е) числа средств диагностирования и вероятности возникновения ошибок второго рода

Практическая значимость модели процесса функционирования сети ТСС заключается в возможности для операторов связи обосновывать количественный и качественный состав встроенных и внешних средств диагностики и технический состав системы управления сетью синхронизации при развитии или новом строительстве телекоммуникационной системы, которые позволят поддерживать заданные значения отказоустойчивости.

5. Структура ИСППР в системе управления сетью ТСС

В общем виде структуру ИСППР системы управления ТСС можно представить следующим образом (рисунок 6) [4].

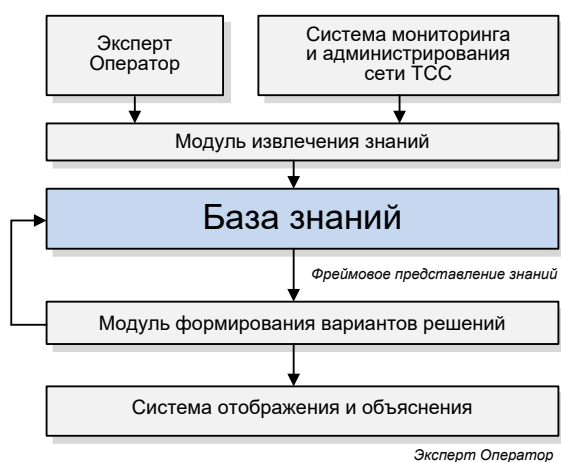


Рис. 6. Структура ИСППР по управлению сетью ТСС

Ключевым компонентом ИСППР является база знаний, которая служит основой представления данных об элементах и состояниях сети ТСС, а также содержит правила выработки управляющих воздействий.

Для формирования структуры базы знаний ИСППР по управлению сетью ТСС и выбора основополагающей модели её формирования был проведён детальный анализ моделей представления знаний. По результатам анализа были выбраны фреймовые модели, которые наиболее полно удовлетворяют четырем основным требованиям к представлению знаний: внутренней интерпретируемости, структурируемости, связности и активности. Фреймовая модель базы знаний ИСППР системы управления ТСС разработана с использованием инструментария Protégé и представляет собой трёхуровневую структуру, включающую в качестве фреймов объекты и состояния ТСС, а также протекающие в ней процессы.

Основным структурным элементом фреймовой модели является фрейм Q_i^g . Фрейм идентифицируется уникальным именем и включает в себя множество слотов, характеризующих элементы сети ТСС или состояния сети ТСС. Организация выработки управляющих решений во фреймовой системе базируется на обмене информацией между фреймами, активации и выполнении присоединённых процедур. Фрагмент базы знаний ИСППР системы управления сетью ТСС представлен на рисунке 7.

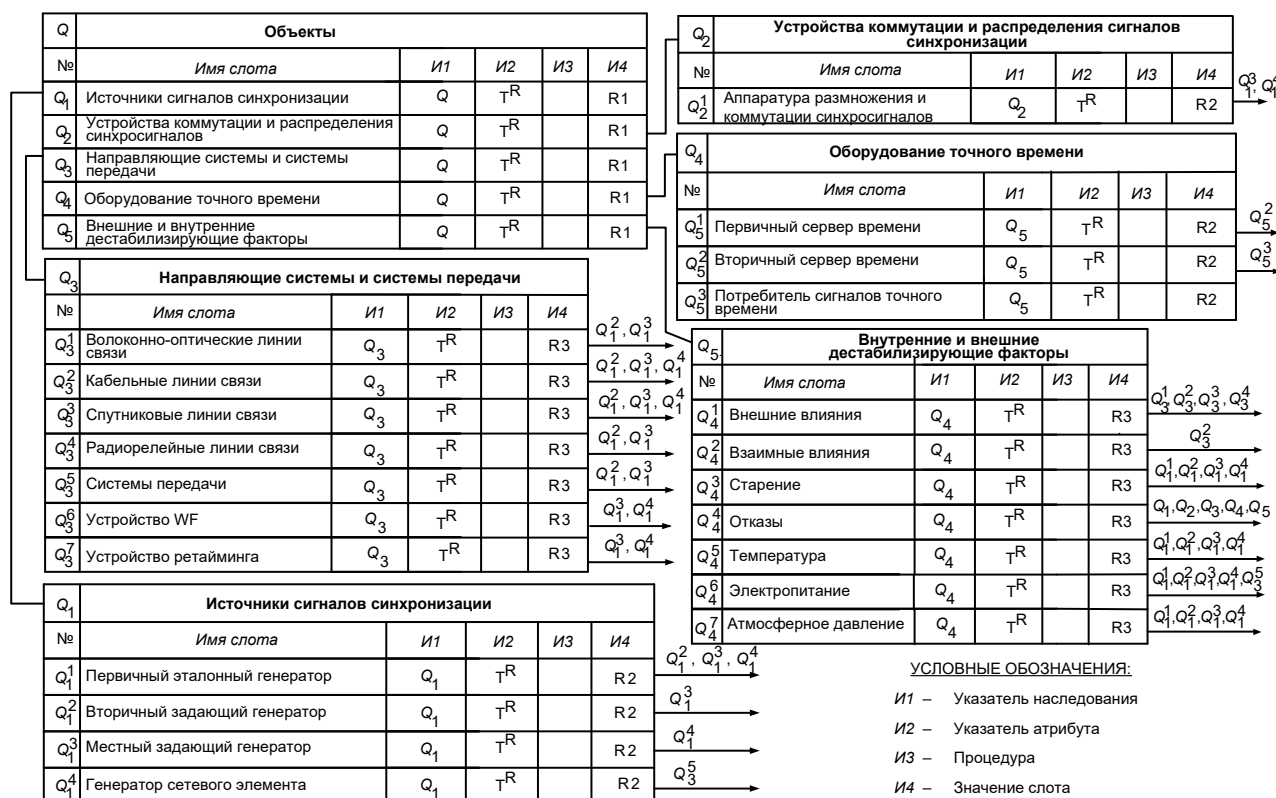


Рис. 7. Фрагмент второго уровня фреймовой модели базы знаний ИСППР по управлению сетью ТСС

Структура базы знаний содержит более пятидесяти взаимосвязанных фреймов, которые характеризуются набором слотов числом от 2 до 20. Данная структура сформирована на основе связей между фреймами и слотами. Основные виды связей между фреймами и слотами представлены в виде матрицы (рисунок 8). Такая структура позволяет не только хранить и обрабатывать данные о состоянии отдельных элементов ТСС, но и вырабатывать простейшие логические выводы путём выявления причинно-следственных связей по её структуре.

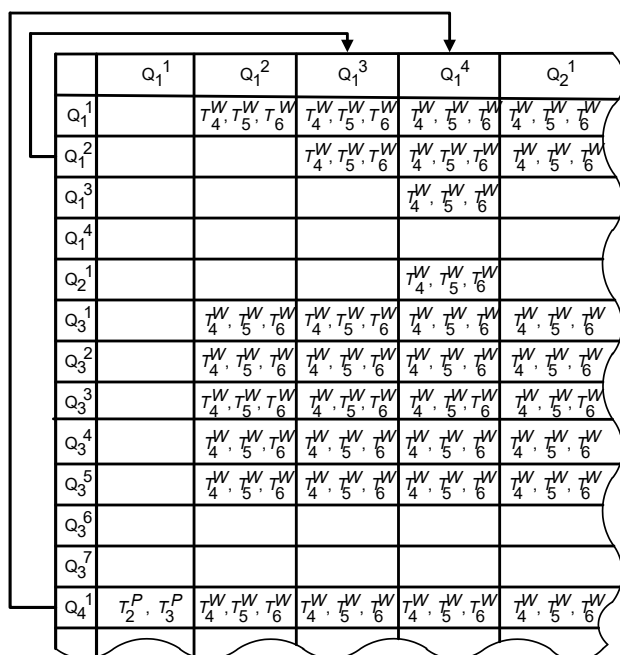


Рис. 8. Фрагмент матрицы взаимосвязей между фреймами базы знаний ИСППР по управлению сетью ТСС

Тем не менее, при формировании структуры базы знаний ИСППР по управлению ТСС нецелесообразно ориентироваться на какую-либо одну модель представления знаний. Современные БЗ сочетают в себе элементы большинства моделей представления знаний.

Ключевой чертой современных интеллектуальных систем является способность к адаптации существующей базы знаний к изменениям, происходящим в объектах управления. Данная особенность относится и к ИСППР системы управления ТСС. Приобретение новых знаний (данных и правил) и модификация уже существующих осуществляется с применением специальных процедур (метапроцедур), содержащихся в базе знаний.

6. Формирование механизма логического вывода и выработки стратегий по управлению сетью ТСС

Для выработки управляющих воздействий и реализации механизмов логического вывода предлагается использовать метод ситуационного управления. В основе метода ситуационного управления

лежит следующая идея: множество всех возможных ситуаций, возникающих на сети ТСС, значительно мощнее, чем соответствующее ему множество принимаемых решений. Следовательно, существует возможность множество всех ситуаций разбить на подмножества, каждому подмножеству (классу) ситуаций поставить в соответствие единственное типовое решение (или несколько типовых решений). Таким образом, задача управления сетью ТСС сводится к классификации поступающих на вход ИСППР ситуаций, в которых находится сеть синхронизации в конкретный момент времени [5]. Методика классификации состояний сети ТСС разработана; в ее основе лежит применение элементов теории распознавания образов.

Классификация состояния необходима с той точки зрения, что она позволяет определить основные классы отказов на сети ТСС, что позволит обоснованно выбирать силы и средства на устранение отказа и восстановление сети. В основе классификации состояний сети ТСС лежит информация, хранящаяся в базе знаний ИСППР.

Для количественной оценки сходства состояний сети синхронизации будем использовать характеристики и параметры, которые находятся в слотах и фреймах базы знаний ИСППР. Каждое состояние сети ТСС из всего множества состояний можно задать в виде вектора значений свойств. Значениями свойств будут являться соответствующие параметры и показатели, хранящиеся в слотах и фреймах базы знаний ИСППР:

$$X_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jp}) \quad (4)$$

где $j = 1, 2, \dots, n$ – число состояний; $p \geq 1$ – число признаков.

Ставится задача: текущее состояние сети ТСС X_i отнести к одному из указанных классов состояний или же показать, что текущее состояние X_i образует новый класс состояний.

Для проведения классификации и определения состояния, в котором находится сеть ТСС необходимо определиться с метрикой классификации состояний и задать правило классификации, соответственно связанное с выбранной мерой близости состояний сети синхронизации.

Анализ различных метрик позволил выявить, что применительно к задаче классификации состояний сети синхронизации наиболее рационально использовать метрики:

1) типа расстояния, имеющую следующий обобщенный вид:

$$r_m = \left(\sum_{s=1}^p |x_{is} - x_{js}|^m \right)^{1/m}, \quad (5)$$

где: x_{is} – значение s -го признака для состояния X_i ; p – число признаков (слотов фреймов); m – положительное целое число;

2) коэффициента корреляции между состояниями X_i , X_j , который определяет меру их угловой близости и выражается через их нормированное скалярное произведение:

$$\rho(X_i, X_j) = \frac{\sum_{s=1}^p x_{is} \cdot x_{js}}{\sqrt{\sum_{s=1}^p x_{is}^2} \cdot \sqrt{\sum_{s=1}^p x_{js}^2}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n. \quad (6)$$

В соответствие с выбранными метриками используются соответствующие алгоритмы классификации. В большинстве случаев используется алгоритм классификации по расстоянию, однако в определённых условиях группирования состояний используется корреляционный алгоритм классификации.

Применение подобных алгоритмов классификации является ключевым этапом формирования ИСППР. Данные алгоритмы позволяют своевременно и обоснованно определять класс состояний, в котором находится сеть ТСС, формировать новые классы состояний по результатам классификации ТСС в условиях специфики оборудования, масштаба сети, видов дестабилизирующих воздействий и подготовки персонала. Результаты автоматизированной классификации состояний ТСС будут являться исходными данными, на основе которых в последующем решается задача выработки стратегий управления сетью синхронизации, что позволит повысить оперативность и своевременность принимаемых управленческих решений.

Выработка стратегий по управлению сетью ТСС осуществляется согласно состоянию, в котором данная сеть находится. Определение состояния производится с использованием алгоритмов классификации. По мере формирования и заполнения базы знаний ИСППР с учётом осуществления процедур обучения возможно выделение дополнительных стратегий восстановления сети ТСС [5].

Учитывая структурную и функциональную сложность сети ТСС размерность задачи формирования и выработки стратегии и плана восстановления сети синхронизации не позволяет найти решение указанной задачи обычным перебором. Учитывая ресурсные и технологические ограничения, для каждой задачи восстановления сети ТСС целесообразно построить множество допустимых стратегий и планов ее выполнения.

Важную роль при формировании и выработке стратегии восстановления сети ТСС играет структура предпочтений лица, принимающего решение. Наличие сведений о структуре его предпочтений, характеризующих каждый план, дает возможность разбить все исходное множество альтернативных стратегий и планов восстановления сети ТСС на два непересекающихся класса: ядро и доминируемый класс, содержащий все остальные стратегии восстановления сети ТСС.

7. Формирование потоковой структуры сети передачи управляющей информации в системе управления сетью ТСС

Информация контроля и управления сетью ТСС должна иметь более высокий приоритет по сравнению с информацией пользователей. Учитывая указанную особенность, в пропускной способности направляющих систем должен быть обеспечен резерв под передачу информации контроля и управления сетью ТСС. Поэтому важно обоснованно выбирать указанный резерв; методика его выбора и формирования потоковой структуры сети передачи информации контроля и управления для ТСС разработана. Исходными данными для формирования потоковой структуры системы управления ТСС являются узлы сети, между которыми необходимо обеспечить передачу информации контроля и управления, объём передаваемой информации контроля и управления между узлами, связность каждой пары узлов, которая характеризует число независимых путей между узлами.

Блок-схема методики формирования потоковой структуры представлена на рисунке 9.



Рис. 9. Блок-схема методики расчёта потоковой структуры сети передачи информации контроля и управления сети ТСС на основе метода сечений

Сформированная методика расчёта потоковой структуры сети передачи управляющей информации в системе управления сетью ТСС на основе метода сечений позволяет обоснованно задавать значения резерва пропускной способности направляющих систем и систем передачи, предназначенного для передачи информации контроля и управления сетью синхронизации, что позволяет обеспечить требуемые значения оперативности, непрерывности и устойчивости управления сетью синхронизации. Применение данной методики обеспечит минимальное время доставки информации контроля и управления в органы управления сетью ТСС, а также минимальное время на выработку управляющих воздействий в условиях возникновения перегрузки в узлах и линиях телекоммуникационной системы, а также в условиях возникновения отказов.

8. Формирование базы данных управляющей информации MIB как элемента системы управления сетью ТСС

При функционировании устройств сети ТСС большинство из них содержат в своём составе встроенные средства диагностики, которые передают результаты агентам (программные элементы), отслеживающие состояния данных устройств. На сети управления сетью синхронизации в качестве менеджера предлагается использовать сервер, расположенный в органах управления, отвечающих за функционирование сети ТСС, а агенты представляют собой программные элементы, установленные внутри объектов сети ТСС.

Функционирующие агенты отслеживают значения характеристик и параметров элементов сети ТСС. Каждая характеристика или параметр в общем случае представляет собой переменную или массив переменных определённого типа. Агент формирует список таких переменных в зависимости от вида конкретного устройства. Применительно к сети синхронизации такими переменными могут быть переменные, отражающие значения параметров и характеристик устройств сети синхронизации. Функционирующий агент в базе знаний устройства хранит информацию об устройстве и формирует список переменных; менеджер в соответствии с данным списком может извлекать информацию из базы.

Однако основные стандарты MIB, разрабатываемые IETF (от англ. Internet Engineering Task Force), не охватывают все возможные параметры и состояния всех устройств, а для устройств сети синхронизации вообще отсутствуют. Поэтому в настоящий момент необходима разработка структуры и содержания MIB для оборудования сети синхронизации.

При формировании MIB-файлов для управления сетью синхронизации предполагается их включение в группу *private*. За основу организации групп переменных MIB для управления сетью синхронизации целесообразно взять фреймовую структуру базы знаний ИСППР системы управления сетью ТСС. Фрагмент группы MIB для сети синхронизации переменных приведен на рисунке 10.

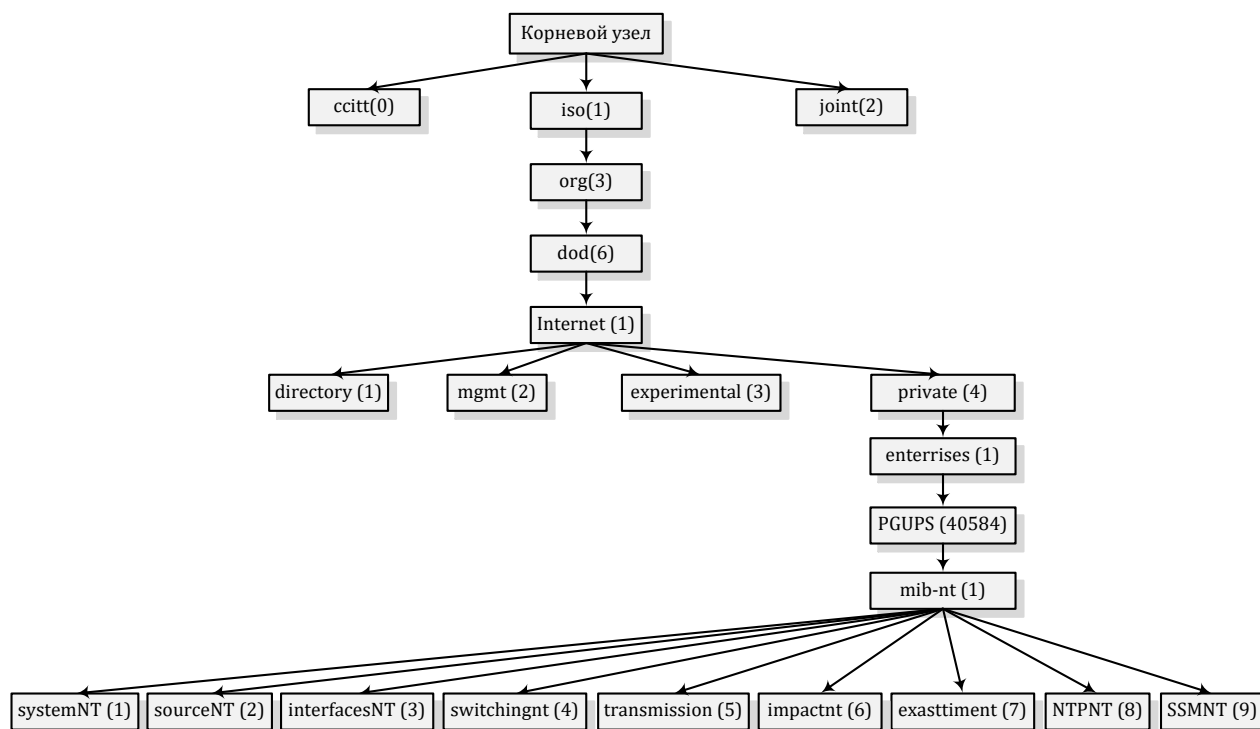


Рис. 10. Формирование фреймов базы знаний ИСППР системы управления сетью ТСС

9. Идентификация вида закона распределения отказов оборудования сети синхронизации с целью прогнозирования состояний сети синхронизации

Ключевой задачей ИСППР СУ ТСС является также оценка показателей надёжности оборудования ТСС и прогнозирование состояний ТСС. В целом можно выделить структурный и статистический подходы к оценке показателей надёжности и прогнозированию состояния оборудования ТСС. Учитывая достаточную сложность и распределённость сети ТСС с воздействием многочисленных дестабилизирующих факторов наиболее рационально использовать статистический подход для оценки и прогнозирования показателей надёжности.

В рамках статистического подхода выделяют параметрические и непараметрические методы оценки и прогнозирования показателей надёжности. При функционировании ИСППР СУ ТСС предлагается комплексное их использование, при этом, когда существует возможность определить закон распределения наработок до отказа оборудования сети синхронизации, то предлагается использовать параметрические методы, в ином случае непараметрические методы.

Получение достоверной и чёткой статистики отказов оборудования сети синхронизации может быть затруднено по ряду причин. В подобных условиях, когда в значительной мере отсутствуют

сведения о моментах возникновения отказов части оборудования сети синхронизации для анализа и прогнозирования развития состояний сети наиболее рационально применение методов оценивания надёжности по цензурированным выборкам. Предлагается первоначально построить экспериментальную функцию распределения наработок до отказа.

Наличие экспериментальной функции распределения позволит определить время предотказного состояния оборудования сети ТСС с заданной степенью вероятности.

10. Реализация базы знаний ИСППР системы управления ТСС

Анализ различных инструментальных средств и их возможностей показал, что для создания базы знаний ИСППР системы управления ТСС с учётом выбранной фреймовой модели наиболее рационально использовать набор программных средств Protégé. Это средство позволяет формировать базу знаний выбранной предметной области, настраивать формы для ввода описаний экземпляров и вводить данные; возможна интеграция с другими, основанными на знаниях, приложениями. Созданная в системе Protégé база знаний перспективной ИСППР системы управления сетью ТСС готова к применению и может быть использована в системах логического вывода и выработки решений по управлению сетью ТСС (рисунок 11).

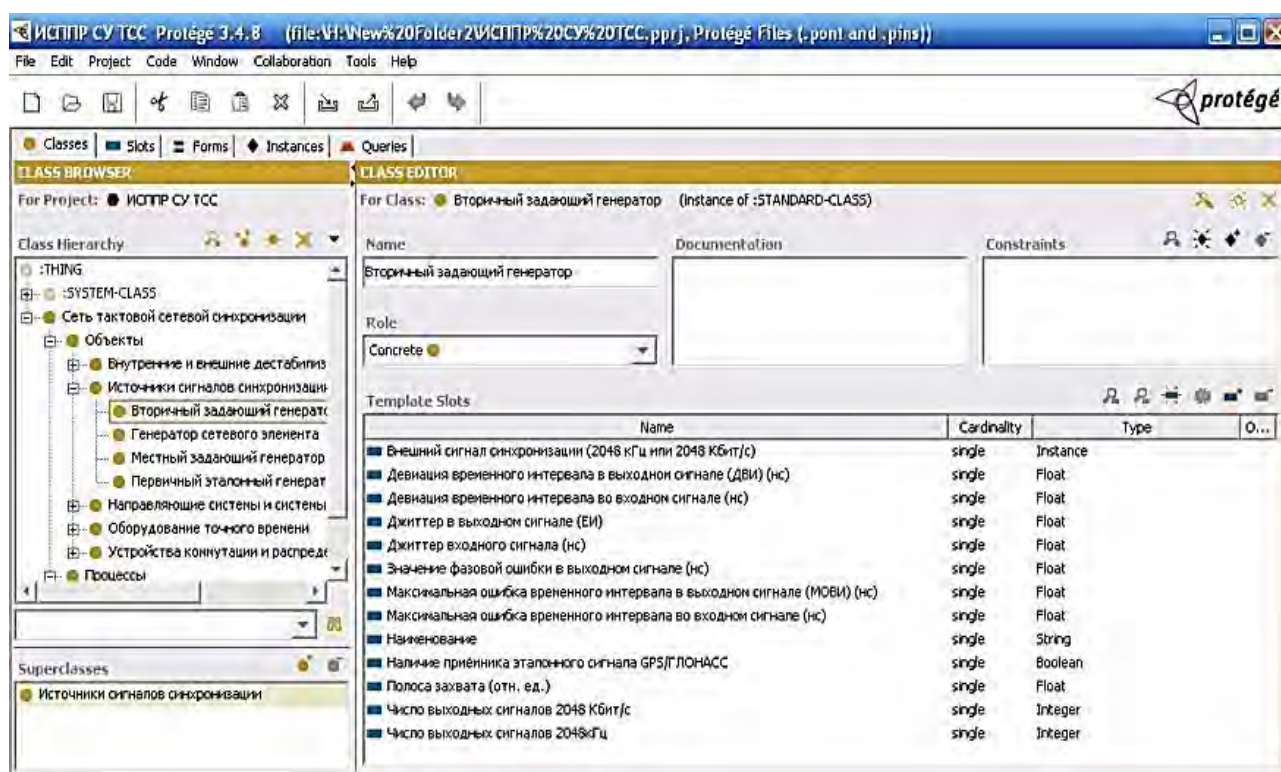


Рис. 11. Формирование фреймов базы знаний ИСППР системы управления сетью ТСС

Заключение

Разработанная по приведённым в статье подходам ИСППР системы управления ТСС может использоваться для создания специального модуля математического и программного обеспечения по автоматизации поддержки принятия решений управления сетью ТСС телекоммуникационной системы, что позволит формировать своевремен-

ные и обоснованные управленческие решения при воздействии дестабилизирующих факторов различного характера. Реализация указанных подходов может быть с успехом переложена на другую предметную область, в том числе на другие подсистемы, что позволит создать единую интеллектуальную систему по её управлению.

Список используемых источников

1. Давыдкин П.Н., Колтунов М.Н., Рыжков А.В. Тактовая сетевая синхронизация. М.: Эко-Трендз, 2004. 205 с.
2. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ: учебник. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. 186 с.
3. Канаев А.К., Опарин Е.В., Тощев А.К. Формирование модели процесса функционирования и восстановления сети тактовой сетевой синхронизации в условиях применения автоматизированной системы поддержки принятия решений // Бюллетень результатов научных исследований. 2011. № 1. С. 41–55.
4. Подольский В.Е., Коробова И.Л., Милованов И.В., Дьяков И.А., Майстренко Н.В. Методы искусственного интеллекта для синтеза проектных решений. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2010. 80 с.
5. Апраушева Н.Н. Элементарный курс теории принятия решений. М.: Вычислительный центр РАН, 2000. 94 с.

* * *

PROPOSALS FOR INTELLECTUAL SYSTEM CONSTRUCTION OF SUPPORT OF DECISION-MAKING MANAGEMENT OF NETWORK SYNCHRONIZATION

A. Kanaev¹, E. Oparin²

¹The Bonch-Bruевич State University of Telecommunications,
St. Petersburg, 193232, Russian Federation

²Giprotranssignalsvyaz Institute for Design of Railway Signaling, Centralization, Communication and Radio Devices,
the branch office of JSC Roszheldorproject,
St. Petersburg, 192027, Russian Federation

Article info:

Article in Russian

For citation: Kanaev A., Oparin E. Proposals for Intellectual System Construction of Support of Decision-Making Management of Network Synchronization // Proceedings of Telecommunication Universities. 2017. Vol. 3. Iss. 4. PP. 43–53.

Annotation: The article has developed approaches to the formation of an intelligent decision support system for managing the network synchronization in the context of the mutual influence of the performance indicators of the telecommunications system and this network, allowing the development of timely and justified management decisions. As part of the formation of the structure of the intellectual system, a knowledge base model has been developed that ensures the necessary completeness of accounting for elements, states, parameters and relationships in the network. To develop strategies for managing the network, a methodology has been developed to formulate solutions, characterized by the joint application of the stages of classifying the state of the network through targeted search and the rational choice of action plans on a variety of alternatives. According to the "manager-agent" concept, the structure and composition of the control information database of the MIB of the network equipment are formed to solve the tasks of collecting, storing and issuing diagnostic information. An algorithm has been developed for calculating bandwidth reserve requirements for the transmission of monitoring and control information for a network synchronization.

Keywords: knowledge base, stream structure, network synchronization, control system, telecommunication system.