

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С УЧЕТОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ

METHODS OF ENHANCING
THE SUSTAINABILITY
OF THE TRANSPORT NETWORK
OF THE SPECIAL PURPOSE
INTO ACCOUNT INFLUENCE
OF DESTABILIZING FACTORS

**D. Subbotin
A. Kanaev
A. Ivanin
K. Shcherbak**

Summary. The method of formation of the integral index of stability of functioning of transport network of a special purpose is developed. An algorithm for controlling the stability property, including the implementation of measures to improve the obtained indicators.

Keywords: method, algorithm, integral index of stability, reliability, survivability, functioning of transport network of communication of special purpose, coefficient of operational readiness.

Субботин Дмитрий Васильевич

Преподаватель, Военная академия связи имени
Маршала Советского Союза С. М. Будённого (Санкт-
Петербург)

dmitriy.vas.subbotin@gmail.com

Канаев Андрей Константинович

Д.т.н., профессор, Военная академия связи имени
Маршала Советского Союза С. М. Будённого (Санкт-
Петербург)

Иванин Андрей Николаевич

Адъюнкт, Военная академия связи имени Маршала
Советского Союза С. М. Будённого (Санкт-Петербург)

Щербак Кирилл Павлович

Адъюнкт, Военная академия связи имени Маршала
Советского Союза С. М. Будённого (Санкт-Петербург)

Аннотация. Разработана методика формирования интегрального показателя устойчивости функционирования транспортной сети связи специального назначения. Сформирован алгоритм управления свойством устойчивости, включающий выполнение мероприятий повышения полученных показателей.

Ключевые слова: методика, алгоритм, интегральный показатель устойчивости, надежность, живучесть, функционирование транспортной сети связи специального назначения, коэффициент оперативной готовности.

Интегральным свойством, характеризующим функционирование транспортной сети связи специального назначения (ТрСССН) с учетом воздействия дестабилизирующих факторов (ДФ) различной природы является ее устойчивость $H^{ТрСССН}$. При этом характеристика устойчивости декомпозируется на следующие компоненты: надежность ТрСССН, обусловленная возникновением и воздействием внутрисистемных ДФ, показателем которой является коэффициент готовности $K_{г}^{ТрСССН}$; живучесть как способность сохранять функциональные характеристики в условиях внешних воздействий, показателем которой является коэффициент оперативной готовности ПТСССН $K_{ог}^{ТрСССН}$ [1]. Таким образом устойчивость в указанном смысле характеризуется выражением:

$$H^{ТрСССН} = K_{г}^{ТрСССН} \cdot K_{ог}^{ТрСССН} \quad (1)$$

С учетом вышесказанного возникает необходимость формирования частных подзадач:

1. методик оценки показателей надежности и живучести ТрСССН применительно к решаемой задаче;
2. сравнение полученных значений показателей с требованиями регламентирующих документов;
3. разработка и реализация мероприятий по повышению и обеспечению устойчивости функционирования ТрСССН в случае несоответствия полученных показателей нормативным требованиям.

В качестве критерия оценки устойчивости функционирования ТрСССН используется критерий пригодности.

Критерий пригодности относится к задачам обоснования требований к проектируемым сетям связи с учетом требуемого (заданного) уровня показателей устойчивости и представляет собой неравенство:

$$P_y \geq P_{y_p} \quad (2)$$

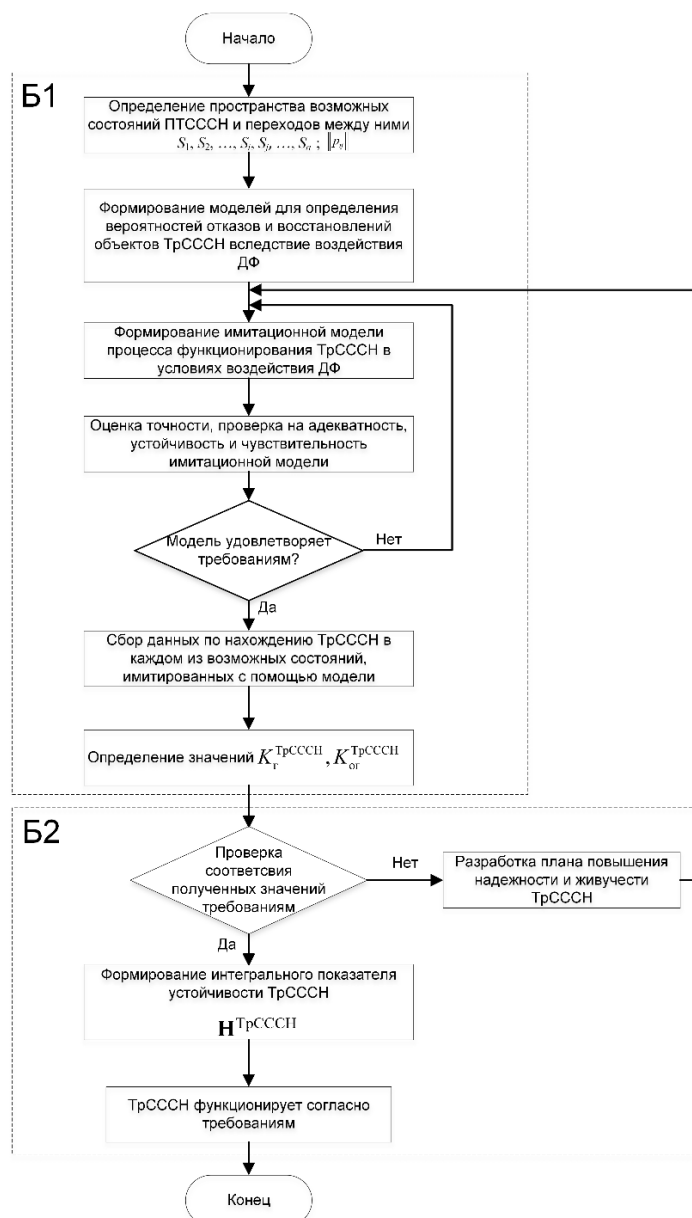


Рис. 1. Блок-схема методики оценки показателей надежности и живучести ТрСССН

где P_y — рассчитанный обобщенный показатель, характеризующий устойчивость функционирования конкретной сети связи и определяемый на основе методики; $P_{y,тp}$ — требуемое (заданное) значение показателя устойчивости функционирования сети связи, определяемое требованиями надежности и живучести.

В процессе функционирования ТрСССН ее узлы, как и вся сеть в целом, могут находиться в одном из возможных состояний, относящихся к работоспособным и к состояниям отказов, обусловленных воздействием эндо- и экзогенных ДФ. Количество состояний и их характеристика определяются исходя из оценки обстановки и могут варьироваться в зави-

симости от объема решаемых задач. Исследование процесса изменения состояний сети связи и ее основных компонентов, получение необходимых результатов проводится с помощью средств имитационного моделирования.

Таким образом, оценка показателей $K_r^{TrCCSN}, K_{ot}^{TrCCSN}$ будет включать в себя следующие этапы (рисунок 1):

1. Определение количества и характеристики возможных состояний ТрСССН: $S_1, S_2, \dots, S_n, S_j, \dots, S_n$ и вероятностей переходов между ними $\|p_{ij}\|$.
2. Формирование аналитических моделей для определения вероятностей отказов и восстановлений объектов ТрСССН вследствие воздействия ДФ.

Таблица 1. Технические нормы показателей надежности сети электросвязи

Тип сети электросвязи	Наименование показателя	Норма, не менее
Сеть междугородной и международной телефонной связи	Коэффициент готовности K_2	0,999
Сеть зонавой телефонной связи		0,9995
Сеть местной телефонной связи		0,9999
Телеграфная сеть электросвязи и сеть. Телекс		0,9999
Сеть передачи данных		0,99

Таблица 2. Требования к живучести основных направлений связи для трех категорий спецпотребителей в зависимости от ущерба сетей электросвязи, наносимого воздействием внешних ДФ

Уровень ущерба	Ущерб сети связи, наносимый воздействием внешних ДФ, %	Коэффициент оперативной готовности направлений связи для различных категорий спецпотребителей $K_{ог}$			Коэффициент оперативной готовности для каналов связи обычных потребителей
		1	2	3	
Высокий	До 50	0,80	0,75	0,7	-
Средний	До 30	0,85	0,80	0,75	-
Низкий	До 10	0,9	0,85	0,8	0,8

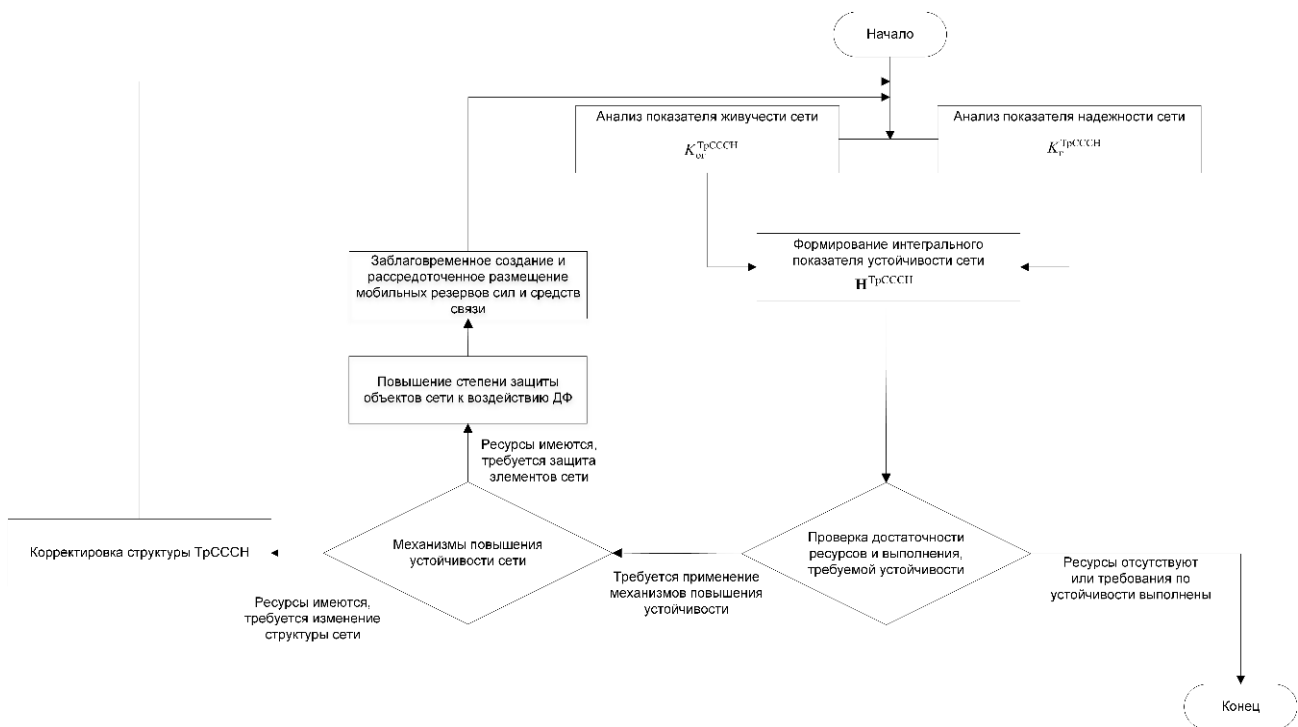


Рис. 2. Алгоритм управления свойством устойчивости функционирования TrCCSN

3. Формирование имитационной модели процесса функционирования TrCCSN с учетом воздействия ДФ.
 4. Оценка точности, проверка на адекватность, устойчивость и чувствительность имитационной модели.
 5. Сбор данных по нахождению TrCCSN в каждом из возможных состояний, имитированных с помощью модели.
 6. Определение значений $K_2^{TrCCSN}, K_{ог}^{TrCCSN}$.
 7. Проверка соответствия полученных значений $K_2^{TrCCSN}, K_{ог}^{TrCCSN}$ нормативным требованиям.
 8. Формирование интегрального показателя H^{TrCCSN} .
- Представленная методика функционально состоит из двух блоков: Б1 — блок модельной части методики,

предназначенный для оценки показателей надежности и живучести, Б2 — блок проверки, формирования предложений по повышению показателей, формирования интегрального показателя устойчивости.

Требования к надежности ТрСССН определяются надежностью передачи сообщений между любой парой узлов связи, то есть надежностью оборудования совокупности каналов передачи, сетевых трактов, узлов и станций сети, за исключением оборудования сети пользователя. Требования к надежности (коэффициенту готовности) сети электросвязи представлены в таблице 1. Требования к надежности (коэффициенту готовности) оборудования сети связи задаются на уровне $K_{з.оборуд.} \geq 0,995$. Коэффициент готовности сети передачи данных в целом задается на уровне $K_z \geq 0,99$ [1].

Реальные значения K_z зависят от протяженности каналов передачи и определяются методами расчета и оценки. Данные значения сравниваются с требованиями к надежности сетей электросвязи. В случае несоответствия расчетных показателей надежности сети связи требуемым значениям необходимо провести мероприятия, направленные на повышение надежности объектовыми (резервирование оборудования связи) и сетевыми (повышение разветвленности сети, резервирование линий связи) методами, и повторить расчетную оценку.

Повышение надежности ТрСССН в процессе эксплуатации может быть достигнуто резервированием, уменьшением времени восстановления, выбором рациональной периодичности работ и объема контролируемых параметров. Разработка и реализация мероприятий по обеспечению и повышению надежности оборудования ТрСССН в процессе эксплуатации основаны на анализе функциональных связей между эксплуатационными и расчетными (проектными) значениями показателей надежности.

Согласно [1] принимается, что при воздействии внешних ДФ отказ любого элемента ТрСССН равновероятен. Поэтому при выбранном возможном уровне ущерба на ТрСССН после воздействия внешних ДФ, значение для всех элементов сети одинаково. Значение выбирают из таблицы по уровню возможного ущерба, причиняемого элементам ТрСССН воздействием внешних ДФ.

В условиях априорной неопределенности модели воздействия на ТрСССН требования к живучести также задаются в соответствии с прогнозируемым уровнем ущерба согласно таблице 2.

В случае несоответствия расчетных показателей надежности и живучести ТрСССН требуемым значениям необходимо провести мероприятия, направленные на повышение показателей объектовыми и сетевыми методами.

Для повышения живучести ТрСССН в условиях воздействия внешних ДФ необходимо осуществить комплекс организационных и инженерно-технических мероприятий. К ним могут относиться:

- ◆ введение в систему связи структурной и функциональной избыточности;
- ◆ заблаговременное создание и рассредоточенное размещение мобильных резервов сил и средств связи;
- ◆ интеграция существующих систем связи различных ведомств;
- ◆ повышение степени защиты объектов ТрСССН к воздействию поражающих факторов оружия и ЭМИ.

В целом представленная выше методика может составлять суть алгоритма управления свойством устойчивости функционирования ТрСССН, который включает в себя следующие этапы (рисунок 2) [2]:

1. Анализ показателей элементной надежности с учетом применяемых методов;
2. Задание модели воздействия поражающих (повреждающих) факторов;
3. Анализ показателей объектовой живучести с учетом стойкости элементов сети;
4. Расчет интегрального показателя устойчивости;
5. При достаточности ресурсов реализация структурных преобразований или защиты элементов сети.

Таким образом, повышение устойчивости ТрСССН достигается выполнением комплекса мероприятий, направленных на изменение структурных и функциональных характеристик сети, защищенности ее элементов. Разработанный алгоритм обеспечивает реализацию механизмов на изменение данных свойств ТрСССН.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 53111–2008 Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. — М.: Стандартинформ, 2009. — 20 с.
2. Сычев К. И. Модели и методы исследования процессов функционирования и оптимизации построения сетей связи следующего поколения (Next Generation Network): дис. ... д-ра технич. наук: 05.12.13 / Сычев Константин Иванович. — М., 2009. — 375 с.