

Список используемых источников

1. Александров В. А., Стахеев И. Г., Лубяников А. А. Модель системы автоматизированного управления и контроля функционирования узла связи специального назначения // Системы управления и информационные технологии. 2015. Т. 62. № 4.1. С. 176–179.
2. Morris C. W. Signification and significance: a study of the relations of signs and values. Massachusetts: M.I.T. Press, 1964. С. 47.
3. Прокопьев О. А. Оценка экономической эффективности систем мониторинга реализации проектов // Актуальные проблемы экономики и права. 2013. № 1. С. 101–106.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРШРУТОВ ДОСТАВКИ ТРАФИКА
В ПОЛЕВОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В УСЛОВИЯХ
ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ**

Ю.Н. Богданова, Р.В. Гордийчук, Д.А. Журавлёв, Г.А. Прасько

В статье представлен порядок определения резервных маршрутов доставки трафика в полевой транспортной сети связи на основе данных мониторинга и оценки качества связи в различных физических средах передачи сигналов.

Ключевые слова: маршрут, мониторинг, транспортная сеть, граф.

**DETERMINATION OF TRAFFIC ROUTES OF DELIVERY
THE FIELD TRANSPORT NETWORK COMMUNICATIONS
UNDER INFLUENCE OF DESTABILIZING FACTORS**

Bogdanova Yu., Gordiychuk R., Zhuravlev D., Prasko G.

The paper presents the procedure for determining redundant routes of delivery traffic in the field of transport communications network on the basis of monitoring and evaluation of the communication quality data in different physical signaling media.

Keywords: route monitoring, transport network, graph.

Полевая транспортная сеть связи образована различными средствами связи, в первую очередь электропроводными и оптическими средствами связи, а также радиорелейными станциями. В такой сети сетевые узлы и станции соединяются линиями связи, которые могут быть как проводными, так и радиорелейными (рис.).

Эти линии могут быть выведены из строя вследствие воздействия дестабилизирующих факторов, что вызывает изменение топологии транспортной сети связи. При передаче по этим линиям информационного трафика выбирается маршрут с оптимальными параметрами. Мониторинг многоканальных линий связи образованных различными средствами связи в сети позволяет получить данные о качестве передачи трафика, и подробно расписан в [1, 2].

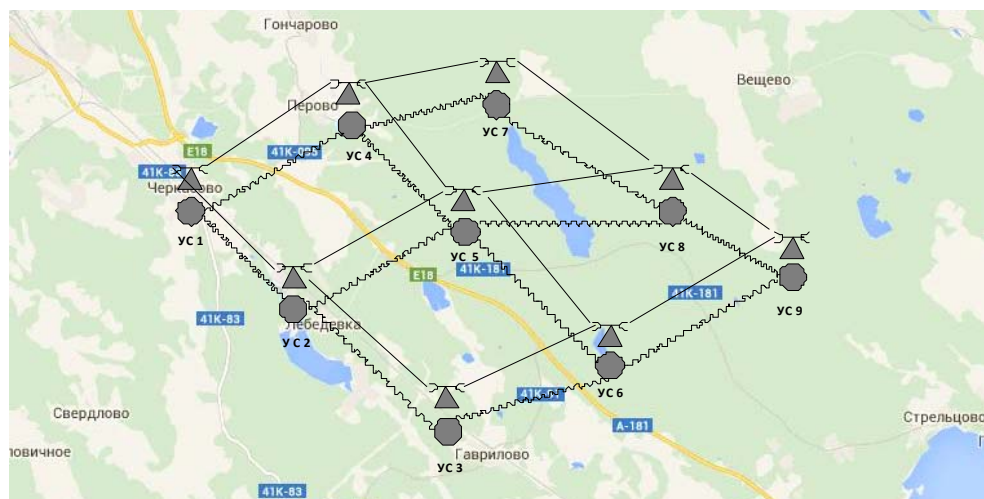


Рисунок. Вариант транспортной сети связи, образованной проводными и радиорелейными средствами связи

В случае выхода из строя тех или иных линий в сети возникает задача оперативного выбора оптимального основного и нескольких резервных маршрутов доставки трафика между корреспондирующими узлами. Под оптимальным маршрутом в данной статье понимается маршрут, который строится на основе проводных и радиорелейных линий, где выполняются требования по своевременности и достоверности с минимальной длиной их общей протяженности. При этом проводные и радиорелейные линии маршрутов должны быть взаимозависимы для повышения устойчивости транспортной сети при воздействии дестабилизирующих факторов.

Допущения: радиорелейные и проводные линии между узлами являются равноценными по качеству связи и пропускной способности.

Полевая транспортная сеть связи представляется в виде неориентированного графа G с множеством вершин $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, в качестве которых выступают сетевые узлы и станции, а также ребер $U = \{u_{ik}\}$ в качестве которых выступают линии связи с определением их длины. Составляется матрица смежности $A = \|a_{ik}\|$.

На первом этапе выбираются начало и конец маршрута для которых необходимо определить основной и несколько резервных маршрутов доставки трафика между корреспондирующими узлами.

На втором этапе на основе данных мониторинга составляется матрица смежности $A' = \|a'_{ik}\|$ из линий и узлов, где выполняются требования к качеству передачи трафика.

На третьем этапе с помощью алгоритма Дейкстры вычисляется кратчайший маршрут в рамках заданных конечных узлов и матрицы смежности $A' = \|a'_{ik}\|$.

На четвертом этапе из графа исключаются ребра (линии связи) задействованные при построении первого резервного маршрута доставки трафика и сно-

ва вычисляется кратчайший маршрут и т. д. для построения остальных резервных маршрутов.

Пример реализации способа выбора маршрутов мониторинга в полевой транспортной сети связи. Задано количество сетевых узлов и станций $X = \{x_1, x_2, \dots, x_9\}$ (рис.).

Матрица смежности для такой сети $A = \|a_{ik}\|$ описывается выражением (1):

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 25 & 0 & 30 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 25 & 0 & 20 & 0 & 22 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 26 & 0 & 0 & 0 \\ 30 & 0 & 0 & 0 & 25 & 0 & 28 & 0 & 0 \\ 0 & 22 & 0 & 25 & 0 & 26 & 0 & 24 & 0 \\ 0 & 0 & 26 & 0 & 26 & 0 & 0 & 0 & 28 \\ 0 & 0 & 0 & 28 & 0 & 0 & 0 & 29 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 24 & 0 & 29 & 0 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 28 & 0 & 30 & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Корреспондирующие узлы УС 1 и УС 9.

Реализуя вышеописанный способ определения маршрутов доставки трафика в полевой транспортной сети связи на основе данных мониторинга составляется матрица смежности $A' = \|a'_{ik}\|$ из линий и узлов, где выполняются требования к качеству передачи трафика.

Допустим, что требования в сети выполняются на всех линиях в сети. По алгоритму Дейкстры вычисляется оптимальный основной маршрут доставки трафика между УС 1 и УС 9. Достижимость вершин из вершины 1 представлена в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1. Длина маршрутов исходя из достижимости вершин графа

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 км	25 км	45 км	30 км	47 км	71 км	58 км	71 км	99 км

Тогда основной маршрут проходит следующие сетевые узлы и линии: 1 – 2 – 3 – 6 – 9 и составляет 99 км.

По алгоритму Дейкстры вычисляется оптимальный первый резервный маршрут доставки трафика между УС 1 и УС 9, причем использованные линии для построения основного маршрута исключаются. Достижимость вершин из вершины 1 представлена в табл. 2.

Тогда первый резервный маршрут проходит следующие сетевые узлы и линии: 1 – 4 – 5 – 8 – 9 и составляет 109 км. Второй резервный маршрут с учетом исключения линий, используемых для построения основного и перво-

го резервного маршрута, для рассматриваемого примера построить невозможно.

ТАБЛИЦА 2. Длина маршрутов исходя из достижимости вершин графа

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 км	77 км	– км	30 км	55 км	81 км	58 км	79 км	109 км

Допустим, что по результатам мониторинга было определено, что требования в сети выполняются на всех линиях за исключением радиорелейной линии между УС 2 и УС 5. Радиорелейная линия между УС 3 и УС 6 была подавлена, а проводная между этими же узлами – уничтожена.

По алгоритму Дейкстры вычисляется оптимальный основной маршрут доставки трафика между УС 1 и УС 9. Достижимость вершин из вершины 1 представлена в табл. 3.

ТАБЛИЦА 3. Длина маршрутов исходя из достижимости вершин графа

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 км	25 км	45 км	30 км	47 км	73 км	58 км	71 км	101 км

Тогда основной маршрут проходит следующие сетевые узлы и линии: 1 – 2 – 5 – 8 – 9 и составляет 99 км.

По алгоритму Дейкстры вычисляется оптимальный первый резервный маршрут доставки трафика между УС 1 и УС 9, причем использованные линии для построения основного маршрута исключаются. Достижимость вершин из вершины 1 представлена в табл. 4.

ТАБЛИЦА 4. Длина маршрутов исходя из достижимости вершин графа

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 км	– км	– км	30 км	55 км	81 км	58 км	87 км	109 км

Тогда первый резервный маршрут проходит следующие сетевые узлы и линии: 1 – 4 – 5 – 6 – 9 и составляет 109 км. Второй резервный маршрут с учетом уничтоженных и подавленных линий, а также исключения линий, используемых для построения основного и первого резервного маршрута, для рассматриваемого примера построить невозможно.

Новизной предлагаемого способа определения маршрутов доставки трафика в полевой транспортной сети связи является то, что в основном и резервных маршрутах используются взаимно-независимые линии, это в условиях воздействия дестабилизирующих факторов позволяет повысить устойчивость направления. Реализация в транспортной сети мониторинга по всем возможным

линиям, позволяет в режиме реального времени изменять основные и резервные маршруты в зависимости от складывающейся обстановки. Используемый в способе мониторинга алгоритм Дейкстры позволяет оценить достижимость всех узлов связи сети и на основе этого построить резервные маршруты между всеми сетевыми узлами и станциями в сети. При определении оптимальных основного и резервных маршрутов можно исключать радиорелейные и проводные линии по отдельности, тем самым обеспечив большее количество резервных маршрутов.

Список используемых источников

1. Журавлёв Д. А., Радюк И. А., Богачев К. Г. Способ мониторинга качества связи между многоканальными средствами связи // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте ‘2013». Т. 9. Технические науки. Одесса: Черноморье, 2013. 96 с.

2. Журавлёв Д. А., Чечелев К. Н. Способ мониторинга радиоканала связи // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2013. № 6. С. 78–80.

ПОДХОДЫ К ПРОСТРАНСТВЕННО-ПОЛЯРИЗАЦИОННОМУ ПРЕДСТАВЛЕНИЮ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИКИ КВАТЕРНИОНОВ

С.В. Богдановский, А.Н. Симонов

В статье рассмотрены новые подходы к пространственно-поляризационной обработке радиосигналов с беспилотного летательного аппарата. Предложена пространственно-поляризационная модель источника радиоизлучения на основе математики кватернионов. В модели учитываются пространственные и поляризационные параметры, в качестве которых выступают азимут, угол места, расстояние до источника, угол наклона эллипса поляризации, отношение его полуосей и направление вращения вектора электрического поля.

Ключевые слова: пространственно-поляризационная обработка радиосигналов, радиопеленгование, кватернион, беспилотный летательный аппарат, модель.

NEW WAYS A SPATIAL-POLARIZATION REPRESENTATION OF RADIO EMISSION SOURCE BASED ON MATHEMATICAL OF QUATERNIONS

Bogdanovsky S., Simonov A.

The paper considered new ways of spatial-polarization representation of radio signals from an unmanned aerial vehicle. Spatial-polarization model of radio emission source based on quaternions mathematics is offered. Spatial and polarization parameters, such as azimuth, elevation, distance to radio source, tilting angle of polarization ellipse, ratio of its semiaxes and direction of electric field vector rotation are accounted.