

влияние на дальнейшее становление и развитие ОКПС как весьма внушительного воинского формирования, способного вести военные действия как самостоятельно, так и в составе действующей армии. Так, на государственном уровне, в том числе и лично последними российскими императорами Александром III и Николаем II, являвшимися к тому же и Верховными главнокомандующими Вооружённых сил страны, предпринимались немалые усилия по закреплению в государственной нормативной базе вопросов повышения мобилизационной и боевой готовности войск ОКПС, их прямого боевого применения в случае начала военных действий с сопредельными государствами. Был принят ряд важных документов, которые принципиально расширили возможности применения пограничной стражи в условиях войны, а также определили её роль и место в военных действиях. При этом немало вопросов уделялось успешному проведению мобилизационных мероприятий в начальном периоде войны, которые было просто невозможно успешно осуществить без чёткого межведомственного взаимодействия и разработки общей системы оповещения и связи в приграничных военных и пограничных округах.

Эти новые задачи ОКПС потребовали внесения изменения не только в структуру оперативного управления, но и систему связи, развитию которой руководство пограничной стражи стало уделять ещё больше внимания.

Список используемых источников

1. Полное собрание законов Российской империи. Т. 13, 3-е собр. СПб., 1893. Ст. 9975. С. 567.
2. Лебедев Н. Н. Северо-Западная государственная граница России: организация её охраны, исторические этапы становления и развития пограничных войск (1918–1941 гг.): автореф. дис. ... канд. ист. наук. СПб., 2008. С. 29.
3. Плеханов А. А. Комплектование и подготовка личного состава Отдельного корпуса пограничной стражи (1700–1917 гг.): дис. ... канд. ист. наук. М., 1999. С. 59.
4. Архив ВИМАИВиВС. Ф. 52. Оп. 110/6. Д. 69. Л. 5; Филиппов Э. М. Северо-Западный пограничный округ: история и современность. СПб., 1997. С. 10, 11.
5. Чертов Л. Г. Ленинград: экономико-географический очерк. М., 1972. С. 42.
6. Щерба А. Н. Военная индустрия Санкт-Петербурга – Ленинграда в 1900–1940 годы. СПб., 2012. С. 28.
7. Пограничная служба России: Энциклопедия. Биографии. М., 2008. С. 104, 106, 107, 142, 147.
8. Циркуляр № 92 от 23 июня 1895 года. «О развитии телефонных сообщений». СПб., 1901. С. 42.
9. РГИА. Ф. 1289. Оп. 3 Д. 1797. Л. 23, 23 об.

ОПТИМАЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ЛИНИИ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ В ПОЛЕВОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

И.И. Горай, Р.В. Гордийчук, Д.А. Журавлёв, Р.А. Кирута

В статье показан оптимизационный принцип размещения линии резервирования в полевой транспортной сети связи для повышения структурной надежности. Задача решает-

ся оценкой остовных деревьев графа при поочередном введении линии резервирования между узлами.

Ключевые слова: остовное дерево, граф, транспортная сеть, линия резервирования.

OPTIMUM PLACEMENT IN FIELD LINE RESERVATION TRANSPORT NETWORK COMMUNICATIONS

Goray I., Gordiychuk R., Zhuravlev D., Kiruta R.

The paper presents a method for determining the optimal placement of redundant lines in the field of transport communications network to improve the structural reliability. The problem is solved assessment of spanning trees of the graph with the introduction of alternate lines of redundancy between the nodes.

Keywords: spanning tree, graph, transport network, the backup line.

Полевые транспортные сети связи в основном образованы радиорелейными и проводными средствами связи и могут иметь различную структуру. Воздействие дестабилизирующих факторов может привести к выходу из строя направлений связи, что в целом снижает структурную надежность связи [1, 2]. Повысить структурную надежность сети возможно за счет введения линии резервирования. Однако в условиях ограниченного ресурса сил и средств на ее развертывание возникает задача в оптимальном размещении этой линии резервирования в транспортной сети.

Поставленная задача может быть решена за счет оценки всех остовных деревьев графа при поочередном введении линии резервирования между узлами.

Для построения полного списка остовных деревьев графа G использована теорема представленная в [3]. Пусть G – n -вершинный граф без петель и B_0 – его матрица инцидентий с одной удаленной строкой (т. е. с $n-1$ независимыми строками). Пусть B'_0 – транспонированная матрица к B_0 . Тогда определитель $|B_0 \cdot B'_0|$ равен числу различных остовных деревьев графа G .

Например, полевая транспортная сеть связи образована радиорелейными средствами связи размещенных на узлах связи (УС) (рис. 1). На этой сети необходимо расположить линию резервирования так, что бы число остовных деревьев графа было максимально. При этом ресурс сил и средств позволяет за выделенное время развернуть между УС только одну волоконно-оптическую линию связи.

Представим полевою транспортную сеть связи в виде графа G (рис. 2). В качестве x^* выбрана вершина x_1 . Тогда $d^*=2$. Ребро (x_1, x_2) обозначено через a_1 , а ребро (x_1, x_3) через a_2 . Остальные ребра соответствующим образом пронумерованы и обозначены на графе (рис. 2). Каждое ребро в графе ориентировано от его концевой вершины с меньшим индексом к вершине с большим индексом.

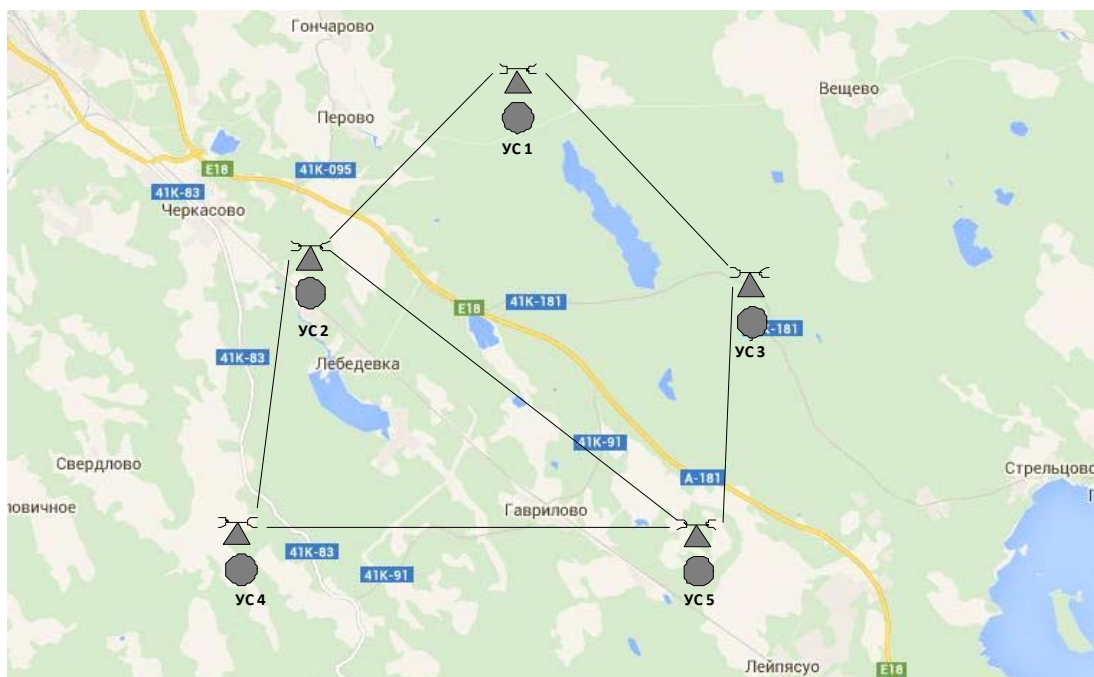


Рис. 1. Вариант транспортной сети связи, образованной проводным и радиорелейными средствами связи

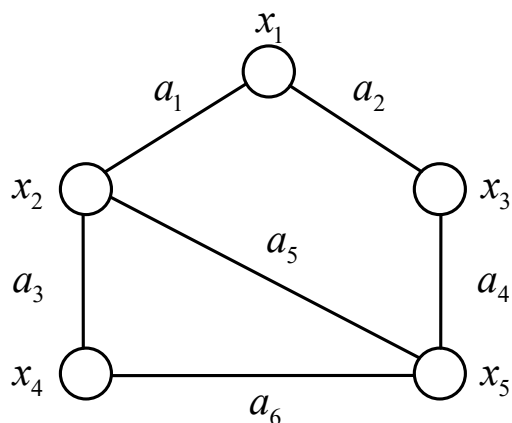


Рис. 2. Представление полевой транспортной сети связи в виде графа G

Матрица инциденций B данного графа имеет следующий вид:

$$B = \begin{vmatrix} & a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 \\ x_1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ x_2 & -1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ x_3 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ x_4 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ x_5 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 \end{vmatrix}.$$

Удалив строку x_1 получим матрицу B_0 . Произведение матриц:

$$|B_0 \cdot B_0^t| = \begin{vmatrix} -1 & -1 & 0 & 3 \\ -1 & 0 & 2 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & -1 \\ 3 & -1 & -1 & -1 \end{vmatrix}.$$

Определитель $|B_0 \cdot B_0^t|$ равен 11, а, следовательно, по вышеуказанной теореме, число остовных деревьев рассматриваемой в примере сети образованной лишь радиорелейными линиями связи равно 11.

Определим оптимальное место размещения одной оптической линии резервирования в рассматриваемом примере. Для этого поочередно будем вводить между УС дополнительную линию, и смотреть, как измениться число остовных деревьев (определитель). Варианты введения дополнительной волоконно-оптической линии между УС представлены на рис. 3, а число остовных деревьев в таблице.

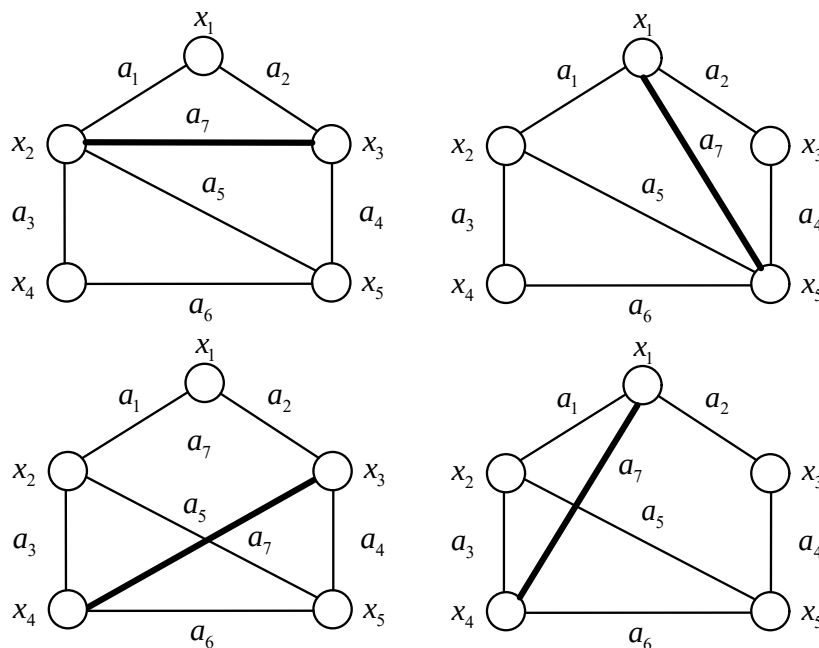


Рис. 3. Варианты введения дополнительной волоконно-оптической линии между УС в полевой транспортной сети связи

ТАБЛИЦА. Число остовных деревьев

Размещение линии резервирования	Без линии резервирования	$(x_2 - x_3)$	$(x_1 - x_5)$	$(x_3 - x_4)$	$(x_1 - x_4)$
Число остовных деревьев	11	21	21	24	24

Проведенные расчеты показывают, что резервную линию оптимальнее разместить между УС3 и УС4, либо между УС1 и УС4 (рис. 4), тогда число остовных деревьев будет максимально возможным из всех возможных вариантов.

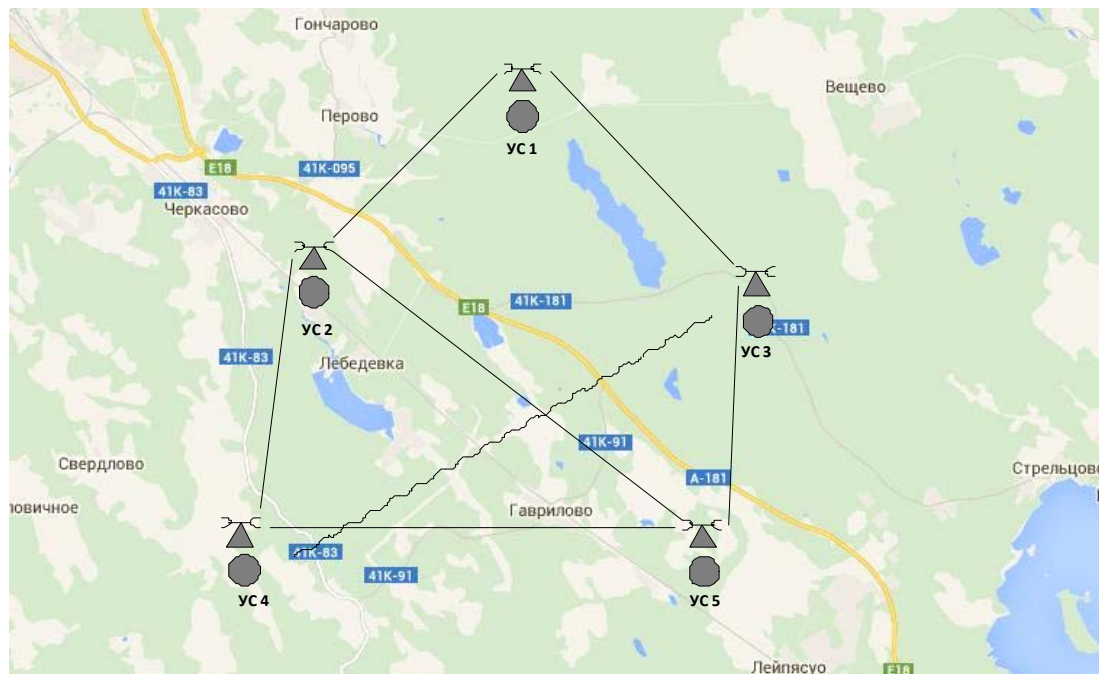


Рис. 4. Размещение волоконно-оптической линии резервирования в полевой транспортной сети связи образованной радиорелейными средствами связи

Таким образом, поставленная в статье задача решена. В рамках выделенного ресурса сил и средств был выбрано оптимальное размещение волоконно-оптической линии резервирования. Однако во всех случаях выбор оптимального варианта должен производиться после соответствующих исследований для конкретных условий с учетом физико-географических условий размещения радиорелейных станций и с учетом требований к качеству связи.

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.
3. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход: пер. с англ. Э. В. Вершкова и И. И. Коновальцева / Под ред. Г. П. Гаврилова. М.: Мир, 1978. 148 с.