

## Способ выделения структурно-топологических неоднородностей заданного фрагмента сети связи

**Федоров Вадим Геннадиевич,**

к.т.н., преподаватель Военной академии связи имени С.М.Будённого, г. Санкт-Петербург, Россия, vadim.fedorov.53@mail.ru

**Спицын Олег Леонтьевич,**

к.в.н., преподаватель Военной академии связи имени С.М.Будённого, г. Санкт-Петербург, Россия, svetafedorov@mail.ru

**Федорова Светлана Викторовна,**

адъюнкт Военной академии связи имени С.М.Будённого, г. Санкт-Петербург, Россия, svetafedorov@mail.ru

---

**АННОТАЦИЯ**

---

На сегодняшний день одной из важнейших критических научно-технических проблем развития ведомственных информационно-телекоммуникационных систем представляется обеспечение их информационной безопасности, которая существенно обостряется в условиях деструктивных программных воздействий на государственные информационные системы. Первоочередными объектами воздействий с целью их дезорганизации и вывода из строя становятся системы государственного управления, базирующиеся на информационно-телекоммуникационных системах и опирающиеся на ресурсы сетей связи общего пользования единой сети электросвязи Российской Федерации. Отсутствие в сети связи общего пользования доверенного (отечественного) телекоммуникационного ресурса существенно снижает устойчивость и безопасность ведомственных информационно-телекоммуникационных систем. Необходимо отметить, что сейчас на рынок вышло огромное количество операторов связи, каждый из которых в процессе эксплуатации сети связи модернизирует и преобразовывает существующую структуру единой сети электросвязи Российской Федерации в части касающейся. Сети операторов могут подразделяться на участки по региональному признаку, такому как район, город, область или строиться по другим принципам. Кроме того, существующая сеть связи общего пользования неоднородна на всем множестве своих характеристик и свойств. Анализ характеристик основных операторов связи позволил выделить следующие виды неоднородностей: топологические неоднородности (фрагменты сетей связи общего пользования, расстояние между узлами связи которых значительно меньше, чем расстояние до узлов связи других фрагментов); структурные неоднородности (фрагменты сетей связи общего пользования с высокой сетевой плотностью, представляющей собой отношение общего количества связей узлов связи фрагмента к количеству элементов). В статье рассмотрен способ, позволяющий выделять структурно-топологические неоднородности заданного фрагмента сети связи с учетом сложившиеся принципов ее построения и особенностей функционирования, а также формировать устойчивые статистические данные о характеристиках выделенных неоднородностей для их дальнейшего использования при формировании структуры заданной информационно-телекоммуникационной системы, выборе узлов доступа, а также планирования мероприятий защиты информационно-телекоммуникационных систем от деструктивных программных воздействий.

---

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сеть связи общего пользования; фрагмент сети связи; структурные неоднородности; топологические неоднородности; деструктивные программные воздействия.

В настоящее время практически все ведомственные информационно-телекоммуникационные системы (ИТКС) так или иначе базируются на ресурсы сетей связи общего пользования единой сети электросвязи Российской Федерации (ССОП ЕСЭ РФ) [1] и имеют в своей основе распределенные хранилища (банки) данных государственных информационных систем (ГИС), предоставляющие возможность оперативного доступа к данным потребителям из любой точки сети. Но это несомненное удобство в работе становится весьма спорным, если принимать во внимание вероятность деструктивных программных воздействий (ДПВ), под которыми следует понимать любое несанкционированное воздействие на средства и комплексы ССОП ЕСЭ, особенно иностранного производства. Поскольку ведомственные ИТКС подразумевают территориальную распределённость подсистем, то это облегчает возможность атак на ГИС со стороны заинтересованных лиц. Существовавшая до настоящего времени концепция обеспечения безопасности информации в ИТКС была ориентирована на защиту данных только на локальной территории, что совершенно недостаточно в условиях распределенного взаимодействия по неконтролируемым открытым каналам связи ССОП. Порядок прохождения информационных потоков через ССОП не учитывается, что является предпосылкой для осуществления ДПВ.

Для решения задачи планирования мероприятий защиты ГИС от ДПВ в условиях взаимодействия ведомственных ИТКС с ССОП ЕСЭ РФ соответствующим должностным лицам необходимы своевременные, полные, достоверные сведения о сетях связи операторов в заданном регионе [2–3]. Исходя из этого ставится задача на разработку способа выделения структурно-топологических неоднородностей заданного фрагмента ССОП ЕСЭ РФ [4–5].

Способ предназначен для формирования набора устойчивых статистических данных о топологических и структурных неоднородностях заданного фрагмента ЕСЭ РФ для их дальнейшего использования при формировании структуры ИТКС, выборе узлов доступа к ССОП, а также планирования мероприятий защиты ГИС от ДПВ.

Выходными результатами способа являются устойчивые статистические данные о характеристиках топологических и структурных неоднородностей заданного фрагмента ССОП.

Инфотелекоммуникационные сети ЕСЭ РФ территориально разделяется на магистральные (междугородные), внутризонавые (региональные) и местные сети. Магистральные узлы связаны между собой и с зонавыми узлами. Зонавые узлы по внутризонавым линиям связи соединяются с районными узлами, которые в свою очередь, по местным линиям связи с узлами связи населенных пунктов [6].

Узел связи, как правило является телекоммуникационным центром населенного пункта (города, поселка) и представляет собой совокупность технических средств оператора связи обеспечивающих оказание услуг связи и присоединение к ССОП.

В свою очередь операторы связи по степени покрытия территории, на которой предоставляются услуги, подразделяются на локальные, региональные и национальные.

Таким образом узлы связи ССОП ЕСЭ РФ можно классифицировать по классам, характеризующим их функциональное назначение (табл. 1).

Таблица 1

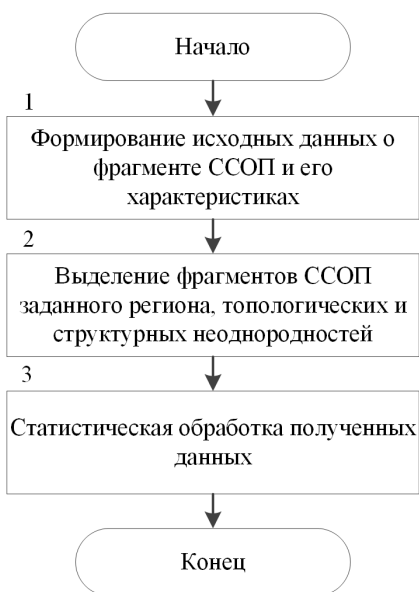
Классификация УС ССОП

Класс УС	Наименование УС	Принадлежность к сетям связи ССОП	Тип оператора предоставляющего услуги
1	Междугородные УС	Магистральная сеть связи	Национальный оператор
2	Районные УС	Зонавая сеть связи	Национальный оператор
3	Районные УС	Зонавая сеть связи	Региональный оператор
4	Городские УС	Местная сеть связи	Локальный оператор
5	Сельские УС	Местная сеть связи	Локальный оператор

Соответственно узлы связи, в зависимости от их класса, различаются возможностями установленного оборудования по объему обрабатываемой нагрузки, используемыми технологиями для передачи трафика, поддерживаемыми интерфейсами для присоединения стороннего оборудования и т. д.

Выделять структурно-топологические неоднородности заданного фрагмента ССОП планируется в несколько этапов (рис. 1).

На первом этапе осуществляют мероприятия по сбору данных о фрагменте ЕСЭ РФ и его характеристиках.



**Рис. 1.** Обобщенная структурная схема способа выделения структурно-топологических неоднородностей заданного фрагмента сети связи

На втором этапе выделяют фрагменты ССОП заданного региона, топологические и структурные неоднородности фрагментов ССОП и определяют их характеристики.

На третьем этапе производят статистическую обработку полученных данных о топологических и структурных неоднородностях.

На первом этапе в результате сбора данных о фрагменте ССОП и его характеристиках формируют таблицу исходных данных (рис. 2).

Номер узла связи	Географические координаты узлов	Класс узла связи	Оператор связи
1	$(X_1; Y_1)$	1	1
2	$(X_2; Y_2)$	2	2
....	....	....	....
$N$	$(X_n; Y_n)$	$W_N$	$Z$

**Рис. 2.** Фрагмент таблицы исходных данных о фрагменте ССОП

Для этого задают площадь  $S_0$  с размерами  $M \times N$  выделенного фрагмента ССОП и его географические координаты  $X_{\min}(X_{\max}), Y_{\min}(Y_{\max})$ .

После определения границ фрагмента ССОП ЕСЭ РФ выбранного региона осуществляют мероприятия по сбору данных о его характеристиках.

Подсчитывают общее количество узлов  $N_{\text{эл}}$  ССОП в пределах границ площади  $S_0$ .

Присваивают номера от 1 до  $N$  узлам ССОП выделенного фрагмента  $S_0$ ;

Фиксируют географические координаты  $(X_i, Y_i)$  всех  $N$  узлов ССОП выделенного фрагмента  $S_0$ ;

Определяют класс каждого из  $N$  узлов ССОП в соответствии с их классификацией (табл. 1) и принадлежность оператору связи;

Присваивают номера от 1 до  $Z$  операторам связи ССОП выделенного фрагмента  $S_0$ ;

Формируют матрицу связности элементов (узлов) заданного фрагмента ССОП. Матрица связности имеет размер  $n \times n$ , где  $n$  — количество узлов фрагмента ССОП. Элемент матрицы, стоящий в  $i$ -ой строке и  $j$ -ом столбце, равен 1, если между  $i$ -ым и  $j$ -м узлом существует линия связи с требуемой пропускной способностью, и равен 0 в противном случае.

После сбора требуемой информации о ССОП ЕСЭ РФ заданного региона переходят к выделению фрагментов ССОП заданного региона, а также топологических и структурных неоднородностей этих фрагментов ССОП.

На втором этапе выделяют фрагменты ССОП заданного региона, топологические и структурные неоднородности фрагментов ССОП и определяют их характеристики. Графическое представление выделения фрагментов представлено на рис. 3.

Первоначально с помощью ДСЧ с обоснованным законом распределения [7–8] генерируют угол отклонения выделяемого фрагмента от оси ОУ. Генерация угла отклонения выделяемого фрагмента обеспечивается по выражению:

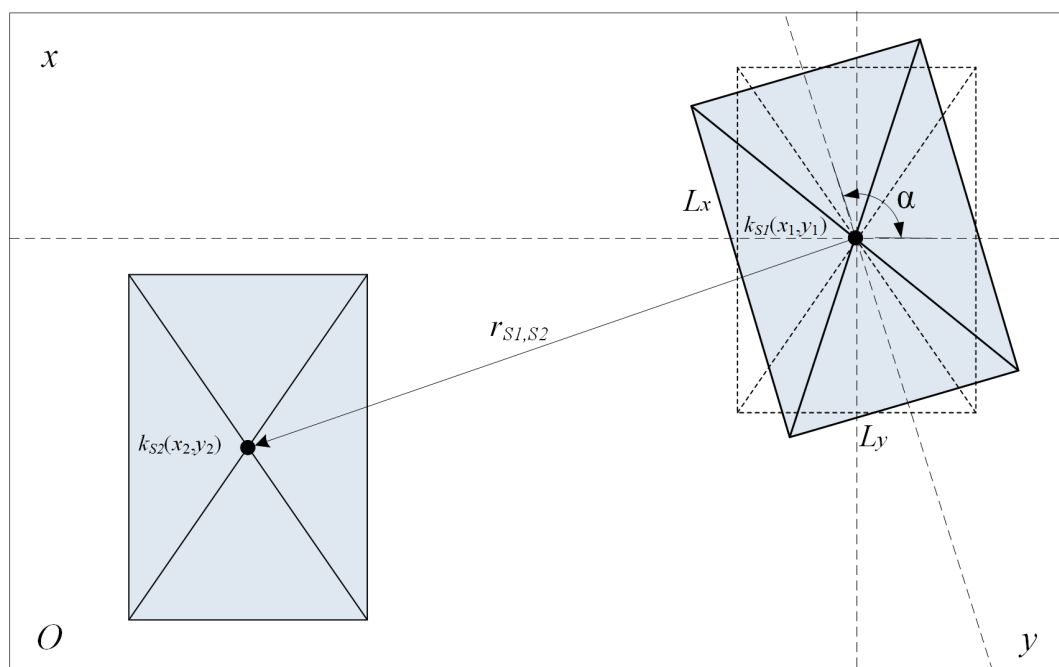


Рис. 3. Графическое представление выделения фрагментов

$$\alpha = 180^\circ D, \quad (1)$$

где  $D$  — случайное число, распределенное по нормальному закону, получаемое с помощью датчика случайных чисел.

С помощью ДСЧ с обоснованным законом распределения генерируют координаты центра первого фрагмента. Генерация координат центра фрагмента обеспечивается при помощи соотношений:

$$X_i = X_{\min}^i + (X_{\max}^i - X_{\min}^i)D, \quad (2)$$

$$Y_i = Y_{\min}^i + (Y_{\max}^i - Y_{\min}^i)D, \quad (3)$$

где  $X_i, Y_i$  — координаты центра  $S_i$  фрагмента,

$X_{\min}^i (X_{\max}^i); Y_{\min}^i (Y_{\max}^i)$  — предельные границы области,

$D$  — случайное число, распределенное по нормальному закону, получаемое с помощью ДСЧ.

Выделяют фрагмент прямоугольной формы со сторонами  $L_x, L_y$  параллельными координатным осям, с геометрическим центром в полученной точке являющейся точкой пересечения его диагоналей. Присваивают полученному фрагменту номер  $S_i$ . Далее переходят к генерации координат центра, следующего фрагмента.

После выделения каждого  $S_i$  фрагмента осуществляют определение характеристик топологических и структурных неоднородностей для последующей статистической обработки.

Для выделения топологических неоднородностей (плотностей) фрагмента ССОП предлагается использовать математический инструмент кластерного анализа данных. Кластерный анализ предполагает выделение компактных, наименее удаленных друг от друга групп объектов, выделяя «естественное» разбиение исходной совокупности исходных данных на области однородных объектов. Он используется, когда исходные данные представлены в виде матриц близости, либо в виде точек в многомерном пространстве [9].

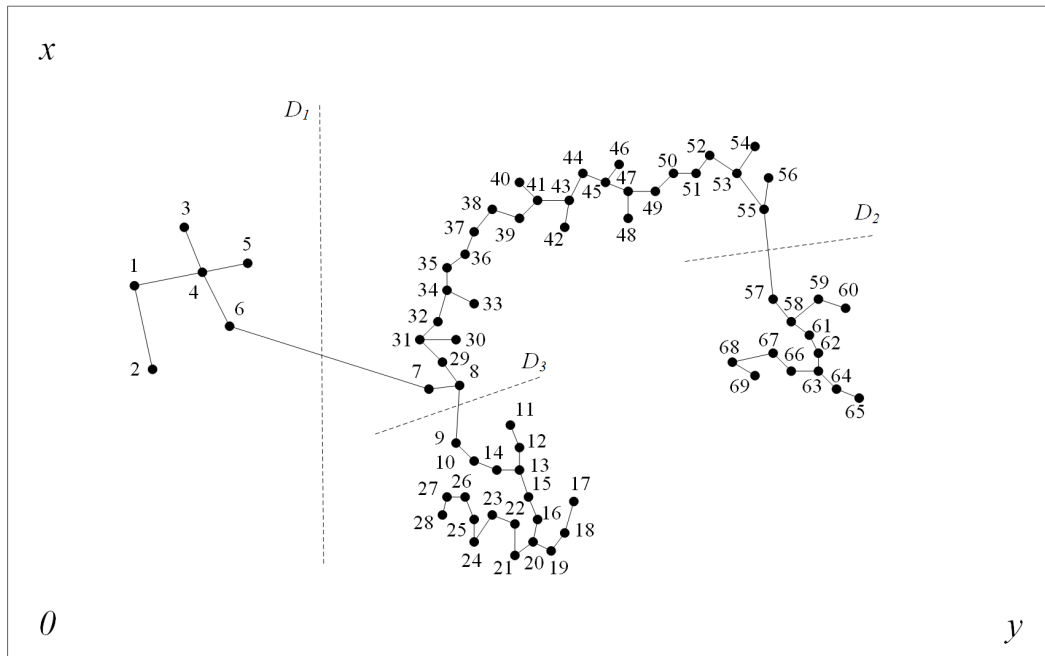
Выделять плотности элементов сети связи заданного фрагмента предлагается путем применения адаптированного алгоритма кластеризации KRAB. Анализ алгоритмов кластеризации [10–13] показал, что алгоритмы данного класса более трудоемкие чем его конкуренты, но в отличие от них алгоритм KRAB позволяет строить плотности произвольной формы и размеров, что повышает точность описания топологических неоднородностей фрагмента сети связи. Действие алгоритма основано на формировании кратчайшего незамкнутого пути (КНП) связного графа и проведении с его помощью разбиения множества исходных элементов по плотностям (рис. 4). У КНП — графа суммарная длина всех его ребер будет минимальной.

В результате вычислительных процедур алгоритма KRAB множество  $N_{\text{эл ССОП}}$  исходных элементов распределяются по  $m$  плотностям (неоднородностям) и соответствуют сформулированному критерию оптимальности разбиения. Общий критерий качества разбиения в алгоритме KRAB сформулирован так:

$$\Phi = \ln \frac{dh}{\lambda \rho} \rightarrow \max, \quad (4)$$

где  $d$  — средняя длина ребер, соединяющих плотности,

$h$  — равномерность распределения элементов по плотностям,



**Рис. 4.** Разбиение множества элементов фрагмента сети связи на плотности

$\lambda$  — общая мера неоднородности расстояний между элементами плотностей,  
 $\rho$  — мера близости внутренних точек всех плотностей, т.е. средняя длина всех внутренних ребер.

Чем больше функционал  $\Phi$ , тем это качество выше. Таким образом, осуществляя кластеризацию, нужно стремиться к максимизации  $\Phi$ .

Мерой близости элементов (узлов) внутри плотностей является средняя длина ребер КНП, соединяющих все вершины одной плотности:

$$\rho_i = \frac{1}{n_i - 1} \sum_{j=1}^{n_i-1} a_j, \tag{5}$$

где  $a_j$  — длина  $j$ -го ребра КНП;

$n_i$  — число элементов (узлов) в плотности  $m_i$ .

Общей мерой близости внутренних точек всех плотностей, т.е. средней длиной всех внутренних ребер является величина:

$$\rho = \frac{1}{M} \sum_{l=1}^M \rho_l, \tag{6}$$

где  $M$  — число плотностей.

Расстояние между плотностями также считают по КНП как среднюю длину ребер, соединяющих плотности:

$$d = \frac{1}{M-1} \sum_{l=1}^{M-1} d_l, \tag{7}$$

где  $d_l$  — длина ребра по которому проходит граница между плотностями. Чем больше  $d$ , тем лучше.

Мерой локальной неоднородности расстояний между элементами плотности является величина:

$$\lambda_i = \frac{\beta_{\min}}{a_i}, \quad (8)$$

где  $a_i$  — длина  $i$ -го ребра КНП;

$\beta_{\min}$  — длина наименьшего примыкающего ребра к  $a_i$ -му ребру.

Чем меньше величина  $\lambda_i$ , тем больше отличие в длинах соседних ребер, тем с большим основанием считается, что по ребру  $a_i$  пройдет граница.

Общая мера неоднородности определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^{M-1} \lambda_i, \quad (9)$$

Равномерность распределения элементов по плотностям выражается монотонной функцией, меняющейся в диапазоне от 0 до 1:

$$h = M^M \prod_{i=1}^M \frac{n_i}{N}, \quad (10)$$

где  $M^M$  — нормирующий множитель, обеспечивающий независимость величины  $h$  от числа плотностей  $M$  и общего количества элементов  $N$ .

Выделение плотностей (неоднородностей) сети связи заданного фрагмента производится следующим образом:

По географическим координатам фиксируют множество элементов сети связи, принадлежащих фрагменту  $\{a_1, a_2, \dots, a_j, \dots, a_k\}$ .

Вычисляют расстояния  $r_{ij}$  между всеми элементами сети связи. Расстояние между двумя точками вычисляется с учетом кривизны земной поверхности (ГОСТ Р 51794–2008 — Глобальные навигационные спутниковые системы. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек).

Фиксируют минимальные расстояния между всеми элементами фрагмента сети связи и формируют матрицу минимальных расстояний между элементами.

Строят граф кратчайшего незамкнутого пути (КНП) [14].

Присваивают номера от 1 до  $k$  полученному множеству ребер графа  $\{a_1, a_2, \dots, a_j, \dots, a_k\}$ .

Вычисляют для каждого  $a_j$ -го ребра графа величину  $\lambda_i$  локальной неоднородности расстояний между элементами по формуле (8).

Ранжируют множество ребер графа  $\lambda_i^{\min}$  по величине  $\lambda_i$ .

Выбирают  $a_i$  ребро с минимальной величиной меры  $\lambda_i^{\min}$  локальной неоднородности расстояний между элементами и удаляют его.

Причисляют элементы сети связи, разделенные удаленным  $a_j$  ребром, к двум кластерам (плотностям)  $C_1$  и  $C_2$ .

Вычисляют значения параметров оптимальности кластеризации —  $\rho$ ,  $d$ ,  $\lambda$ ,  $h$  по формулам (5–10) и значение функционала качества  $\Phi$  по выражению (4).

Запоминают значение функционала качества  $\Phi$ , количество кластеров (плотностей)  $m$  и их состав.

Повторяют вышеперечисленные действия, разделяя по тому же правилу  $N$  исходных элементов сети связи на плотности (неоднородности), количество которых находится на отрезке  $[1; N]$ .

Выбирают вариант с наилучшим функционалом качества  $\Phi$  по критерию:

$$\Phi \rightarrow \max \tag{11}$$

Формируют данные о топологических неоднородностях фрагмента:

- количество топологических плотностей  $M_i$  в заданном фрагменте;
- количество плотностей  $M_{ij}$  каждого  $j$ -го класса плотностей в заданном фрагменте;
- минимальное и максимальное расстояния между центрами тяжести плотностей  $S_i$  фрагмента ССОП  $L_i^{\min}, L_i^{\max}$ ;

минимальное и максимальное значения высоты и ширины для соответствующих  $j$ -ых классов плотностей  $\rho_j^{\min}, \rho_j^{\max}$ ;

количество элементов (узлов ССОП)  $N_k$  каждого  $k$ -го класса соответственно в плотности  $j$ -го класса;

минимальная и максимальная средняя длина ребер соединяющих все вершины внутри плотности для  $j$ -ых классов плотностей  $\rho_j^{\min}, \rho_j^{\max}$ ;

Приступают к определению структурных характеристик сформированного  $S_i$  фрагмента ССОП.

Далее приступают к определению структурных характеристик сформированного  $S_i$  фрагмента ССОП.

Подсчитывают количество операторов связи  $N_i^{OC}$  на выделенном  $S_i$  фрагменте ССОП по количеству элементов (узлов) соответствующего типа. По матрице связности определяют ранг узлов  $H_i^{YC}$  (по числу линий связи со смежными узлами) и запоминают полученные результаты.

$$H_i^{YC} = \sum_{k=1}^n k_i, \tag{12}$$

где  $k_i$  — линии связи  $i$ -го узла связи.

Также по матрице связности определяют общее количество связей  $V_m$  от узлов  $m$ -ой плотности и количество внутренних связей  $V_{вн.m}$  между узлами  $m$ -ой плотности.

Подсчитывают количество связей  $V_{фр.i}$  от узлов  $m$ -ой плотности, выходящих за  $S_i$  фрагмент ССОП.

Вычисляют общее количество внешних связей  $V_{внеш.m}$  от узлов  $m$ -ой плотности выходящих за ее пределы:

$$V_{внеш.m} = V_m - V_{вн.m}. \tag{13}$$

Вычисляют количество связей  $V_{пл.m}$  от узлов  $m$ -ой плотности к узлам других плотностей:

$$V_{пл.m} = V_{внеш.m} - V_{фр.i}. \tag{14}$$

На этом этапе фиксируют данные о структурных неоднородностях для соответствующих  $j$ -ых классов плотностей  $S_i$  фрагмента ССОП:

- минимальное и максимальное  $H^{\min}, H^{\max}$  значение рангов узлов плотностей;
- минимальное и максимальное количество связей  $M_{пл}^{\min}, M_{пл}^{\max}$  между плотностями;



– минимальное и максимальное количество связей  $V_{\text{фр}}^{\min}, V_{\text{фр}}^{\max}$ , выходящих за  $S_i$  фрагмент ССОП;

– минимальное и максимальное количество связей  $V_{\text{вн}}^{\min}, V_{\text{вн}}^{\max}$  внутри плотностей.

На третьем этапе производят статистическую обработку [15] полученных данных о топологических и структурных неоднородностях.

Разработанный в процессе исследования алгоритм доведен до программной реализации. Результаты кластеризации фрагмента ССОП Северо-Западного региона представлены на рис. 5.

Результаты выделения структурно-топологических неоднородностей фрагмента ССОП Северо-Западного региона представлены в табл. 2–3.



Рис. 5. Графическое представление фрагмента результатов кластеризации

Таблица 2

Фрагмент результатов статистической обработки полученных данных о топологических неоднородностях фрагмента ССОП

№ п/п	Наименование характеристики	Минимальное значение	Максимальное значение
1	Операторы связи $N_i^{OC}$ , шт	23	162
2	Выделенные плотности $M_j$ , шт	18	45
3	Среднее расстояние между центрами плотностей $L$ , км	2,875	15,287
4	Среднее количество узлов в плотностях $N_{\text{эл}}$ , шт	1	44
5	Среднее расстояние между узлами в плотностях $\rho$ , км	2,155	13,022

Таблица 3

Фрагмент результатов статистической обработки полученных данных  
о структурных неоднородностях фрагмента ССОП

№ п/п	Класс плотности	Ранг узлов		Количество внешних связей		Количество связей между плотностями		Количество связей за фрагмент	
		$\bar{H}_{\min}$	$\bar{H}_{\max}$	$\bar{V}_{\text{вн}}^{\min}$	$\bar{V}_{\text{вн}}^{\max}$	$\bar{V}_{\text{пл}}^{\min}$	$\bar{V}_{\text{пл}}^{\max}$	$\bar{V}_{\text{фр}}^{\min}$	$\bar{V}_{\text{фр}}^{\max}$
1	1	1	2	1	2	1	1	0	1
2	2	1	3	1	2	1	1	0	1
3	3	1	4	2	3	1	2	1	1
4	4	1	4	2	3	1	2	1	1
5	5	1	5	2	3	1	2	1	1
...									
<i>n</i>	44	1	8	6	14	4	10	2	4

Таким образом способ позволяет выделять структурно-топологические неоднородности заданного фрагмента ССОП с учетом сложившиеся принципов ее построения и особенностей функционирования, а также формировать устойчивые статистические данные о характеристиках выделенных неоднородностей телекоммуникационных ресурсов субъектов Российской Федерации, для их дальнейшего использования при формировании структуры заданной ИТКС, выборе узлов доступа к ССОП, а также планирования мероприятий защиты ИТКС от ДПВ.

### Литература

1. Закалкин П.В., Сухорукова Е.В., Тесля С.П. Защита национальной критической инфраструктуры в условиях кибервоздействий // Материалы конференции IX Санкт-Петербургской межрегиональной конференции «Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2015)» (Санкт-Петербург 28–30 октября 2015 г.), СПб., 2015. С. 155.
2. Федоров В.Г., Стародубцев Ю.И., Чукариков А.Г., Корсунский А.С. Способ защиты инфо-телекоммуникационных сетей критически важных объектов от сетевых компьютерных атак // Автоматизация процессов управления. 2018. № 1 (51). С. 14–19.
3. Семенов С.С., Федоров В.Г., Федорова С.В. Классификация пользовательских интерфейсов программно-аппаратных комплексов связи и автоматизированных систем управления военного назначения // Труды III Межвузовской научно-практической конференции «Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях» (Санкт-Петербург, 16 февраля 2018 г.). СПб., 2018. Т. 1. С. 360–366.
4. Федоров В.Г., Стародубцев Ю.И., Бегаев А.Н. Методика оценки управляемости фрагмента сети связи общего пользования с учетом влияния множественности центров управления и деструктивных программных воздействий // Вопросы кибербезопасности. 2017. № 4(22). С. 32–39.
5. Вершенник А.В., Федоров В.Г., Попова А.В. Способ защиты информационных потоков в многооператорных информационно-телекоммуникационных сетях // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Современные информационные технологии. Теория и практика» (Череповец, 04 декабря 2017 г.). Череповец, 2018. С. 154–158.
6. Федеральный закон от 07.07.2003 N126-ФЗ «О связи» // Законы, кодексы и нормативно-правовые акты Российской Федерации. URL: <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-07072003-n-126-fz-s/> (дата обращения: 20.04.2019).
7. Венцель Е.С. Теория вероятностей. 10-е изд., стер. М.: Академия, 2005. 576 с.
8. Вадзинский Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям. СПб.: Наука, 2001. 295 с.

9. Боев В. Д., Сыпченко Р. П. Компьютерное моделирование. Элементы теории и практики. СПб.: Изд-во ВАС, 2009. 436.
10. Загоруйко Н. Г. Методы распознавания и их применение. М.: Советское радио, 1972. 208 с.
11. Смирнов Е. С. Таксономический анализ. М.: Изд-во Моск. ун-т, 1969. 187 с.
12. Елкина В. Н., Загоруйко Н. Г. Количественные критерии качества таксономии и их использование в процессе принятия решений // Сб. трудов ИМСО АН СССР «Вычислительные системы». Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1969. Вып. 36. С. 29–46.
13. Tryon R. C. Cluster analysis. London: Ann Arbor Edwards Bros, 1939. 139 p.
14. Скиена С. Алгоритмы. Руководство по разработке: пер. с англ. 2-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2014. 720 с.
15. Виленкин Н. Я., Куницкая Е. С., Мордкович А. Г. Математический анализ. Интегральное исчисление. М.: Просвещение, 1979. 176 с.

## A METHOD OF SEPARATING STRUCTURE AND TOPOLOGICAL INHOMOGENEITIES OF A GIVEN FRAGMENT OF A COMMUNICATION NETWORK

**VADIM G. FEDOROV,**

St-Peterburg, Russia, vadim.fedorov.53@mail.ru

PhD, lecturer of the Military academy of communication of a name of S.M.Budyonnog;

**SVETLANA V. FEDOROVA,**

St-Peterburg, Russia, svetafedorov@mail.ru

postgraduate student of the Military academy of communication of a name of S.M.Budyonnog;

**OLEG L. SPITSYN,**

St-Peterburg, Russia, svetafedorov@mail.ru

PhD, lecturer of the Military academy of communication of a name of S.M.Budyonnog.

### ABSTRACT

To date, one of the most important critical scientific and technical problems of the development of departmental information and telecommunication systems is to ensure their information security, which is significantly exacerbated in the conditions of structural software impacts on state information systems. The primary objects of impact for the purpose of their disorganization and disabling are public administration systems based on information and telecommunication systems and based on the resources of common use communication networks of the unified telecommunication network of the Russian Federation. The absence of a trusted (domestic) telecommunication resource in the common use communication networks significantly reduces the stability and security of departmental information and telecommunication systems. It should be noted that now a huge number of Telecom operators have entered the market, each of which in the process of operation of the communication network will modernize and transform the existing structure of the unified telecommunication network of the Russian Federation in terms of related. Networks of operators can be

subdivided into sections on a regional basis, such as a district, city, region or built on other principles. In addition, the current of common use communication networks is heterogeneous on the whole set of their characteristics and properties. Analysis of the characteristics of the main communication operators allowed us to identify the following types of inhomogeneities: topological inhomogeneities (fragments of common use communication networks, the distance between the communication nodes is much less than the distance to the communication nodes of other fragments); structural inhomogeneities (fragments of common use communication networks with high network density, which is the ratio of the total number of connections of communication nodes of the fragment to the number of elements). In the article the method allowing to allocate structurally-topological heterogeneities of the set fragment of a communication network with the account of the developed principles of its construction and features of functioning, and also to form steady statistical data on characteristics of the allocated inhomogeneities for their further use at formation of structure of the set information and telecommunication system, the choice of access points, and also planning of measures of protection of information and telecommunication systems from destructive program influences is considered.

**Keywords:** public communication network, a fragment of a communication network, structural heterogeneity, topological heterogeneity, destructive software effects.

## REFERENCES

1. Sukhorukova E.V., Zakalkin P.V., Starodubtsev, Y.I. Zashchita nacional'noj kriticheskoj infrastruktury v usloviyah kibervozdeystvij [Protection of national critical infrastructure in terms of iberostate]. *Materialy konferencii IX Sankt-Peterburgskoj mezhhregional'noj konferencii "Informacionnaya bezopasnost' regionov Rossii (IBRR-2015)"* [Proc. of a conference IX of the St. Petersburg interregional conference "Information Security of Regions of Russia (IBRR-2015)", St. Petersburg on October 28–30, 2015], St. Petersburg., 2015. P. 155. (In Russian)
2. Fedorov V.G., Starodubtsev Y.I., Chubarikov A.G., Korsunsky A.S. Sposob zashchity info-telekommunikacionnyh setej kriticheski vazhnyh ob'ektov ot setevyh komp'yuternyh atak [Method of protection of info-telecommunication networks of critical facilities against network attacks]. *Avtomatizaciya processov upravleniya* [Automation of management processes]. 2018. No. 1 (51). Pp. 14–19. (In Russian)
3. Semenov S.S., Fedorov V.G., Fedorova S.V. Klassifikaciya pol'zovatel'skih interfejsov programmno-apparatnyh kompleksov svyazi i avtomatizirovannyh sistem upravleniya voennogo naznacheniya [Classification of user interfaces of software and hardware communication systems and automated control systems for military purposes]. *Trudy III Mezhhvuzovskoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Problemy tehničeskogo obespečeniya vojsk v sovremennyh usloviyah"* [Proceedings of the III Interuniversity scientific and practical conference "Problems of Technical Providing Troops in Modern Conditions", St. Petersburg, on February 16, 2018]. 2018. Vol. 1. Pp. 360–366. (In Russian)
4. Fedorov V.G., Starodubtsev Y.I., Bugaev A.N. Metodika ocenki upravlyaemosti fragmenta seti svyazi obščego pol'zovaniya s učetom vliyaniya mnozhestvennosti centrov upravleniya i destruktivnyh programnyh vozdeystvij [Method of assessing the controllability of a fragment of the communication network of General use taking into account the influence of multiple centers of control and destructive software effects]. *Voprosy kiberebezopasnosti* [Questions of cyber security]. 2017. No. 4(22). Pp. 32–39. (In Russian)
5. Varsenik A.V., Fedorov V.G., Popova A.V. Sposob zashchity informacionnyh potokov v mnogooperatornyh informacionno-telekommunikacionnyh setyah [Method of protection of information flows in multi-statement information and telecommunication networks]. *Materialy IV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Sovremennye informacionnye tehnologii. Teoriya i praktika"* [Proceedings of the IV all-Russian scientific-practical conference "Modern information technologies. Theory and practice", Cherepovets, on December 04, 2017]. Cherepovets, 2018. Pp. 154–158. (In Russian)
6. Federal Law No. 126-FZ of 07.07.03 "O svyazi" ["On communications"] of 07.07.03. *Zakony, kodeksy i normativno-pravovye akty Rossijskoj Federacii* [Laws, codes and normative legal acts of Russian Federatsii]. URL: <<https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-07072003-n-126-fz-s/>> (date of access: 20.04.2019). (In Russian)
7. Ventsel' E.S. *Teoriya veroyatnostej* [Probability Theory]. 10th ed. Moscow: Akademiya, 2005. 576 p. (In Russian)

8. Vadzinskij R. N. *Spravochnik po veroyatnostnym raspredeleniyam* [Reference book on probabilistic distributions]. St. Petersburg: Nauka, 2001. 295 p. (In Russian)
9. Boev V. D., Sypchenko R. P. *Komp'yuternoe modelirovanie. 'Elementy teorii i praktiki* [Computer simulation. Elements of theory and practice]. Studies'. Benefit. St. Petersburg: Voennaya akademiya svyazi Publ., 2009. 436 p. (In Russian)
10. Zagoruiko N. D. *Metody raspoznavaniya i ih primeneniye* [Methods of recognition and their application]. Moscow: Sovetskoe radio, 1972. 208 p. (In Russian)
11. Smirnov E. S. *Taksonomicheskij analiz* [Taxonomic analysis]. Moscow: Lomonosov Moscow State University Publ., 1969. 187 p. (In Russian)
12. Elkina V. N., Zagoruiko N. D. Kolichestvennye kriterii kachestva taksonomii i ih ispol'zovanie v processe prinyatiya reshenij [Quantitative criteria of taxonomy quality and their use in decision – making]. *Sbornik trudov IM SO AN SSSR "Vychislitel'nye sistemy"* [Proc of the Academy of Sciences of the USSR "Computing systems"]. Novosibirsk: Nauka., 1969. Issue 36. Pp. 29–46. (In Russian)
13. Tryon R. C. *Cluster analysis*. London: Ann Arbor Edwards Bros, 1939. 139 p.
14. Skiena S. S. *The algorithm design manual*. 2nd ed. NY: Springer-Verlag London, 2008. 730 p.
15. Vilenkin N. I., Kunitskaya E. S., Mordkovich A. G. *Matematicheskij analiz. Integral'noe ischislenie* [Mathematical analysis. Inte-Gral calculus]. Moscow: Prosveschenie, 1979. 176 p. (In Russian)