

УДК 519.85:629.735(043.2)

Прищепя Т. А.,
старший преподаватель
ИТС НТУУ «КПИ»

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МОБИЛЬНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ С ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ АЭРОПЛАТФОРМАМИ

Аннотация. В работе рассмотрен вопрос применения мобильных сенсорных сетей с телекоммуникационными аэроплатформами (ТА) в условиях ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Предложен метод повышения пропускной способности мобильных сенсорных сетей с ТА в условиях быстрого и непредвиденного перемещения мобильных сенсоров.

Ключевые слова: мобильные сенсорные сети, пропускная способность, управление.

Прищепя Т. О.,
старший викладач
ІТС НТУУ «КПІ»

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ МОБІЛЬНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ З ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМИ АЕРОПЛАТФОРМАМИ

Анотація. В роботі розглянуто питання застосування мобільних сенсорних мереж з телекомунікаційними аероплатформ (ТА) в умовах ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Запропоновано метод підвищення пропускної здатності мобільних сенсорних мереж з ТА в умовах швидкого і непередбаченого переміщення мобільних сенсорів.

Ключові слова: мобільні сенсорні мережі, пропускна здатність, управління.

Prishepa T.A.,
ITS NTUU "KPI"

MATHEMATICAL MODELING OF QUADCOPTER MOTION

Abstract. We consider the application of sensor networks with mobile telecommunications aeroplatform (TA) in terms of emergency response. A method for increasing the capacity of the mobile sensor networks and in the rapid and unexpected movement of mobile sensors.

Keywords: mobile sensor networks, bandwidth management.

Введение. В Украине, как и во всем мире, возникают чрезвычайные ситуации различного характера, в результате которых гибнут люди, а материальные убытки достигают нескольких миллиардов. При этом практически все чрезвычайные ситуации приводят к потере информационно-телекоммуникационного обеспечения процесса спасательно-восстановительных работ, поэтому задача практически мгновенного восстановления информационно-телекоммуникационного обеспечения является актуальной.[2] В таких ситуациях оперативное

обеспечение связи в подразделениях спасательных бригад и других мобильных служб возможно обеспечить путем развертывания мобильных сенсорных сетей (МСС). Мобильные сенсоры могут свободно передвигаться в заданном районе и соединяться между собой непосредственно - в зоне радиовидимости, или с ретрансляцией пакетов через соседние узлы (если эти узлы выполняют функцию маршрутизации), образуя, таким образом, многозвенные сети произвольной структуры. Увеличить зону покрытия МСС возможно путем иерархической пространственной организации сети с применением телекоммуникационных аэроплатформ разных уровней, выполняющих роль ретрансляторов, соединяя между собой удаленных абонентов. Особенно актуально применение телекоммуникационных аэроплатформ на основе миниатюрных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), например, квадрокоптеров, что является более оперативным и экономичным в отличие от использования больших аэроплатформ.

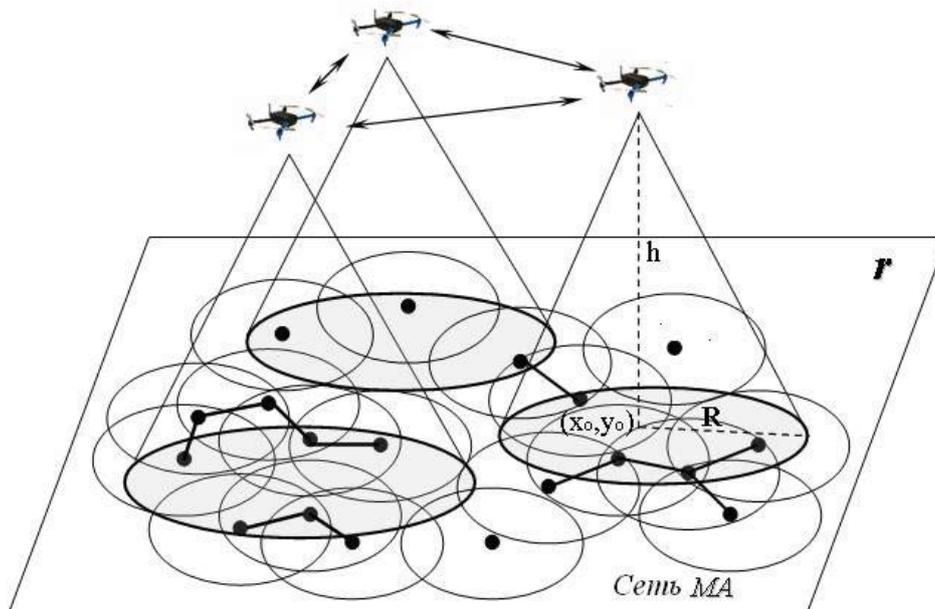


Рис. 1 Пример архитектуры МСС с ТА

Топология таких мобильных радиосетей носит динамичный характер и постоянно развивается, а значит, требует эффективной системы управления (СУ), которая будет быстро реагировать на структурные и функциональные изменения, обеспечивая те или иные цели управления, а именно:

- обеспечение связности (структурной надежности);
- качество маршрутов передачи данных между абонентами (QoS);
- повышение пропускной способности сети и др.

Управляющими параметрами в данном случае могут выступать мощность передатчиков, нагрузки, взаимное положение узлов и др. Недостаточно решенной на сегодня задача оптимального оперативного

размещения множества телекоммуникационных аэроплатформ для повышения пропускной способности сети с одновременным обеспечением структурно-функциональной связности мобильных сенсоров. Предложенные на сегодня методы, заложенные в СУ топологией(местоположением), решают лишь частичные задачи обеспечения геометрической связности разобщенных компонентов сети, без учета ограничения емкости канальных ресурсов, распределения нагрузки и обслуживания пакетов в узлах сети. Также большинство методов решают только статические задачи, не учитывая характер мобильности сенсоров и маневренность, следовательно, подлежат совершенствованию. Существующие методы планирования наземных радиосетей также не эффективны, так как имеют большую сложность и время вычисления, что не позволяет обрабатывать полученные решения в режиме реального времени. В связи с этим, повышение пропускной способности мобильных сенсорных сетей с телекоммуникационными аэроплатформами с одновременным обеспечением структурно-функциональной связности мобильных сенсоров в условиях их быстрого и непредсказуемого перемещения является актуальной задачей.[3]

Постановка задачи.

Пусть заданы:

множество наземных узлов $V_i, i = \overline{1, N}$, где N - количество наземных узлов (МА), рассредоточенных в некотором районе; множество БПЛА $V_j, j = \overline{1, K}$, где K - количество БПЛА; R - радиус зоны обслуживания каждого БПЛА, м; $D^0(P^0)$ - радиус (мощность) передачи каждого БПЛА.[5]

Каждый узел сети в момент времени t описывается совокупностью параметров: координатами размещения и скоростью движения $(x_i, y_i), S_i, i = \overline{1, N}$; высотой относительно земной поверхности h (будем считать, что $h = 0$); радиусом (мощностью) передачи $d^0(p^0)$; маршрутной таблице кратчайших маршрутов Π_i .

Тогда **постановку задачи** можно сформулировать следующим образом: найти в режиме реального времени такое управленческое воздействие C_T (координаты размещения множества БПЛА в пространстве $(x_{0j}, y_{0j}, z_{0j}), S_{0j}, j = \overline{1, K}$, определяющие матрицу связности A^j), которое обеспечит максимум целевой функции связности.

$$A^j = \arg \max_{C_T \in \Omega_2} S(A)$$

$$\Omega_2 : \left\{ \begin{array}{l} d_{ij} \leq d^0, D_{ij} \leq D^0, \forall i, j \in m_{ab} (p_i \leq p^0, P_i \leq P^0, \forall i \in m_{ab}); \\ s(m_{ab}) \geq s^0; \overline{t_3} \leq t_3^0 (l(m_{ab}) \leq l^0); g_{ij} \leq s_{ij}(m_{ab}) \end{array} \right\} \quad (1)$$

$$S(A) = \sum_{i,j=1}^N \sum_{a,b=1}^N s_{ij}^{\min}(m_{ab}), i \neq j, a \neq b, \quad (2)$$

где $S(A)$ – пропускная способность сети;

$s_{ij}^{\min}(m_{ab})$ – минимальная пропускная способность канала (ребра), который входит в состав самого короткого маршрута m_{ab} между парой отправитель-адресат ab , $i, j, a, b = \overline{1, N}$. [6]

Метод управления топологией сети БПЛА для повышения структурно-информационной связности МСС

Управление топологией сети БПЛА включает в себя следующие этапы: планирование, развертывание, оперативное управление.

Этап планирования осуществляется центром управления сети БПЛА. Он содержит в себе:

1. Планирование топологии сети БПЛА (нахождение необходимого количества БЛА, определение их первоначального местоположения или перемещение в пространстве), реализующее определенные цели управления (повышение структурной и/или информационной связности сети), исходя из требований к параметрам сети и требований по передаче трафика.

2. Распределение ресурсов (аппаратурных, частотных, энергетических, пространственных) сети БПЛА, выбор конкретных параметров и режимов работы технических средств (методов и алгоритмов управления).

Этап развертывания заключается в запуске заданного количества БПЛА и управлении их полетом в заданные районы барражирования (места их первоначального расположения). При этом задачи этапа развертывания (перепланировка топологии) сети БПЛА могут выполняться и на этапе оперативного управления при значительных изменениях сети (ее повреждения, введении новых группировок узлов и др.). Контроль за полетом БПЛА и работой его бортовых систем осуществляется из центра управления сетью.

На этапе оперативного управления по принятым критериям эффективности постоянно оценивается состояние сети, и принимаются меры (в соответствии с планом и реальной обстановкой) по удержанию показателей эффективности функционирования (пропускной способности) в заданных пределах или их оптимизации. Задачи оперативного управления (в отличие от задач планирования) решаются смешанным способом (централизованно/децентрализованно) в режиме реального времени.

Блок-схема метода управления топологией сети БПЛА представлена на рис.2.

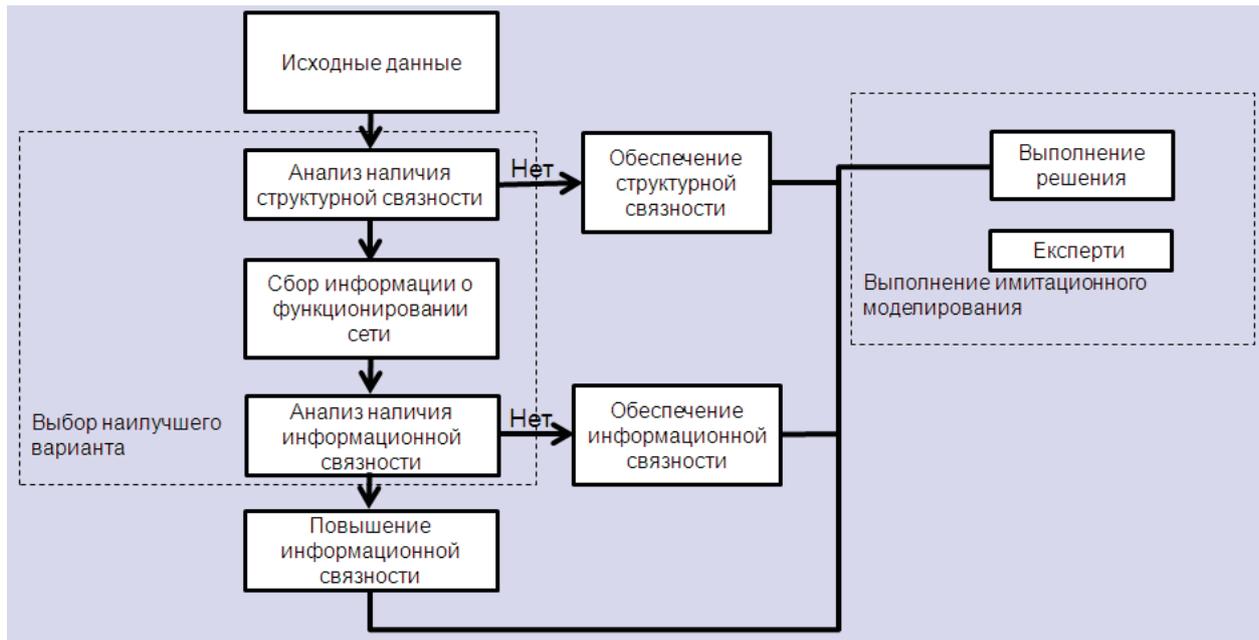


Рис.2 Блок-схема метода управления топологией сети БПЛА

Где выбор наилучшего варианта проводится с помощью методов теории игр [4] (критериев Вальда, критериев Севиджа, критериев Гурвица).

Вывод. В работе предложен метод повышения пропускной способности мобильных сенсорных сетей с телекоммуникационными аэроплатформами в условиях их быстрого и непредсказуемого перемещения.

Использованные источники информации:

1. Брагін А.С. Метод підвищення точності позиціонування мобільних абонентів / А.С. Брагін, Новіков В.І., Прищеп Т.О., Понедільченко Р.С. // Науковий вісник Академії муніципального управління. Збірник наукових праць. Серія «Техніка» – 2012. – Вип. 5. – С. 12-20.
2. Прищеп Т.О. Застосування сенсорних телекомунікаційних систем в умовах надзвичайних ситуацій / Т.О. Прищеп // Науковий вісник Академії муніципального управління. Збірник наукових праць. Серія «Техніка» – 2014. – Вип. 7. – С. 153-157.
3. Прищеп Т.О. Безпроводові сенсорні мережі із мобільними сенсорами / Т.О. Прищеп, О.І. Лисенко // 9-а міжнар. наук.-техн. конф., 21-25 квітня 2015р. : тези доп. – К., 2015. – С. 378-381.
4. Прищеп Т.О. Методи оцінки границь досяжності значень показника якості телекомунікаційної системи зони лиха в умовах деструктивних впливів / Т.О. Прищеп // Науковий вісник Академії муніципального управління. Збірник наукових праць. Серія «Техніка» – 2013. – Вип. 6. – С. 129-141.
5. Лысенко А. И. Метод оптимального управления топологией сети беспилотных летательных аппаратов / А.И. Лысенко, С.В. Валуйский, Т.А. Прищеп // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии (КрыМиКо '2010): 20-я междунар. крымская конф., 13-17 сен. 2010г. : материалы конф. – Севастополь, 2010. – Т.1. – С. 333–334.

6. Лысенко А. И. Оценка связности беспроводных эпизодических сетей / А.И.Лысенко, С.В.Валуйский, Т.А.Прищепа // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии(КрыМиКо '2010) : 20-я междунар. крымская конф., 13-17 сен. 2010г. : материалы конф. – Севастополь, 2010. – Т.1. – С. 439–440.

References:

1. Brahin A.S. Metod pidvyshchennya tochnosti pozytsionuvannya mobil'nykh abonentiv / A.S. Brahin, Novikov V.I., Pryshchepa T.O., Ponedil'chenko R.S. //Naukovyy visnyk Akademiyi munitsypal'noho upravlinnya. Zbirnyk naukovykh prats'. Seriya «Tekhnika» – 2012. – Vyp. 5. – S. 12-20.
2. Pryshchepa T.O. Zastosuvannya sensorykh telekomunikatsiynykh system v umovakh nadzvychaynykh situatsiy / T.O. Pryshchepa // Naukovyy visnyk Akademiyi munitsypal'noho upravlinnya. Zbirnyk naukovykh prats'. Seriya «Tekhnika» – 2014. – Vyp. 7. – S. 153-157.
3. Pryshchepa T.O. Bezprovodovi sensorni merezhi iz mobil'nymy sensoramy / T.O. Pryshchepa, O.I. Lysenko // 9-a mizhnar. nauk.-tekhn. konf., 21-25 kvitnya 2015r. : tezy dop. – K., 2015. – S. 378-381.
4. Pryshchepa T.O. Metody otsinky hranys' dosyazhnosti znachen' pokaznyka yakosti telekomunikatsiynoyi systemy zony lykha v umovakh destruktyvnykh vplyviv / T.O. Pryshchepa // Naukovyy visnyk Akademiyi munitsypal'noho upravlinnya. Zbirnyk naukovykh prats'. Seriya «Tekhnika» – 2013. – Vyp. 6. – S. 129-141.
5. Лысенко А. Ю. Metod optimal'noho upravlenyya topolohyey sety bespylotnykh letatel'nykh apparatov / А.Ю.Лысенко, S.V.Valuyskyu, T.A.Pryshchepa //SVCh-tekhnyka y telekommunikatsyonnyye tekhnolohyy(KрыМуКо '2010): 20-ya mezhdunar. krymskaya konf., 13-17 sen. 2010h. : materyaly konf. – Sevastopol', 2010. – Т.1. – S. 333–334.
6. Лысенко А. Ю. Otsenka svyaznosti besprovodnykh epyzodycheskykh setey / А.Ю.Лысенко, S.V.Valuyskyu, T.A.Pryshchepa // SVCh-tekhnyka y telekommunikatsyonnyye tekhnolohyy(KрыМуКо '2010) : 20-ya mezhdunar. krymskaya konf., 13-17 sen. 2010h. : materyaly konf. – Sevastopol', 2010. – Т.1. – S. 439–440.

Рецензент: д.т.н., проф.. Лысенко А.И.