

ВЛИЯНИЕ КОНФЛИКТА НА ЮГО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ НА БЕЗОПАСНОСТЬ УКРАИНСКОЙ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Александр Автушко-Сикорский

Резюме

Украинская газотранспортная система (ГТС) является крайне важным элементом европейской газовой инфраструктуры, обеспечивающим поставки почти четверти объемов природного газа, ежегодно потребляемого в Европе. В свою очередь, значительная часть юго-восточных областей Украины попадает в зону нестабильности, обусловленную конфликтом между Российской Федерацией и новой киевской властью. Существование зоны нестабильности представляет угрозу для целостности ГТС из-за риска повреждения ее элементов в ходе боевых столкновений или потерей контроля над ее частями со стороны украинского правительства.

Однако различные части украинской ГТС имеют различную значимость для устойчивости транзита природного газа в пределах Украины и в страны ЕС. Какие части ГТС являются наиболее важными для транспортировки газа? Могут ли боевые действия на юго-востоке Украины нести угрозу безопасности газового транзита через Украину?¹

Ответить на эти вопросы можно используя метод, называемый анализом сетей (*network analysis*). Моделирование украинской ГТС в виде сети и анализ ее структуры показывают, что наиболее важными для устойчивости ее функционирования являются газокomppressorные станции в районе поселка Щебелинка Балаклейского района Харьковской области и городского поселка Дашава Стрыйского района Львовской области. Отключение или повреждение этих станций может серьезно затруднить поступление российского газа в украинскую ГТС (в случае со станцией в Щебелинке) или практически полностью прекратить транзит газа из Украины в страны Европы (в случае со станцией в Дашаве).

На данный момент территория, контролируемая силами сепаратистов, и места боевых столкновений между ними и частями регулярной армии Украины находятся более чем в 300 км от Щебелинки и более чем в тысяче километров от Дашавы, поэтому прямой угрозы целостности украинской ГТС они не несут. Однако существование зоны нестабильности в относительной близости от точки, важной для функционирования украинской ГТС, делает актуальным создание в Украине особого подразделения по охране газотранспортной инфраструктуры. Такое подразделение может быть создано на основе уже существующего подразделения МВД Украины «Скорпион», в функции которого входит охрана ядерных объектов, находящихся на территории Украины.

¹ Следует отметить, что боевые действия на юго-востоке Украины не являются единственной угрозой для транзита природного газа через ее территорию и угрозой для энергетической безопасности Украины как таковой. Отдельную угрозу несет строительство газопровода «Южный поток», идущего из России в Западную Европу в обход Украины. Анализ текущей ситуации и возможных рисков, сопутствующих строительству «Южного потока», будут даны в одной из последующих аналитических работ BISS.

В то же время, с учетом проблем и трудностей, существующих на данный момент в украинской армии, дополнительную помощь в создании особого подразделения могут оказать специалисты других стран, обладающие специализированным опытом охраны объектов энергетической инфраструктуры. Вероятно, такую помощь могли бы предоставить военные эксперты Министерства обороны США, поскольку армия Соединенных Штатов обладает опытом охраны нефтяной инфраструктуры Ирака. Кроме того, охрану объектов могут также осуществлять миротворческие войска, если они будут направлены в Украину и будут обладать соответствующим мандатом.

Введение

Инфраструктура украинской ГТС может обеспечивать транзит 142 млрд кубических метров российского природного газа в Европу ежегодно. Это составляет 55% от общих транзитных мощностей, обеспечивающих Европу российским газом, и превышает суммарную пропускную способность других путей транзита российского газа: газопровода «Ямал – Европа» и «Северного потока» (EEGas, 2014). Этот объем составляет 20% от объема газа, ежегодно потребляемого в Европе, что делает безопасность и устойчивость самой ГТС крайне важной для бесперебойных поставок энергоресурсов европейским потребителям.

В настоящий момент транзит российского газа составляет лишь около 50% от общих транзитных мощностей украинской ГТС (это стало возможным после введения в строй «Северного потока»; см. статистику по транзиту в Naftogaz, 2014). Однако даже с учетом этих ограничений, объем транзита через Украину практически равен суммарной максимальной мощности транзита газопроводов «Северного потока» и «Ямал – Европа».

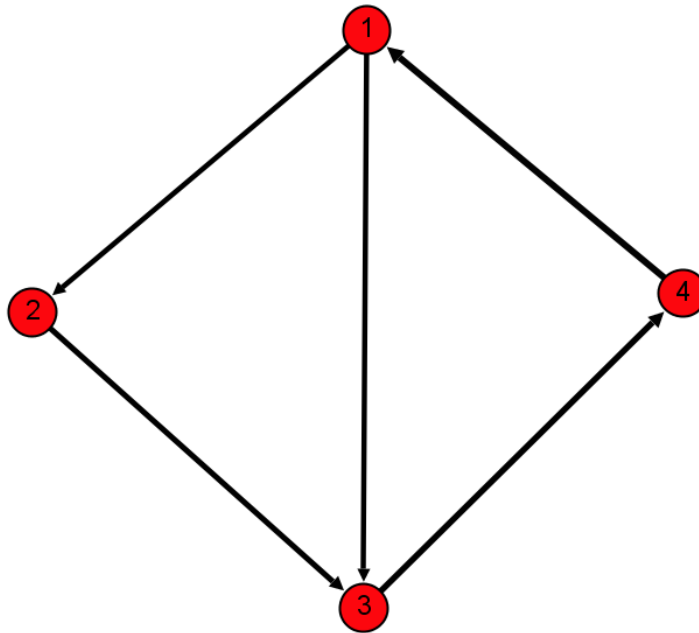
Украинская ГТС — это не одна транзитная труба, а разветвленная сеть газопроводов, обеспечивающих транспорт газа как по территории всей Украины, так и сразу в несколько европейских стран: Словакию, Чехию, Австрию, Польшу, Молдову, Румынию и др. В связи с этим возникает вопрос: является ли какая-то часть украинской ГТС более важной для транзита газа и функционирования всей ГТС в целом, нежели другие части? Если да, то в каких пределах находится эта часть газопроводной сети, и каковы будут последствия ее отключения? Эти вопросы становятся весьма актуальными из-за вооруженного конфликта на юго-востоке Украины. Повреждение отдельных частей украинской ГТС может повлиять на ее функционирование и устойчивость газовых поставок, а установление контроля над ними позволит использовать их в качестве «разменной монеты» в переговорах сепаратистов с Киевом, а также в переговорах об условиях поставок российского газа украинским и европейским потребителям.

Методология и данные

Характеристикой любой сети является наличие в ней узловых точек (*nodes*) и связей между ними (*links*). Узловые точки — это основные компоненты сети, обеспечивающие ее функционирование и определяющие ее характеристики. К примеру, в террористической сети узловыми точками будут непосредственно сами террористы, а в сети энергоснабжения — станции, вырабатывающие электричество, и трансформаторные подстанции, обеспечивающие распределение электроэнергии по всей сети.

Узловые точки в сети соединяются связями, которые обеспечивают обмен между узловыми точками и распространение по сети ее содержимого. В случае с террористической сетью этим содержимым будет информация, в случае с сетью энергоснабжения — электричество. Связи в сети могут иметь различный *вес*, в зависимости от того, какое количество содержимого сети они передают от одной узловой точки к другой. Кроме того, связи могут быть направленными и ненаправленными. Направленная связь характеризуется тем, что содержимое по ней передается строго в одном направлении от одной узловой точки к другой (см. Barabási, 2012). Визуализация простейшей сети приведена на рис. 1.

Рисунок 1. Визуализация сети из четырех узловых точек и пяти связей (узловые точки подсвечены красным цветом, связи — черным, стрелки показывают направленность связей)



Аналогичным образом мы смоделируем украинскую ГТС в виде сети с направленными связями. В качестве узловых точек представим компрессорные станции, соединения и разветвления газовых труб. В качестве связей, соединяющих узловые точки, — непосредственно трубы, осуществляющие транспортировку газа в пределах ГТС. В качестве источника данных для кодирования сети будем использовать карту газотранспортной системы Украины (Naftogaz, 2009).

Чтобы определить, какие из узловых точек являются наиболее важными для транспортировки газа в пределах ГТС и для устойчивости всей ГТС в целом, рассчитаем параметр так называемой потоковой критичности (*flow betweenness*).

Термин потоковой критичности пришел из анализа финансовых рынков, в которых крайне важно свободное и быстрое движение капитала. Потоковая критичность определяет, насколько та или иная узловая точка в пределах сети важна для свободного прохождения по сети любых потоков: информационных, денежных, или, как в нашем случае, потоков природного газа. «Убрав» из сети точки с наибольшим уровнем потоковой критичности или нарушив их функционирование, мы тем самым серьезно замедлим или прекратим прохождение по сети потоков газа в целом или по определенной их части. Потоковая критичность измеряется в диапазоне от нуля до бесконечности: чем выше значение потоковой критичности, тем выше значимость узловой точки для свободного прохождения потоков по сети (White, Smith, 1988; Freeman, Borgatti, White, 1991). То, насколько конкретная узловая точка важна для свободного прохождения потоков по сети, определяется целым набором условий: количеством связей, подсоединенных к точке, их направленностью, а также непосредственно конфигурацией всей сети.

Анализ сети

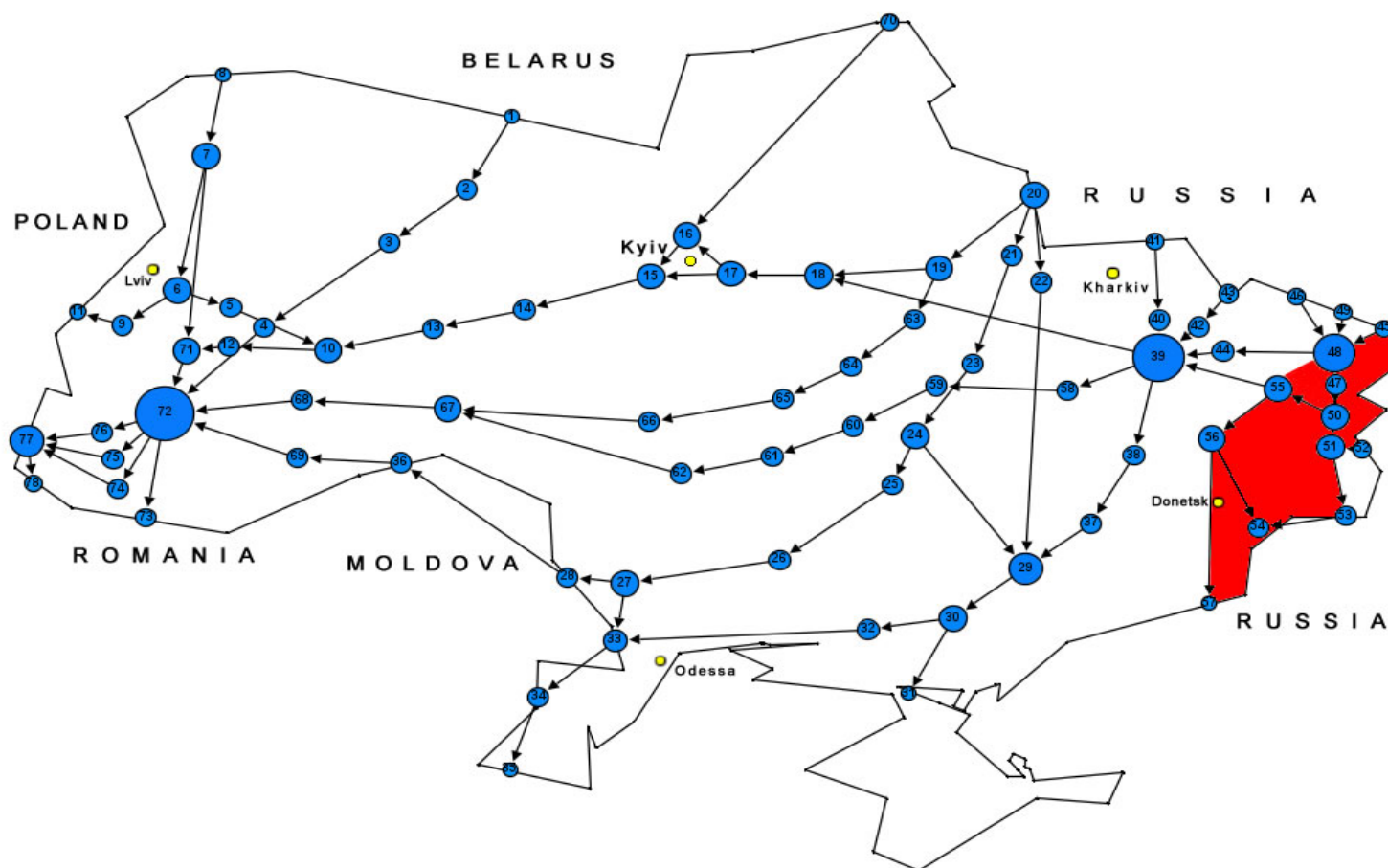
Схематически карта украинской ГТС с низкой детализацией представлена на рис. 2. Территория, в той или иной степени контролируемая на данный момент сепаратистами, обозначена областью красного цвета.

Рисунок 2. Украинская ГТС с малой детализацией сети газопроводов (См. легенду карты для расшифровки условных обозначений)



На рис. 3 представлена визуализация украинской ГТС в виде сети. Диаметр конкретной узловой точки зависит от количества связей, которые соединяют эту точку с другими узловыми точками. Стрелки показывают направленность связей. Красной областью обозначена территория, контролируемая сепаратистами. Часть ГТС, находящаяся на полуострове Крым, не включена в визуализацию и последующий анализ, поскольку де-факто находится вне контроля украинского правительства. Нумерация узловых точек в сети проставлена произвольно; соответствие географическим объектам см. в карте, использованной для кодирования сети (Naftogaz, 2009).

Рисунок 3. Визуализация украинской ГТС в виде сети² (соблюдено приблизительное географическое масштабирование)



Анализ сети показывает, что точки 39 и 72 играют роль хабов (*hubs*) — узловых точек, которые связывают между собой наибольшее количество других точек. При этом данные точки являются точками с наибольшим уровнем потоковой критичности (см. таб. 1).

Таблица 1. Точки с наибольшим значением потоковой критичности (в таблицу включены точки со значением критичности более 10)

| Узловая точка | Значение потоковой критичности ³ |
|-----------------------------|---|
| 39 (Щебелинка) ⁴ | 42,824 |
| 72 (Дашава) | 40,416 |
| 71 (Бобрка) | 19,354 |
| 67 (Бердичев) | 17,600 |
| 48 (Новопсков) | 16,718 |
| 10 (Тернополь) | 14,596 |
| 44 (Боровая) | 13,470 |
| 29 (Краснополье) | 12,935 |
| 68 (Гусятин) | 10,647 |
| 13 (Красилов) | 10,181 |

² Здесь и далее визуализация сети осуществлялась в приложении Gephi 0.8.2 (Gephi, 2014).

³ Расчет значений потоковой критичности производился в программном пакете UCInet 6.0 (Borgatti, Everett, 2002). UCInet является наиболее часто используемым пакетом для визуализации и параметрического анализа сетей различных типов. В качестве другого примера использования пакета для анализа газопроводных сетей см. (Vedres, Scotti, 2012).

⁴ В скобках даны названия населенных пунктов, ближайших к указанным узловым точкам.

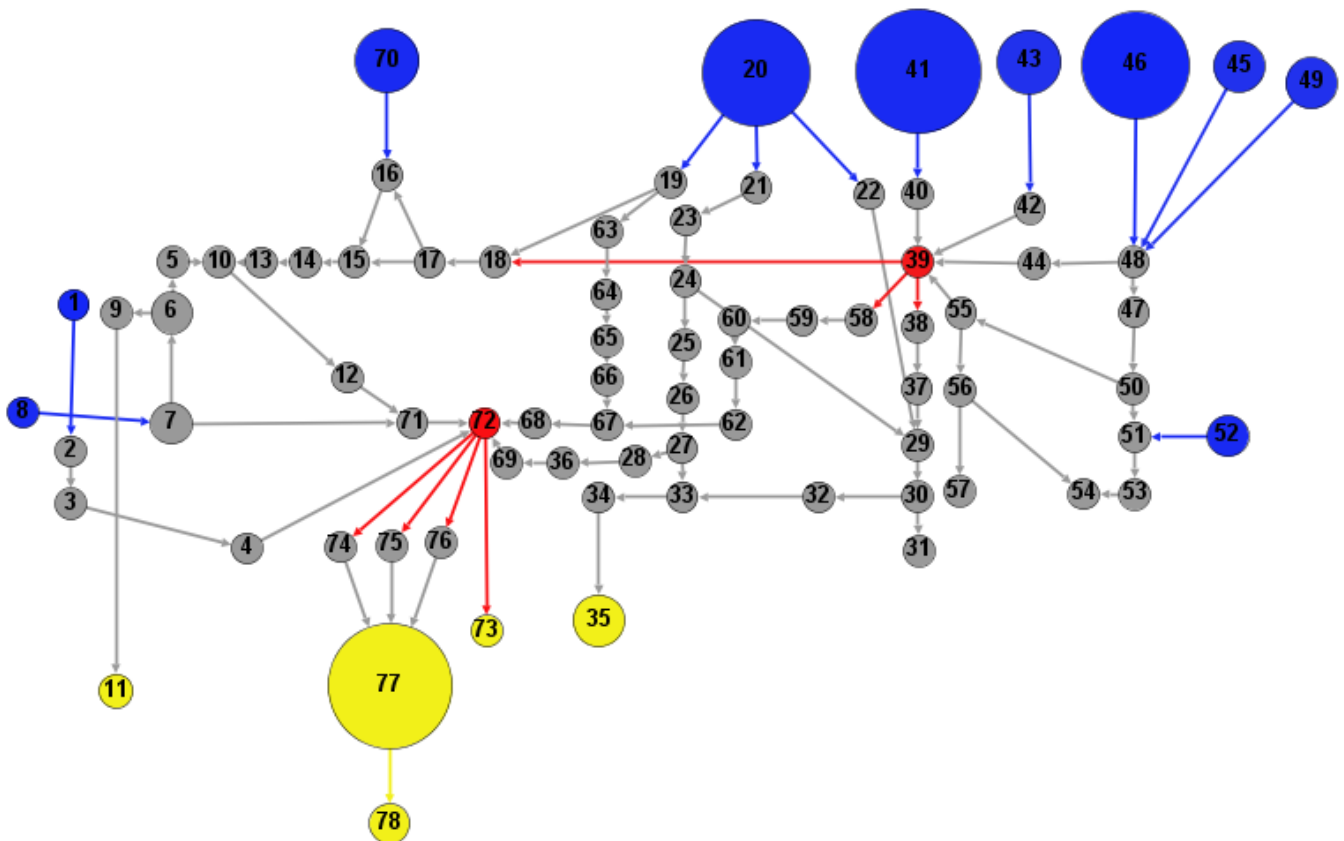
Узловыми точками, наиболее важными для транзита газа в пределах и за пределы украинской ГТС, являются компрессорные станции в районе поселка Щебелинка Балаклейского района Харьковской области (точка 39) и городского поселка Дашава Стрыйского района Львовской области (точка 72). Важно, что эти узловые точки обладают весьма высоким уровнем потоковой критичности относительно других точек: критичность точки 72 более чем в два раза превышает ближайшую по уровню критичности точку 71.

Таким образом, обозначенные точки играют наиболее важную роль для устойчивости транзита природного газа как по территории украинской ГТС, так и за ее пределы. На важность этих точек в данном случае влияет два фактора: конфигурация сети и географическое расположение.

Сами по себе хабы далеко не всегда являются точками с наивысшим значением потоковой критичности, все зависит от направленности соединенных с ними связей и месторасположением хабов в сети. В случае же с украинской ГТС точки 39 и 72 расположены весьма близко к границам Украины. Точка 39 отвечает за распределение крупных объемов газа, идущих из России, в пределах Украины, т.е. она является «медиатором» между источниками газа и всей остальной сетью. Точка 72, в свою очередь, является медиатором между трубами в пределах ГТС и трубами, идущими за пределы Украины. Иными словами, она важна для поступления российского газа в европейские страны.

На рис. 4 отображена визуализация сети с выделением узловых точек, ответственных за поступление газа в украинскую ГТС и из украинской ГТС далее в страны ЕС. Синим цветом подсвечены точки, ответственные за поступление газа в Украину, желтым — за поступление газа в страны ЕС. Красным цветом подсвечены точки 39 и 72. Размер ответственных за поступление точек зависит от объемов газа, проходящего через них.

Рисунок 4. Визуализация украинской ГТС в виде сети с подсвечиванием точек, ответственных за поступление газа в ГТС и в страны Европы (географическое масштабирование не соблюдено)



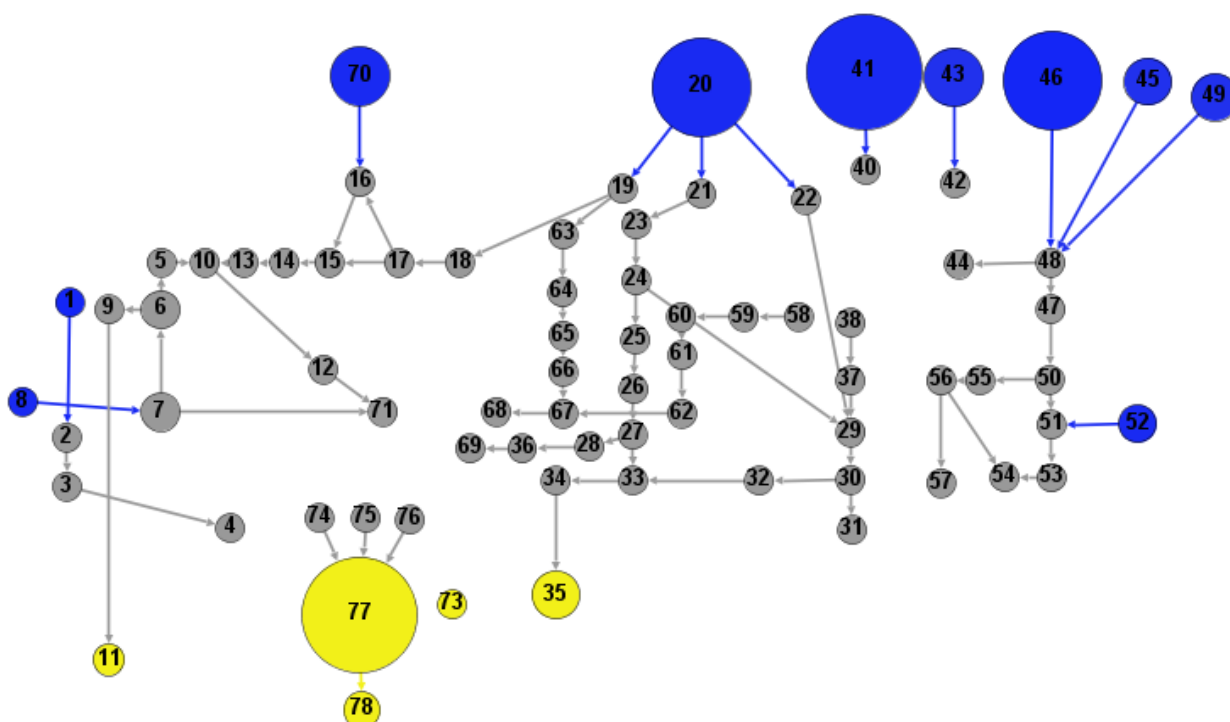
Как видно из рисунка, точка 39 так или иначе ответственна за распределение газа из России по линиям Петровск – Новопсков, Оренбург – Новопсков, Уренгой – Новопсков, Острожжск – Щебелинка, Елец – Кременчуг – Кривой Рог (для уточнения см. карту Naftogaz, 2009). Фактически, в той или иной мере точка 39 обеспечивает подачу газа в части Украинской ГТС, находящиеся за пределами Донецкой и Луганской областей. В дальнейшем газ по сети распределяется по-разному, но в целом точка 39 обеспечивает связь крупных точек — источников газа с западной и южной частями украинской ГТС. Суммарно же эти точки-источники могут «подавать» до 117 млрд кубических метров газа в год.

В свою очередь, точка 72 обеспечивает доступ газа к точкам, которые осуществляют поступление газа в страны ЕС. Эти точки являются конечными точками газовых линий Хуст – Шату Маре, Ужгород – Берегово, Сохрановка – Ужгород и Суджа – Ужгород (суммарно — до 115 млрд кубических метров газа в год).

Отключение точек и последствия для транзита газа

Каковы будут последствия отключений точек 72 и 39 для транзита газа в пределах украинской ГТС и транзита в страны ЕС? Для ответа на этот вопрос произведем симуляцию атаки (*attack simulation*) на эти точки, предположив, что функциональность точек нарушена или они уничтожены. Конфигурация сети после исключения точек визуализирована на рис. 5.

Рисунок 5. Визуализация сети после симуляции атаки на точки 72 и 39



Как видно из рисунка 5, результатом «отключения» точки 39 от сети является отсутствие доступа шести точек — 41, 43, 46, 45, 49 и 52 — к западной части украинской ГТС. Формально это означает резкое сокращение поступления объемов газа на запад Украины и сохранение объемов поступающего газа только в Луганской и Донецкой областях. Отключение точки 39, кроме того, делает невозможным поставку в Европу более чем 80% газа, ежегодно поставляемого через территорию Украины.

Если точка 39 важна для обеспечения доступа газа непосредственно в сеть украинской ГТС, то точка 72 является важной для поступления газа к точкам, которые осуществляют транспорт газа в страны Европы. При отключении точки 72 прерывается доступ всей сети к точкам 73, 78 и 77, т.е. останавливается транспорт все тех же 80% газа, ежегодно идущих транзитом через Украину в страны Европы.

Возможное влияние конфликта на устойчивость украинской ГТС

Очевидно, что конфликт на юго-востоке Украины никоим образом не может повлиять на функциональность компрессорной станции, закодированной нами как «точка 72» — Львовская область просто-напросто находится достаточно далеко от зоны боевых столкновений.

В свою очередь, расстояние от Щебелинки (точка 39) до позиций сепаратистов по состоянию на 1 ноября составляет около 300 километров. Такая дальность фактически недостижима для артиллерии, имеющейся в распоряжении сепаратистов, и действительную угрозу для функционирования компрессорной станции представляет значительное продвижение сил сепаратистов, получение ими дальнобойных комплексов наподобие тактического комплекса «Точка-У», либо действие диверсионных подразделений.

Таким образом, если учесть действие режима прекращения огня между украинскими войсками и войсками сепаратистов, нестабильность на юго-востоке Украины фактически не угрожает функционированию наиболее важных узлов украинской ГТС. Однако в ближайшей перспективе зона нестабильности, вероятнее всего, останется таковой, что несет в себе потенциальную угрозу безопасности транзита газа через Украину, учитывая относительную близость компрессорной станции в районе Щебелинки к позициям сепаратистов.

Объекты энергетической инфраструктуры Украины ранее уже получали урон от боевых действий. Так, 31 августа представители российской компании «Роснефть» сообщили об обстреле Лисичанского НПЗ, в результате которого на заводе начался пожар, и потребовалась его консервация. При этом позиции сепаратистов на момент обстрела находились на расстоянии примерно 60 километров от Лисичанска.

Существование зоны нестабильности в относительной близости от структурно важных частей украинской ГТС так или иначе ставит под вопрос безопасность газового транзита через Украину. Вероятность диверсий, саботажа и повторного разгорания конфликта делает актуальным создание в Украине силовой структуры, по своим функциям дублирующей функции так называемого чеченского «нефтеполка» — особого подразделения МВД, обеспечивающего безопасность объектов нефтяной инфраструктуры.

Выводы и краткие рекомендации

Использование метода анализа сетей для определения точек, наиболее важных для функционирования украинской ГТС, показывает высокую важность компрессорных станций в Щебелинке и Дашаве. Нарушение работоспособности этих станций может привести к прекращению поступления значительных объемов российского газа в Украину и страны ЕС.

В данный момент территориальное расположение точек конфликта на юго-востоке Украины не несет в себе непосредственной угрозы целостности украинской ГТС. Однако существование зоны нестабильности в относительной близости от структурно важных частей ГТС несет в себе риски для безопасности транзита природного газа через территорию Украины⁵.

⁵ Риски для целостности украинской ГТС и безопасности транзита российского газа в ЕС через Украину, возникающие из-за боевых действий, уже вызывают беспокойство у некоторых европейских чиновников. См. заявление специального уполномоченного по вопросам энергетики правительства

Возможному снижению рисков могло бы поспособствовать создание в Украине особого подразделения по охране ГТС, действующего на время длительности конфликта, либо усиление боевых частей украинской армии, дислоцированных в смежных районах. На данный момент Украина обладает «базой», необходимой для создания такого подразделения: в ее качестве может выступать подразделение украинского МВД «Скорпион», выполняющее охрану украинских ядерных объектов. При необходимости дополнительные ресурсы для подготовки в дальнейшем могут быть предоставлены военными экспертами Министерства обороны США, что обусловлено накопленным американской армией опытом по защите нефтяной инфраструктуры Ирака. В случае активизации вооруженного конфликта, защита ГТС может быть также обеспечена миротворческими войсками, обладающими соответствующим мандатом.

Библиография

- Barabási, A.-L. 2012. Network Science. Доступно через: [<http://barabasilab.neu.edu/networksciencebook/downloadPDF.html>].
- Borgatti, S.P., Everett, M.G. and Freeman, L.C. 2002. Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- EEGas. 2014. Major Gas Pipelines of the Former Soviet Union and Capacity of Export Pipelines. Доступно через: [<http://eegas.com/fsu.htm>].*
- Freeman, L.C. S.P., Borgatti and D.R. White, 1991. Centrality in valued graphs: a measure of betweenness based on network flow, *Social Networks* 13(2): 141–154.
- Gephi. 2014. The Open Graph Viz Platform. Accessed at: [<http://gephi.github.io>].
- Naftogaz. 2009. Зміна режиму роботи ГТС ДК «Укратрансгаз». Доступно через: [http://www.naftogaz.com/files/Zvity/ZminaRezimGTS_6_01_2009%2012_00.jpg].
- Naftogaz. 2014. Natural Gas Transit via Ukraine 1998-2013. Accessed at: [<http://naftogaz-europe.com/article/en/NaturalGasTransitviaUkraine>].*
- Reuters. 2014. EU member states must enforce energy law opposed by Russia – draft. 30 September. Accessed at: [<http://af.reuters.com/article/energyOilNews/idAFL6N0RV1YM20140930>].
- Vedres, B., Scotti, M. 2012. Supply security in the European natural gas pipeline network. In: *Networks in Social Policy Problems*. Cambridge University Press.
- White, D.R., and David Smith. 1988, Flow Centralities: Do they Predict the Economic Rise and Fall of States? - Figures INSNA Sunbelt Meetings 1988 San Diego.