

УДК 621.395

МЕТОДИКА СИНТЕЗА АДАПТИВНОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ СЕТИ ШИРОКОПОЛОСНОГО РАДИОДОСТУПА

А.Ю. ЗАЛИЗКО

Военная академия Республики Беларусь
Минск, 220057, Беларусь

Поступила в редакцию 17 июня 2014

Рассматривается последовательность синтеза сети широкополосного радиодоступа с учетом адаптации ее к воздействию внешних негативных факторов. При этом используется комбинированная адаптация, в основе которой лежит структурная составляющая.

Ключевые слова: синтез, структурно-параметрическая адаптация, негативное воздействие, структура сети, оптимизация по ресурсным затратам.

Введение

Применение адаптивных сетей широкополосного радиодоступа (СШРД) двойного назначения, обеспечивающих функцию непрерывного доступа должностных лиц к общим телекоммуникационным и информационным ресурсам с учетом влияния внешних негативных факторов (радиоэлектронное подавление, физическое поражение), является одним из перспективных направлений в построении систем радиосвязи различных звеньев управления [1].

Цель синтеза адаптивной СШРД – при определенной вероятности поражения элементов сети, в зависимости от характера внешнего негативного воздействия, получить такую структуру СШРД, которая обеспечивала бы обмен сообщениями с заданными информационными объемами и временными задержками между соответствующими парами абонентов.

В научных трудах Ю.Ю. Громова, В.В. Вишневого, В.В. Ломовицкого и других авторов [2–4] развиты подходы по синтезу оптимальной топологической структуры сети связи с применением технологий Wi-Fi по основным критериям на основе комбинаторных подходов, которые представляют системы связи в виде конечного графа без петель и кратных ребер, вершины которого соответствуют узлам сети, а ребра – каналам связи. Однако применение данных подходов требует значительного статистического описания, что является сложной задачей.

Статья посвящена рассмотрению основных этапов синтеза перспективных адаптивных сетей связи военного назначения в условиях воздействия дестабилизирующих факторов [5]. В области проектирования и создания сетей связи разработанная методика синтеза построена с применением структурной и параметрической адаптации в реальном масштабе времени. Для сетей доступа предложено применение избыточности в виде элементов магистральной (опорной) подсети СШРД, что позволит повысить ее устойчивость в целом к различному роду негативным воздействиям. В работе [6] отмечается, что использование комбинированных методов адаптации на всех уровнях декомпозиции исследуемой системы позволяет повысить максимальную производительность сети в условиях активного воздействия противника как на элементы, так и на составные части исследуемого объекта.

Выбор исходных данных

Исходными данными для синтеза сети являются следующие.

1. Математическая модель СШРД в виде отдельных элементов и подсетей [7].

2. Количество абонентских устройств (АУ) Φ .
3. Матрица координат АУ \mathbf{A}_{xy}^{AY} в момент времени $t = t_0$

$$\mathbf{A}_{xy}^{AY} \Big|_{t=t_0} = \begin{bmatrix} (x, y)_{11} & (x, y)_{12} & \dots & (x, y)_{1N_{аб}} \\ (x, y)_{21} & (x, y)_{22} & \dots & (x, y)_{2N_{аб}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (x, y)_{\Lambda 1} & (x, y)_{\Lambda 2} & \dots & (x, y)_{\Lambda N_{аб}} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где $N_{аб}$ – максимальное количество абонентов, обслуживаемое одним локальных узлов (ЛУ); Λ – предполагаемое количество ЛУ в СШРД.

4. Матрица требуемой пропускной способности для АУ \mathbf{A}_C^{AY} при $t = t_0$, которая характеризует интенсивность внешнего трафика

$$\mathbf{A}_C^{AY} \Big|_{t=t_0} = \begin{bmatrix} 0 & c_{12} & \dots & c_{1\Phi} \\ c_{21} & 0 & \dots & c_{2\Phi} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{\Phi 1} & c_{\Phi 2} & \dots & 0 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

5. Матрица воздействий на узловые элементы (УЭ) сети $\mathbf{A}_{\Pi}^{y\mathcal{E}}$ при $t = t_0$

$$\mathbf{A}_{\Pi}^{y\mathcal{E}} \Big|_{t=t_0} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1(\Lambda+E)} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2(\Lambda+E)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{(\Lambda+E)1} & p_{(\Lambda+E)2} & \dots & p_{(\Lambda+E)(\Lambda+E)} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где $(\Lambda+E)$ – количество узловых элементов (УЭ), входящих в состав СШРД.

Элементами матрицы (3) являются значения, равные вероятностям поражения соответствующих каналов средствами радиоэлектронной борьбы (РЭБ) и УЭ средствами огневого подавления.

Основной целью адаптации структуры СШРД является получение такого ее состава, при котором обеспечивается число информационных цепей в направлении связи не менее двух (условие двусвязности СШРД) [8]. Передачу сообщений от одного АУ к другому целесообразно проводить по одной цепи с соблюдением условия обеспечения требуемой пропускной способности этой цепью.

Методика синтеза адаптивной СШРД

Последовательность методики синтеза адаптивной СШРД следующая.

1. Построение транспортной составляющей СШРД $G_{ТРС}$.
2. Построение плана распределения потоков сообщений $\mathbf{A}_{\Delta R}^{y\mathcal{E}}$ без учета влияния внешних негативных факторов.
3. Проведение оптимизации СШРД 1-го уровня с получением структуры $G'_{ТРС}$ и нижней границы количества УЭ $(\Lambda+E)_{н}$.
4. Проведение оптимизации СШРД 2-го уровня с получением подоптимальной структуры $G''_{ТРС}$ и верхней границы количества УЭ $(\Lambda+E)_{в}$.
5. Осуществление параметрической адаптации по фактической производительности магистральных узлов (МУ) с получением матрицы $\mathbf{A}_{(\Delta R)^m}^{y\mathcal{E}}$.

При построении транспортной составляющей СШРД основной интерес представляет синтез магистральной подсети при известных данных о составе локальных подсетей (локальной обобщенной подсети).

Для построения магистральной подсети (МП), значительно распределенной на местности, МУ подразделяются на два типа:

МУ 1-го уровня, непосредственно примыкающие к ЛУ и образующие несвязную магистральную подсеть 1-го уровня;

МУ 2-го уровня, объединяющие МУ 1-го уровня в единую подсеть.

Определение количества и координат УЭ осуществляется графическим способом с применением цифровой карты местности и в следующем порядке.

1. Определение координат $\mathbf{A}_{xy}^{ЛУ}$ и количества ЛУ Λ с использованием матрицы (1).

Применяется способ разбиения области ограничения абонентских устройств O_{π} зонами обслуживания локальных устройств S_{β} .

2. Распределение АУ по ЛУ и построение матриц абонентов локальных узлов $\mathbf{A}_{АЛУ}^{\beta}$.

3. Определение координат $\mathbf{A}_{xy}^{МУ1}$ и количества МУ первого уровня $E_{МУ}^1$ с использованием матрицы координат локальных узлов $\mathbf{A}_{xy}^{ЛУ}$. Применяется способ накрытия ЛУ зонами обслуживания МУ первого уровня.

4. Определение координат $\mathbf{A}_{xy}^{МУ2}$ и количества МУ второго уровня $E_{МУ}^2$ с использованием матрицы координат МУ первого уровня $\mathbf{A}_{xy}^{МУ1}$. При этом необходимо применять условие обеспечения двусвязности МП.

По окончании определения состава транспортной составляющей СШРД $G_{ТРС}$ формируется матрица пропускных способностей между узловыми элементами СШРД $\mathbf{A}_R^{УЭ}$,

$$\mathbf{A}_R^{УЭ} \Big|_{t=t_0} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1(\Lambda+E)} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2(\Lambda+E)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{(\Lambda+E)1} & R_{(\Lambda+E)2} & \dots & R_{(\Lambda+E)(\Lambda+E)} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где $(\Lambda+E)$ – количество УЭ, находящихся в составе СШРД.

Элементами матрицы (4) являются значения R_{pq} , равные пропускным способностям каналов между узловыми элементами C_{pq} .

Окончательно структура СШРД, где основной вес составляет транспортная составляющая, имеет следующий вид:

$$G_{СШРД} = \left\langle G(\Lambda) \Big|_{\mathbf{A}_{xy}^{ЛУ}} / \left(G(E_{МУ}^1) \Big|_{\mathbf{A}_{xy}^{МУ1}} / G(E_{МУ}^2) \Big|_{\mathbf{A}_{xy}^{МУ2}} \right) \right\rangle \Big|_{\mathbf{A}_R^{УЭ}} \Leftrightarrow G_{ТРС}, \quad (5)$$

где $G(\Lambda)$ – структура обобщенной несвязной локальной подсети (ЛП); $G(E_{МУ}^1)$ – структура МП 1-го уровня; $G(E_{МУ}^2)$ – структура МП 2-го уровня; « / » – знак конкатенации; $G_{ТРС}$ – структура транспортная составляющая СШРД.

Комбинированная адаптация проявляется при рассмотрении оптимизации СШРД по ресурсным затратам. В качестве критериев оптимизации предпочтительно выбрать:

– минимум УЭ транспортной составляющей сети:

$$(\Lambda + E) \rightarrow \min; \quad (6)$$

– минимально необходимую (оптимальную) производительность по пропускной способности МУ: $C_{pq}^{МУ} \Big|_{p=q} \rightarrow \text{opt } C_{pq}^{МУ} \Big|_{p=q}$, где $C_{pq}^{МУ} \Big|_{p=q}$ – производительность МУ.

Конкретное значение в (6) получить сложно, из-за влияния множества факторов, учет которых усложняет задачу синтеза рациональной структуры СШРД. Поэтому определяется диапазон изменения количества УЭ: $\left[(\Lambda+E)_н, (\Lambda+E)_в \right]$.

Исходными данными для решения оптимизационной задачи являются: структура сети $G_{\text{СШРД}}$, ресурс ее пропускной способности $\mathbf{A}_R^{y\exists}$ и интенсивность внешнего трафика (нагрузка на сеть) \mathbf{A}_C^{AY} , а ограничением – допустимое время передачи сообщений в сети \mathbf{A}_t^{AY} и количество транзитов через МП, при котором достигается полное распределение внешнего трафика.

К исходным данным задачи оптимизации по ресурсным затратам также относится определение интенсивности среднего абонентского трафика в виде матрицы $\mathbf{A}_{C_{\text{сп}}}^{AY}$ с количеством абонентов, эквивалентным использованию максимальных характеристик ЛУ по обслуживанию АУ. Матрица среднего абонентского трафика $\mathbf{A}_{C_{\text{сп}}}^{AY}$ получается путем насыщения исходной матрицы \mathbf{A}_C^{AY} абонентами со средней требуемой пропускной способностью, равной

$$\mathbf{A}_{C_{\text{сп}}}^{AY} = \begin{bmatrix} c_{11}^{\text{сп}} & c_{12}^{\text{сп}} & \dots & c_{1(N_{\text{аб}}\Lambda)}^{\text{сп}} \\ c_{21}^{\text{сп}} & c_{22}^{\text{сп}} & \dots & c_{2(N_{\text{аб}}\Lambda)}^{\text{сп}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{(N_{\text{аб}}\Lambda)1}^{\text{сп}} & c_{(N_{\text{аб}}\Lambda)2}^{\text{сп}} & \dots & c_{(N_{\text{аб}}\Lambda)(N_{\text{аб}}\Lambda)}^{\text{сп}} \end{bmatrix}, \quad (7)$$

$c_{ik}^{\text{сп}} \Big|_{i \in (1, N_{\text{аб}}\Lambda), k \in (1, N_{\text{аб}}\Lambda)} = c^{\text{сп}} = \sum c_{ik} / n_{ik} = \text{const}$, где $c_{ik} > 0$, $c_{ik} \Big|_{i=k} = 0$, где $N_{\text{аб}}\Lambda$ – максимальное количество АУ, которое может функционировать одновременно при определенном количестве ЛУ.

Усреднение (7) позволяет обеспечить запас по пропускной способности, возможности по изменению абонентского трафика и состава без существенного изменения структуры транспортной составляющей $G_{\text{ТРС}}$.

Распределение усредненного абонентского трафика осуществляется в несколько этапов.

1. Распределение нагрузки ЛУ. При этом ЛУ производит селекцию входных сообщений от абонентов, переходя в состояние выбора направления передачи сообщения $z_{\text{сооб}}^{\text{ЛУ}_\beta}$ [7], и выдает результирующий поток сообщений на соседний МУ 1-го уровня.

2. МУ 1-го уровня анализирует поток от ЛУ-отправителей и разбивает его на сообщения, проходящих до соответствующих ЛУ-получателей. Исходя из информации, хранящейся в матрицах $\mathbf{A}_{\text{МНС}}$, $\mathbf{A}_{\text{ВР}}$, определяются возможные маршруты в необходимых информационных направлениях и выбираются наилучшие пути μ_{ik} по метрикам пропускной способности и протяженности (количеству переприемов) [1].

3. МУ 2-го уровня, согласно информации от МУ-отправителей 1-го уровня, обеспечивают передачу сообщений к МУ-получателям 1-го уровня.

4. МУ-получатели 1-го уровня, согласно информации от МУ-отправителей 2-го уровня, обеспечивают передачу сообщений к соответствующим ЛУ-получателям.

5. ЛУ-получатели распределяют сообщения по АУ.

Процедура осуществляется последовательно для каждой пары ЛУ до полного распределения абонентского трафика. После каждого распределения уточняются значения матриц $\mathbf{A}_R^{y\exists}$ и \mathbf{A}_C^{AY} :

$$\forall (y\exists_p, y\exists_q) \Big|_{p \in (1, (\Lambda+E)), q \in (1, (\Lambda+E))} \in \mu_{ik} \Big|_{i \in (1, \Phi), k \in (1, \Phi)}, \quad (8)$$

$$\exists \lambda_{ik} : \|\Delta R_{pq}\| = \|R_{pq} - \lambda_{ik}\|, \text{ при } \Delta R_{pq} \geq R_{pq}^{\text{pez}},$$

где μ_{ik} – выбранный путь передачи сообщения в МП между i -ым и k -м АУ; ΔR_{pq} – уточненное значение ресурса пропускной способности между p -ым и q -м УЭ; $R_{pq}^{\text{рез}}$ – резервная пропускная способность транспортной составляющей СШРД для осуществления маневра каналами.

После завершения распределения всего усредненного абонентского трафика образуется план распределения потоков сообщений $A_{\Delta R}^{y\text{Э}}$:

$$A_{\Delta R}^{y\text{Э}} = \begin{bmatrix} \Delta R_{11} & \Delta R_{12} & \dots & \Delta R_{1(\Lambda+E)} \\ \Delta R_{21} & \Delta R_{22} & \dots & \Delta R_{2(\Lambda+E)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Delta R_{(\Lambda+E)1} & \Delta R_{(\Lambda+E)2} & \dots & \Delta R_{(\Lambda+E)(\Lambda+E)} \end{bmatrix}. \quad (9)$$

План распределения (9) хранится в центральном узловом элементе (ЦУЭ) и используется при проведении параметрической адаптации СШРД. Оптимизация СШРД по ресурсным затратам производится на двух уровнях:

– первый уровень – без учета внешних воздействий (3) при требуемом абонентском трафике (2) с получением значения нижней границы количества УЭ;

– второй уровень – с учетом внешних воздействий (3) и результатов первого уровня оптимизации.

Порядок оптимизации на первом уровне следующий.

1. При известной матрице $A_{C_{\text{сп}}}^{\text{АУ}}$ распределяется усредненная нагрузка и строится план распределения потоков сообщений $A_{\Delta R}^{y\text{Э}}$.

2. Если элементы $\|\Delta R_{pq}\|$ соответствуют условиям (8), то оптимизация на первом уровне считается завершенной и осуществляется переход к пункту 4, иначе выполняется пункт 3.

3. Те элементы матрицы $A_{\Delta R}^{y\text{Э}}$, которые не соответствуют условиям (8), увеличиваются на $\Delta R'_{pq} = \|R_{pq}^{\text{рез}} - \Delta R_{pq}\|$ за счет резервирования данных участков избыточными УЭ.

Так как при определении интенсивности среднего абонентского трафика учитываются возможности ЛУ, то в основном происходит резервирование МУ и их окончательный подсчет: $E' = E + \Delta E$, где ΔE – избыточное количество МУ, состоящее из γ_1 МУ 1-го уровня и δ_1 МУ 2-го уровня.

4. При полученном E' уточняется план распределения $A_{(\Delta R)'}^{y\text{Э}}$ с элементами $\|\Delta R_{pq}^1\|$ и определяется нижняя граница количества УЭ $(\Lambda + E)_{\text{н}}$ с координатами избыточных элементов $(x_{\gamma_1}^{\text{МУ1}}, y_{\gamma_1}^{\text{МУ1}})_{\text{изб}}$ и $(x_{\delta_1}^{\text{МУ2}}, y_{\delta_1}^{\text{МУ2}})_{\text{изб}}$.

5. Уточнение структуры $G'_{\text{ТрС}}$.

Опишем порядок оптимизации на втором уровне при однократном воздействии поражающих факторов.

1. При известных $A_{(\Delta R)'}^{y\text{Э}}$, $G'_{\text{ТрС}}$ и с учетом матрицы $A_{\Pi}^{y\text{Э}}$ определяются УЭ и каналы, выведенные из строя.

2. Уточняется матрица $A_{(\Delta R)'}^{y\text{Э}}$, где значения элементов, относительно которых происходит воздействие, равняются нулю: $\|\Delta R_{pq}^1\| = 0$.

3. Если элементы $\|\Delta R_{pq}^1\|$ соответствуют условиям (8), то оптимизация на втором уровне считается завершенной и осуществляется переход к пункту 5, иначе выполняется пункт 4.

4. Те элементы матрицы $A_{(\Delta R)}^{y\text{Э}}$, которые не соответствуют условиям (8), увеличиваются на $\Delta R_{pq}'' = \|R_{pq}^{\text{рез}} - \Delta R_{pq}^1\|$ за счет резервирования данных магистральных участков избыточными УЭ $\Delta E'$, состоящими из γ_2 МУ 1-го уровня и δ_2 МУ 2-го уровня.

5. При полученном E'' уточняется план распределения $A_{(\Delta R)}^{y\text{Э}}$ с элементами $\|\Delta R_{pq}^2\|$, определяются верхняя граница количества УЭ $(\Lambda+E)_{\text{в}}$ и координаты избыточных элементов $(x_{\gamma_2}^{\text{МУ1}}, y_{\gamma_2}^{\text{МУ1}})_{\text{изб}}$ и $(x_{\delta_2}^{\text{МУ2}}, y_{\delta_2}^{\text{МУ2}})_{\text{изб}}$, уточняется структура $G_{\text{ТРС}}''$.

Таким образом, результатом ресурсной оптимизации являются структура $G_{\text{ТРС}}''$ и диапазон $[(\Lambda+E)_{\text{н}}, (\Lambda+E)_{\text{в}}]$. При этом, их отыскание осуществлялось при проведении структурно-параметрической адаптации. Полученная структура $G_{\text{ТРС}}''$ является подоптимальной.

При получении рациональной структуры СШРД необходимо произвести параметрическую адаптацию по фактической производительности МУ $C_{pq}^{\text{МУ}}$. Производительность является относительной величиной, зависящей от структуры СШРД и условий ее эксплуатации.

Для этого МУ необходимо разделить на: высокопроизводительные, производительные, низкопроизводительные.

Сущность параметрической адаптации по производительности МУ заключается в следующем.

1. В плане $A_{(\Delta R)}^{y\text{Э}}$ анализируются производительности МУ и пропускные способности примыкающих к ним каналов. В этом случае вводится дополнительный коэффициент $\varepsilon = C_{pq}^{\text{МУ}} / R_{pq}^{\text{рез}}$ с градациями $\varepsilon_{\text{в}}$, $\varepsilon_{\text{п}}$ и $\varepsilon_{\text{н}}$, соответствующими производительностям МУ. При этом $\varepsilon_{\text{в}} > \varepsilon_{\text{п}} > \varepsilon_{\text{н}} = 1$.

2. Корректируются элементы матрицы $A_{(\Delta R)}^{y\text{Э}}$. При этом, если $\varepsilon_{\text{п}} \geq \varepsilon \geq \varepsilon_{\text{н}}$, то производительность рассматриваемого МУ не изменяется; $\varepsilon_{\text{в}} \geq \varepsilon > \varepsilon_{\text{п}}$, то производительность рассматриваемого МУ уменьшается до величины $\varepsilon_{\text{п}} R_{pq}^{\text{рез}}$.

3. При неизменной структуре СШРД $G_{\text{ТРС}}''$ изменяется только матрица $A_{(\Delta R)}^{y\text{Э}}$.

В конечном итоге, согласно выражения (5), модель адаптивной СШРД имеет следующий вид: $G_{\text{ТРС}}'' = \left\langle G(\Lambda) \Big|_{A_{xy}^{\text{лУ}}} / \left(G(E_{\text{МУ}}^1 + \gamma_1 + \gamma_2) \Big|_{A_{(xy)}^{\text{МУ1}}} / G(E_{\text{МУ}}^2 + \delta_1 + \delta_2) \Big|_{A_{(xy)}^{\text{МУ2}}} \right) \right\rangle \Big|_{A_{(\Delta R)}^{y\text{Э}}}$, где $A_{(xy)}^{\text{МУ1}}$ – матрица координат МУ 1-го уровня с учетом избыточных элементов; $A_{(xy)}^{\text{МУ2}}$ – матрица координат МУ 2-го уровня с учетом избыточных элементов; « / » – знак конкатенации.

Заключение

Таким образом, представленная методика позволяет: анализировать сети с коммутацией пакетов на основе вычисления зависимости производительности сети от интенсивности внешней нагрузки, физической структуры, требований к вероятности своевременной доставки, пропускной способности каналов и их качества; формировать рациональный план распределения информационных потоков с использованием методов комбинированной адаптации.

Дает возможность определять оптимальную производительность транспортных узловых элементов, обеспечивающих достижение потенциальной эффективности сети; обеспечивать

выбор рациональной физической структуры СШРД за счет распределения ресурса пропускной способности на основе количественной оценки связности сети и анализа эффективности использования выделяемого ресурса. Также она позволяет использовать возможности цифровой (электронной) карты местности при планировании размещения элементов сети.

TECHNIQUE OF SYNTHESIS OF THE ADAPTIVE PERSPECTIVE NETWORK OF THE BROADBAND RADIO ACCESS

A.Yu. ZALIZKO

Abstract

The technique of synthesis of an adaptive network of a broadband radio access (SBWA), consisting in carrying out of optimization of mathematical model of the received communication system taking into account its adaptation to influence of external negative factors is considered. Structurally-parametrical adaptation in which basis the structural component lays is thus used.

Список литературы

1. Разработка предложений по облику объединенной системы навигации, связи и опознавания: отчет о НИР / Воен. акад. Респ. Беларусь; рук. темы С.В. Кругликов. Минск, 2012.
2. Вишневский В.М. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. М., 2005.
3. Поповский В.В. Математическое моделирование сложных систем: краткий текст лекций. Л., 1990.
4. Громов Ю.Ю. Синтез и анализ живучести сетевых систем. М., 2007.
5. ГОСТ Р 53111-2008. Устойчивость функционирования сети общего пользования. Требования и методы проверки.
6. Зализко А.Ю., Станкевич В.Э. // Матер. Междунар. военно-науч. конф. «Современная военно-техническая политика: проблемы и перспективы», Минск, 21–22 марта 2013 г. С. 188.
7. Зализко А.Ю. // Матер. 31 ежегодной науч.-технич. конф. ОАО «Агат-Систем – упр. компан. холдинга «Системы св. и упр-ия», Минск, 5–6 мая 2014 г. С. 76–77.
8. Разработка методики оценки объемов информации, циркулирующей между ПУ оперативного (оперативно-тактического) и тактического уровней управления: отчет о НИР (заключительный) / УО «Воен. акад. Респ. Беларусь»; рук. темы И.В. Филипченко. ДСП. Инв. № 86267. Минск, 2013.