

УДК 004.75, 004.724.2

Г.В. ПорєвКиївський політехнічний інститут, м. Київ
кафедра мікроелектроніки
E-mail: core@barvinok.net**ПОБУДОВА СТРУКТУРНОЇ МОДЕЛІ НАЦІОНАЛЬНИХ СЕГМЕНТІВ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ В ЗАДАЧІ ОЦІНКИ ТОПОЛОГІЧНОЇ ЛОКАЛЬНОСТІ****Анотація**

Порєв Г.В. Побудова структурної моделі національних сегментів мережі Інтернет в задачі оцінки топологічної локальності. Виконано аналіз інформації з баз даних регіональних реєстрів з метою побудови структурної моделі мережі Інтернет для задачі оцінки топологічної локальності.

Ключові слова: Інтернет, розподілені мережі, однорангові мережі, локальність, регіональні реєстри.

Загальна постановка проблеми. За останні 20 років кількість вузлів мережі Інтернет збільшилася на кілька порядків. В епоху первинної комерціалізації мережі Інтернет розвиток її регіональних сегментів відбувався стихійно. Оператори встановлювали канали зв'язку, керуючись міркуваннями технічної доцільності, обсягу інвестицій, маркетингової стратегії, вартості пірінгових послуг та цілого ряду інших чинників, які не мають ніякого відношення до побудови оптимальної структури регіональних сегментів Інтернет. В результаті стандартний шлях маршрутизації від одного оператора до іншого оператора з того самого міста міг географічно перетнути декілька державних кордонів, а подекуди і континентів.

Сучасна практика проектування національних сегментів в технологічно розвинених країнах полягає, зокрема, в створенні так званих «точок обміну трафіком» (IX, IXP — Internet Exchange Points) [1]. Для створення такої точки декілька потужних національних операторів зв'язку утворюють єдиний, територіально локалізований технічний майданчик з маршрутизаційним та допоміжним обладнанням. Мережа кожного оператора підключається до такої точки. Інші оператори на ринку послуг доступу до Інтернет також мають можливість підключитися до системи.

Особливістю точки обміну трафіком, яка дозволяє значно знизити вартість обслуговування каналів зв'язку та амортизаційні витрати, є консолідація мереж учасників точки обміну таким чином, що трафік від кожного учасника передається іншим учасникам лише за допомогою даної точки обміну. Це дозволяє встановити взаємовигідні моделі розрахунків, коли нарахування оператора А за трафік, спрямований до оператора В, приймаються рівними нарахуванням оператора В за трафік, спрямований до оператора А. В результаті взаємні нарахування скасовуються і оператори сплачують лише за арендовані пропускні потужності каналів, незалежно від обсягу трафіку.

Це, в свою чергу, дозволяє оператору зв'язку значно знизити вартість трафіку між своїми користувачами та сегментами мережі Інтернет, які входять в ту ж саму точку обміну, що і даний оператор. Традиційною практикою в таких випадках є безкоштовний для кінцевих користувачів так званий «внутрішній трафік», на який часто також не розповсюджуються обмеження за швидкістю передачі даних.

Така диференціація швидкості трафіку в залежності від цільового адресного простору може досягати двох порядків. Користуючись різницею в ціні на різні види трафіку, кінцеві

користувачі також можуть самостійно встановлювати власні засоби інтелектуальної фільтрації «зовнішніх адрес», суттєво знижуючи витрати на підключення до мережі Інтернет.

З точки зору топології мережі Інтернет, точки обміну трафіком представлені як множини автономних систем зі значно вищою у порівнянні до середньої, кількістю автономних систем учасників. Так, наприклад, в українському національному сегменті мережі Інтернет станом на 2010 рік оперують дві основні точки обміну трафіком — AS21219 (ЗАТ «Датагруп») із більш ніж 35 операторів-учасників та AS15645 (БАТ «УкрТелеком») із більш ніж 50 операторів-учасників, тоді як середня кількість автономних систем в множинах українського сегменту становить близько 3.

За 10 років з початку масового поширення однорангових мереж, їх сумарний трафік практично скрізь перевищує трафік всіх інших класів, разом узятих. В сучасних роботах, присвячених одоранговим мережам, питанням побудови оптимальних з точки зору швидкості передачі даних та часу відклику оверлейних структур не приділяється достатньо уваги. З цієї причини, проблема підвищення ефективності розподілених мереж при використанні існуючої транспортної інфраструктури є надзвичайно актуальною.

Існуючі підходи до вирішення цієї проблеми, зокрема такі, які застосовують різноманітні метрики локальності, демонструють численні недоліки. На традиційні методики трасування впливає стан каналів зв'язку, а на виділені інфраструктури спостереження за оверлейною мережею впливають чинники адміністративного характеру.

В даній роботі розглядається проблема побудови структурної моделі національного сегменту мережі Інтернет на основі інформації з відкритих стандартних джерел для подальшої розробки нової метрики локальності, якій не будуть властиві перераховані недоліки.

Оптимізація однорангових мереж на основі метрики локальності. Основна маса користувачів розподілених мереж взагалі, та однорангових зокрема, зосереджена в секторі «останньої милі», тому можна вважати, що диференціація домашніх та офісних каналів за швидкістю доступу не настільки критична, як для магістральних ліній, та складає, в середньому, від 1 до 10 МБіт/сек в умовах розвиненої міської інфраструктури.

В такому випадку різниця в QOS, яке забезпечує оператор для «свого» національного та міжнародного сегментів мережі Інтернет, є підґрунтям для оптимізації однорангових оверлейних мереж. Такі системи були запропоновані раніше, але не зустріли комерційного інтересу і в даний момент впроваджуються на нерегулярній основі групами ентузіастів.

В роботах [2,3] нами було запропоновано систему CARMA (Combined Affinity Reconnaissance Metric Architecture) обчислення класів топологічної локальності на основі публічно доступних даних регіональних реєстрів Інтернет (PPI), у відповідності з якою будь-яку пару вузлів оверлейної мережі, що працює в адресному просторі національної точки обміну, можна віднести до одного із 7 класів локальності за ознакою топологічної близькості. Для ініціалізації CARMA будує наближену структурну модель топології національних сегментів мережі Інтернет з деякими спрощеннями, яка містить 4 наступні структурні рівні: IPv4 діапазони опціонально поділяються на під-діапазони і водночас належать до автономних систем (АС), які, в свою чергу, об'єднуються в множини автономних систем (МАС). Вважається, що сутності нижчого рівня зв'язані через сутності наступного рівня, а множини можуть бути довільно зв'язані між собою.

Зрозуміло, що такі припущення в моделі є більш оптимістичними ніж те, що відбувається насправді, оскільки, наприклад, існують АС, вузли яких розташовані по всьому світу. Однак, такі випадки є виключеннями, і відносяться до нечисленних операторів магістрального зв'язку, які займаються міжнародними каналами зв'язку. Відтак, користувачі «останньої милі» в таких АС не зустрічаються.

Дослідження інформації з баз даних PPI. Маршрутизатори магістральних каналів, дата-центрів, великих корпоративних мереж із значною присутністю в Інтернет

використовують протокол BGP для узгодження правил, згідно з якими вхідні по відношенню до маршрутизатора пакети обробляються та спрямовуються у відповідний підключений до маршрутизатора сегмент мережі. Протокол BGP включає, зокрема, механізм анонсування, коли довірений маршрутизатор розповсюджує оголошення про те, що він готовий обслуговувати певну частину адресного простору IPv4, і таке оголошення поступово досягає інших маршрутизаторів, які створюють відповідне правило у внутрішній таблиці з врахуванням кількості та якості зовнішніх каналів зв'язку.

Маючи доступ до службової інформації протоколу BGP, яка відображає поточний стан зв'язків, можна було б оцінювати метрику дистанції з високою точністю, але BGP використовується тільки в маршрутизаторах з більш ніж одним зовнішнім каналом (multi-homed) в магістральних мережах або організаціях з географічно розгалуженою структурою.

Тому для задачі наближеної оцінки топологічної локальності можна скористатися даними RPI, які зберігають і надають у публічний доступ інформацію щодо оголошених при реєстрації діапазону адрес чи автономних систем та про їх взаємозв'язок.

В якості прикладу візьмемо IPv4 адресу 77.47.192.74, яка входить у множини адрес в такій послідовності: а) загальний адресний простір IPv4 (2^{32} адрес); б) перелік адрес, закріплених за європейським сегментом мережі (до RIPE) (близько 50% адресного простору); в) один з блоків виділення, закріплений за Україною; г) блок, виділений на потреби НТУУ «КПІ»; д) блок з 8 адрес (в CIDR-нотації — /29), виділений для потреб структурного підрозділу НТУУ «КПІ»;

Такий сценарій послідовного виділення є типовим для кінцевих користувачів в інформаційних системах освітянської та корпоративної галузі, в тому числі в секторі надання хостингу та послуг розміщення серверів і телекомунікаційного обладнання. Домашній та офісний сектор ринку доступу до мережі Інтернет зазвичай відрізняється лише тим, що на останньому етапі виділення множини адрес блоки не закріплюються за користувачами, а адреси їм виділяються динамічно з фіксованого набору.

На прикладі IP-адреси 77.47.192.74, яка належить веб-серверу структурного підрозділу НТУУ «КПІ» розглянемо, яким чином дані, на основі яких обчислюється локальність, можна дістати з бази даних RIPE.

Розглянемо структурні рівні детальніше з прикладами з бази даних RIPE, яка відповідає за Інтернет-простір Європи.

IPv4 діапазон — підмножина адресного простору, визначена як перша адреса та кількість вузлів. Зауважимо, що кількість вузлів не обов'язково є ступенем двійки, як прийнято в нотації CIDR (Classless Inter-Domain Routing), яка використовується сьогодні для маршрутизації в Інтернет. Є записи, які визначають іншу кількість адрес, але з практичних міркувань такі визначення заносяться в модель CARMA як такі, що містять 2^n , $n \in \mathbb{N}$ визначень. Діапазони визначені в файлі *delegated*- (рис.1), де друга строчка лістингу зображає оголошення діапазону IPv4, що закріплено за Україною (ISO код країни «UA»), адресу мережі (77.47.128.0) та кількість виділених адрес в діапазоні (2^{15}), дату виділення (15 січня 2007 року) та статус виділення.

```
ripenncc:RS:ipv4:77.46.128.0:132768:20070104:allocated
ripenncc:DE:ipv4:77.47.0.0:132768:20070104:allocated
ripenncc:UA:ipv4:77.47.128.0:132768:20070115:allocated
ripenncc:CZ:ipv4:77.48.0.0:165536:20061123:allocated
ripenncc:GR:ipv4:77.49.0.0:165536:20061222:allocated
```

Рисунок 1 – Фрагмент бази даних RPI, файл *delegated*

АС — зареєстрована автономна система. Кожна АС має унікальний числовий ідентифікатор, відомий як номер автономної системи (ASN). Визначення номерів АС також містяться в файлі *delegated* разом зі стандартним кодом країни та датою виділення. Але цей файл не містить визначень того, які діапазони IPv4 оголошені якими АС. Для встановлення цього зв'язку CARMA використовує файл *ripe.db.route.gz* (рис.2). Цей файл містить блоки визначень, які пов'язують діапазони IPv4 адрес (в даному випадку вже в правильній CIDR

нотації) та відповідних цьому діапазону номерів АС. Зауважимо, що зв'язок між діапазоном та номером АС не є взаємно-однозначним, оскільки деякі діапазони можуть бути оголошені як такі, що належать декільком АС, деякі діапазони IPv4 взагалі можуть не бути оголошені АС, також в файлі *ripe.db.route.gz* можуть міститися діапазони та номери АС, відсутні в оголошеннях файлу *delegated-*. Проте частота появи таких аномалій незначна. Наведені на рис.3 лістинги показують, що НТУУ «КПІ» зареєстрований 11 грудня 2002 року в RIPE як автономна система під номером 25500 в мережі Інтернет в Україні. До автономної системи прикріпленій діапазон IPv4, оголошений на рис.1, наведені також адміністративно-технічні дані та коментарі до запису. В даному випадку використовується запис діапазону адрес в стилі CIDR — «/17» для позначення кількості адрес в діапазоні. Відповідність зі значенням поля 32768, наведеного на рис.1 встановлюється таким чином: $2^{(32-17)}=2^{15}=32768$, оскільки кількість бітів в адресі IPv4 дорівнює 32.

```

a) ripenc: !UA !asn !25498 !1 !20021211 !allocated
    ripenc: !SI !asn !25499 !1 !20021211 !allocated
    ripenc: !UA !asn !25500 !1 !20021211 !allocated
    ripenc: !GB !asn !25501 !1 !20021211 !allocated
    ripenc: !UA !asn !25502 !1 !20021211 !allocated

b) route: 77.47.128.0/17
    descr: NTUU-KPI ALLOCATION
    notify: noc@ntu-kpi.kiev.ua
    origin: AS25500
    mnt-by: KPI-MNT
    changed: paladin@ntu-kpi.kiev.ua 20070115
    source: RIPE

```

Рисунок 2 – Фрагмент бази даних RPI, файл *ripe.db.route.gz*

IPv4 під-діапазон — підмножина адрес IPv4 визначених як перший та останній вузол під-діапазону. Ці визначення містяться у файлі *ripe.db.inetnum.gz* (рис.3). Під-діапазони відрізняються тим, що не мають явного зв'язку з номером АС, а також тим, що, в загальному випадку, вони менші, ніж діапазони, в термінах кількості адрес. Більшість під-діапазонів сформована через розбиття діапазонів. Таким чином можливо встановити відповідність між одним чи декількома під-діапазонами та одним діапазоном, хоча не всі діапазони є розбитими на під-діапазони. Рис.4 ілюструє запис в базі даних RIPE, яким задається оголошення під-діапазону (77.47.192.72 — 77.47.192.79) виділеного для комп'ютерних систем підрозділу 3 листопада 2008 року.

```

inetnum: 77.47.192.72 - 77.47.192.79
netname: NTUU-KPI-NAEPS-MET
descr: National Technical University of Ukraine
descr: "Kiev Polytechnic Institute"
descr: NAEPS Department
country: UA
admin-c: DUMY-RIPE
tech-c: DUMY-RIPE
status: ASSIGNED PA
mnt-by: KPI-MNT
mnt-routes: KPI-MNT
mnt-domains: KPI-MNT
mnt-lower: KPI-MNT
changed: a.voronkov@kpi.ua 20081103
source: RIPE
remarks:
remarks: trouble: Contacts for KPI-Telecom
remarks: trouble:
remarks: trouble: SPAM reports: abuse@ntu-kpi.kiev.ua
remarks: trouble: Network security reports: abuse@ntu-kpi.kiev.ua
remarks: trouble: Routing and peering: noc@ntu-kpi.kiev.ua
remarks: trouble:
remarks: *****
remarks: * THIS OBJECT IS MODIFIED
remarks: * Please note that all data that is generally regarded as personal
remarks: * data has been removed from this object.
remarks: * To view the original object, please query the RIPE Database at:
remarks: * http://www.ripe.net/whois
remarks: *****

```

Рисунок 3 – Фрагмент бази даних RPI, файл *ripe.db.inetnum*

Множина АС (МАС) — умовна точка мережі, яка може оголосити в своєму складі будь-які АС або інші МАС, та надавати зв'язність між ними. Вважається, що інформація між двома АС, об'єднаними в множину, в загальному випадку не передається через інші МАС. На відміну від АС, множини автономних систем мають алфавітно-цифрові ідентифікатори. В термінах моделі SARMA, точка обміну трафіком є МАС із великою кількістю членів (декілька сотень), хоча, з технічної точки зору, кожна МАС може вважатися точкою обміну,

оскільки не існує формальних вимог до кількості членів МАС. Визначення МАС містяться в файлі *ripe.db.asset* (рис.4).

```

as-set:      AS-UKRTELBT
descr:      Ukrtelecom to Internet
members:    AS6849, AS-UKRPACK-EXT
...
members:    AS25498, AS25500, AS25502, AS25503, AS25505, AS25507
...
members:    AS48411, AS48511, AS48637, AS48882, AS49704
tech-c:     ARM42-RIPE
admin-c:    ARM42-RIPE
mnt-by:     AS6849-MNT
changed:    areniga@ukrtel.net 20090714
changed:    hostmaster@ripe.net 20090811
changed:    areniga@ukrtel.net 20090819
changed:    areniga@ukrtel.net 20091002
changed:    areniga@ukrtel.net 20091013
source:     RIPE

```

Рисунок 4 - Фрагмент бази даних RPI, файл *ripe.db.asset*

На рис.4 наведено один із багатьох записів, які оголошують належність автономної системи НТУУ «КПІ» до множин автономних систем. В зображеному випадку йдеться про українську точку обміну Інтернет-трафіком ВАТ «Укртелеком» (UA-IX), але це лише найбільше оголошення в термінах кількості автономних систем, що приймають участь.

Зробивши пошук за ключовим словом «AS25500», в тому самому файлі можна знайти належність автономної системи НТУУ «КПІ» до інших множин, зокрема, української наукової мережі УРАН, магістральної точки обміну ТОВ «Колокол» тощо.

Потрібно особливо відзначити, що наведені структури в базі даних RIPE в першу чергу послугують адміністративним функціям RPI, а їх доступність є побічним наслідком загальної політики відкритості та прозорості адміністративних процесів мережі Інтернет. Нами вперше запропоновано використовувати елементи бази даних RPI як вихідні дані для первинної оцінки топологічної структури.

При розробці прикладної системи оцінки локальності нами було виявлено, що не існує єдиного стандарту щодо формату даних з бази RPI, і кожен з 5 світових RPI (європейській, азіатській, африканській, південноамериканській, північноамериканській) запроваджує власний формат подання даних в залежності від версії та видання WHOIS-серверу.

Також на сайтах деяких RPI інформація, важлива для оцінки локальності, надана не повністю. Наприклад, множини записів про автономні системи доступні лише для європейського (RIPE) та африканського (AFRINIC) RPI. В той же час інформація про діапазони IPv4 доступна з усіх п'яти RPI. Для методу оцінки локальності, який ми пропонуємо, наслідком вказаних нестач є лише зменшення рівнів локальності, які метод може розрізнити в адресному просторі даного сегменту. В гіршому випадку, тобто на основі тільки таблиці *delegated*- метод зможе розрізнити два рівні локальності — «діапазон» і «горизонт». Враховуючи те, що RPI, які обслуговують найбільш інформативні континенти (RIPE, ARIN, APNIC) надають більш детальну інформацію, ми вважаємо запропонований нами метод життєздатним і ефективним в переважній більшості сценаріїв використання.

Коли всі файли БД RPI оброблені, результуючий неповний граф представляє собою структурну модель топології мережі Інтернет у вигляді множини національних сегментів. Така модель є найближчою апроксимацією реальної топології, наскільки це можливо зробити без доступу до протоколу BGP. Для вирішення поставленої задачі не потрібно розробляти алгоритм повного обходу утвореного графа для обчислення класів локальності, оскільки метою створення моделі SARMA є оцінка локальності для пари вузлів, а не обчислення точної кількості проміжних вузлів по графу.

Дослідження колізій та невідповідностей даних RPI. Зауважимо, що бази даних RPI вказують діапазони адрес IPv4 з двох окремих джерел, і ці бази даних мають, в першу чергу, адміністративне, а не технічне значення. Тому в них наявні помилки, обумовлені людським

фактором, специфікою функціонування програмного забезпечення та адміністративно-політичними міркуваннями.

Розглянемо визначення діапазонів бази *delegated-*, яка в обов'язковому порядку надається усіма РРІ і має, на відміну від інших баз, один і той же формат. В цих даних нами не було виявлено перетинів діапазонів адрес IPv4, але виявлені неточності у вказанні державної приналежності діапазону.

Так, для блоку адрес «193.111.2.0/23» в базі *delegated-* визначено делегування Україні, тоді як база *inetnum* вказує на приналежність цього блоку адрес ТОВ «Мікроелектроніка» (Волгодонськ, Російська Федерація).

В методах оцінки локальності, які орієнтуються тільки на дані, похідні від бази *delegated-*, така внутрішня невідповідність приводить до помилок визначення геополітичної належності адрес та їх діапазонів.

Але та сама внутрішня невідповідність бази даних РРІ не може викликати помилки при обчисленні топологічної структури сегменту Інтернет за запропонованим нами методом, оскільки на етапі визначення зв'язків діапазонів з АС та MAC буде знайдено, що такий діапазон адрес не належить до національної точки обміну навіть якщо б він дійсно був закріплений за вітчизняною організацією.

Можлива і обернена ситуація, викликана адміністративно-політичними міркуваннями операторів зв'язку. Так, деякі діапазони адрес, що надаються користувачам мережі Інтернет від ВАТ «Укртелеком», наприклад, діапазон 95.132.0.0/16, за допомогою бази даних РРІ або через безпосередній запит до WHOIS-серверу може бути визначений як такий, що належить до української точки обміну трафіком UA-IX. В той же час, безпосереднє трасування з цього діапазону на будь-яку іншу адресу з множини систем UA-IX чи Datagroup показує маршрут з використанням іноземних операторів, зокрема Level3.

Крім цього, база даних *inetnum* містить деяку кількість визначень діапазону, які, хоч і не є помилковими, не можна враховувати при обчисленнях топологічної структури.

Наприклад, в базі *inetnum* європейського РРІ міститься визначення повного адресного простору IPv4 — 0.0.0.0/0. Це викликано специфікою роботи сервера WHOIS, який повинен видати відформатовану відповідь з бази даних навіть якщо запитана адреса не належить до європейського сегменту Інтернет. Також в цій базі наведені визначення діапазонів, що поглинають один одного. Наприклад, делегування блоку адрес 77.47.128.0/17 вказується в базах *delegated-*, *route* та *inetnum*. Але в базі *inetnum*, крім цього, присутнє визначення діапазону 77.47.128.0/22, який є підмножиною попереднього.

Оскільки структура бази *inetnum* не передбачає гарантії того, що підмножини з'являються завжди після (чи завжди до) основних множин, пошук належності заданої адреси до діапазону потрібно проводити, маючи на увазі, що перший знайдений діапазон може виявитися недостатнім для потрібного рівня деталізації оцінки локальності.

Серед вказаних і інших типових вад структури бази даних РРІ виділяються два види: такі, які не впливають на коректність оцінки локальності (зайва інформація, надвеликі діапазони тощо) і такі, які можуть призвести до неточності в обчисленнях алгоритму оцінки, наприклад, відсутність визначень, порожні зв'язки тощо. Однак потрібно розуміти, що база даних РРІ є цілісною, так само як і структурні моделі сегментів мережі Інтернет, побудовані на її основі. Реалізація методу оцінки метричного показника локальності завжди повертає результат. Крім того, помилка при оцінці нижчого рівня локальності, спричинена колізіями та невідповідностями в БД РРІ, завдяки специфіці алгоритму приводить лише до віднесення пари вхідних адрес до наступного рівня локальності, а не до помилки всього алгоритму. Але навіть тоді, коли помилки в БД РРІ приводять до повного збою і помилкового віднесення пари до рівня «горизонт», завдяки географічній та топологічній розповсюдженості списку вузлів, завжди знайдеться вузол, віднесений до близького рівня локальності, по відношенню до якого алгоритм спрацює коректно. Всі помилки такої природи не викличуть в роботі

методу підвищення ефективності розподілених мереж, оскільки імовірність збою на одній і тій самій парі адрес одночасно і алгоритму оцінки локальності і засобів інших 2-х рівнів адаптивної корекції надзвичайно мала.

За нашими оцінками, навіть повна відмова всіх 3-х рівнів обчислення показника локальності для менш ніж 10% адрес в списку первинного завантаження не спричинить помітної втрати ефективності обміну даними з мережею. Сучасні програмні засоби, для яких такий метод є актуальним, зазвичай оперують кількостями адрес в списках порядку сотень і тисяч, і ми вважаємо, що такої кількості достатньо, щоб перекрити всі задані рівні локальності вузлами, які забезпечують повне використання наявної полоси пропускання каналу.

Висновки.

1. Запропонована нами методика побудови структурної моделі національних сегментів мережі Інтернет та метод визначення локальності на її основі в цілому є толерантними до колізій та внутрішніх неточностей в базі даних RPI, які спричиняють помилкову оцінку топологічної локальності пари IPv4 адрес.

2. Впровадження запропонованої системи оцінки топологічної локальності з використанням попередньо обчисленої структурної моделі національних сегментів мережі Інтернет дозволить виконувати автоматичну адаптивну кластеризацію оверлейної мережі за рахунок надання пріоритетів зв'язку вузлам з ближчим класом. При цьому додатковий трафік для прямих вимірювань за традиційними метриками локальності не використовується, що дозволяє обчислювати клас локальності для будь-яких, в тому числі нелокальних вузлів.

Література

1. Фурашев В. Параметры украинского сегмента Internet как сложной сети / В. Фурашев, В. Зубок, Д. Ланде // Открытые информационные и компьютерные технологии: Сб. научн. трудов.— 2008.— Т. 40.— С. 235–242.
2. Poryev G. Multi-tier locality awareness in distributed networks // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія.— 2009.— №3(16).— С. 13–17.
3. Poryev G., Schloss H., Oechsle R. CARMA based MST approximation for multicast provision in P2P networks // In Proceedings of the Sixth International Conference on Networking and Services (ICNS 2010) / IEEE.— Cancun, Mexico: 2010.— pp. 123–128.

Надійшла до редакції:
11.01.2011

Рекомендовано до друку:
д-р техн. наук, проф. Зорі А.А.

Abstract

Poryev G.V., Deriving the structural model for the national Internet segments in the topological locality estimation. The analysis of the database files from the regional registries was conducted for the purpose of deriving the structural model of the Internet in the topological locality estimation.

Keywords: Internet, distributed networks, peer-to-peer networks, locality, regional registries.

Аннотация

Порев Г.В., Построение структурной модели национальных сегментов сети Интернет в задаче оценки топологической локальности. Выполнен анализ информации из баз данных региональных реестров с целью построения структурной модели сети Интернет для задач оценки топологической локальности.

Ключевые слова: интернет, распределённые сети, одноранговые сети, локальность, региональные реестры.

© Порев Г.В., 2011