

Печурин Н.К.<sup>1</sup>, д.т.н,  
Кондратова Л.П.<sup>2</sup>, к.т.н,  
Печурин С.Н.<sup>2</sup>, к.т.н.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ФОРМАЛЬНЫХ ГРАММАТИК ДЛЯ ПЕРЕКЛАССИФИКАЦИИ ФУНКЦИЙ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ В БЕСПРОВОДНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

<sup>1</sup>Факультет компьютерных систем НАУ

<sup>2</sup>УНК «Институт прикладного системного анализа» НТУУ «КПИ»

*Предлагается применить инструментарий формальных грамматик для описания преобразований модулей данных в процессе перехода от уровня к уровню ЭМ ВОС с целью переклассификации функций модели. Предлагаемая модель трансляции как представления межуровневого преобразования с учетом основной цели компьютерной сети – обеспечение обмена информацией; - является адекватной.*

### Введение

Необходимость в переклассификации функций базовой эталонной модели взаимодействия открытых систем (ЭМ ВОС) с семиуровневой структурой, введенной в стандарте ISO 7498 [1], обусловлена стремлением упорядочения связей между ними с ориентировкой на улучшение показателей сети, в частности, – *QoS*. Трудности в реализации ЭМ ВОС связаны со сложностью самой модели и ее протоколов, усугубляются несвоевременностью создания стандартов (недостаточной изученностью и коротким интервалом времени между исследованиями стандарта и вложением инвестиций). Наличие некорректностей в модели и ее протоколах привело к «недогруженности» одних уровней и перегруженности других [2]. Связь протоколов трех нижних уровней (физического, канального, сетевого) с используемым коммуникационным оборудованием обуславливает возможную, при переходе на новое оборудование, смену протоколов во всех узлах сети. В частности, в стандарте HIPERLAN, предназначенном для беспроводной сети, в уровне управления доступом MAC, известном в IEEE, выделен подуровень SCS доступа к каналу [3]. В практике существуют приложения, объединяющие функции сеансового уровня с функциями прикладного уровня, и реализующие их в одном протоколе. Рекомендации IEEE 802.16-2001, IEEE 802.16e-2005 [4], описывают физический и канальный уровень для беспроводного дос-

тупа стационарных и мобильных систем. В работе [5] рассмотрен подход к кластеризации функций ЭМ ВОС в развитие алгоритмов, описанных в [6, 7], основанный на применении инструментария прямонаправленных ИНС для проверки эффективности классического семиуровневого состава уровней ЭМ и формирования состава и структуры уровней ЭМ с учетом свойств функций.

Целью предпринятого исследования является анализ возможности применения инструментария дискретной математики – теории формальных грамматик – для формализации функциональной структуры классической семиуровневой ЭМ ВОС с возможной дальнейшей переклассификацией (последнее выходит за пределы статьи).

### Постановка задачи

Известно множество  $X_0 = \bigcup_{i=1}^n X_i$  ( $n$  - чис-

ло уровней ЭМ ВОС) параметров функций преобразования данных, распределённых по уровням семиуровневой модели, а также функции вне пределов ЭМ ВОС. Среди этих функций имеются функции, выполняющие преобразование единиц информации (модулей данных), в частности, – определённых стандартом для каждого уровня, формат которых представлен рис.1 (абонентский модуль данных – SDU).



Рис. 1. Формат абонентского модуля данных.

Функции преобразования протокольных, то есть приписанных уровням ЭМ ВОС, модулей данных (*PDU*) реализуют и процедуру инкапсуляции. В принимающей станции компьютерной сети реализуется процедура деинкапсуляции [8, 9].

Рис.2 иллюстрирует взаимодействие узлов двух сетей *NetBIOS*; при инкапсуляции промежуточная сеть *IP* используется как транзитная транспортная система. Пограничные маршрутизаторы, подключающие объединяемые сети к транзитной, упаковывают пакеты транспортного протокола объединяемых сетей в пакеты транспортного протокола транзитной сети. Пакеты *NetBIOS* упаковываются в пакеты *TCP*, как если бы пакеты *NetBIOS* представляли собой сообщения протокола прикладного уровня. Затем пакеты *NetBIOS* переносятся по сети *IP* к другому пограничному маршрутизатору. Второй пограничный маршрутизатор выполняет обратную операцию – извлечение пакетов *NetBIOS* из пакетов *TCP* и отправляет их по сети назначения адресату. Для

реализации метода инкапсуляции пограничные маршрутизаторы должны быть соответствующим образом сконфигурированы. Они должны знать, во-первых, *IP*-адреса друг друга, во-вторых – *NetBIOS*-имена узлов объединяемых сетей. Имея такую информацию, они могут принять решение о том, какие *NetBIOS*-пакеты нужно переправить через транзитную сеть, какой *IP*-адрес указать в пакете, передаваемом через транзитную сеть и каким образом доставить *NetBIOS*-пакет узлу назначения в конечной сети.

Инкапсуляция может быть использована для транспортных протоколов любого уровня. Например, протокол сетевого уровня *X.25* может быть инкапсулирован в протокол транспортного уровня *TCP*, или же протокол сетевого уровня *IP* может быть инкапсулирован в протокол сетевого уровня *X.25*. Для согласования сетей на сетевом уровне могут быть использованы многопротокольные и инкапсулирующие маршрутизаторы, а также программные и аппаратные шлюзы [9].

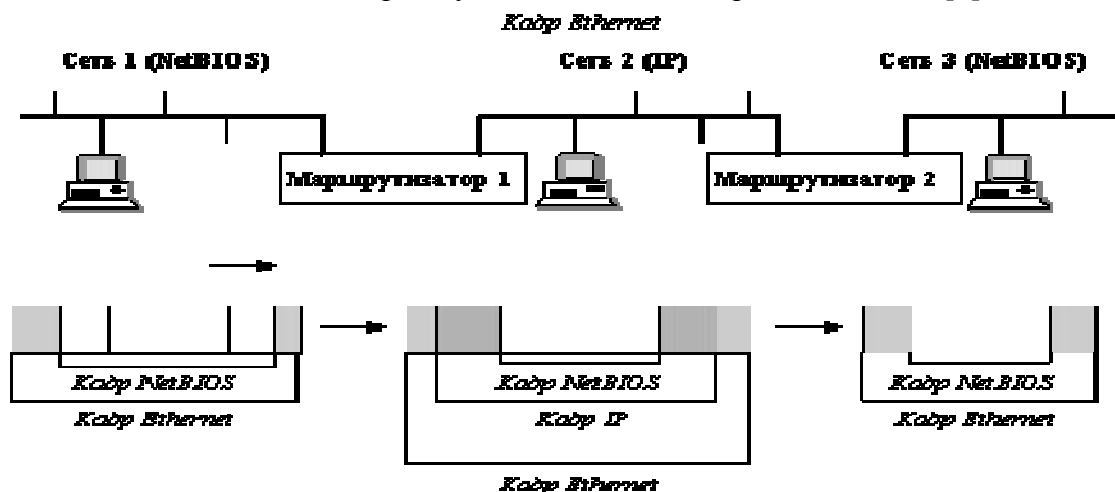


Рис. 2. Инкапсуляция протоколов сетевого уровня [9].

На рис.3 отображается процесс передачи данных по сети посредством инкапсуляции данных и заголовка. Данные и заголовок представляются в зависимости от уровня, на котором происходит анализ блока информации. В частности, для сетевого уровня информационный блок состоит из заголовка сетево-

го уровня и последующих данных; сами данные сетевого уровня могут включать в себя заголовки транспортного, сеансового, представительского и прикладного уровней. Аналогично, заголовок сетевого уровня представляет собой обычные данные для канального уровня [8].

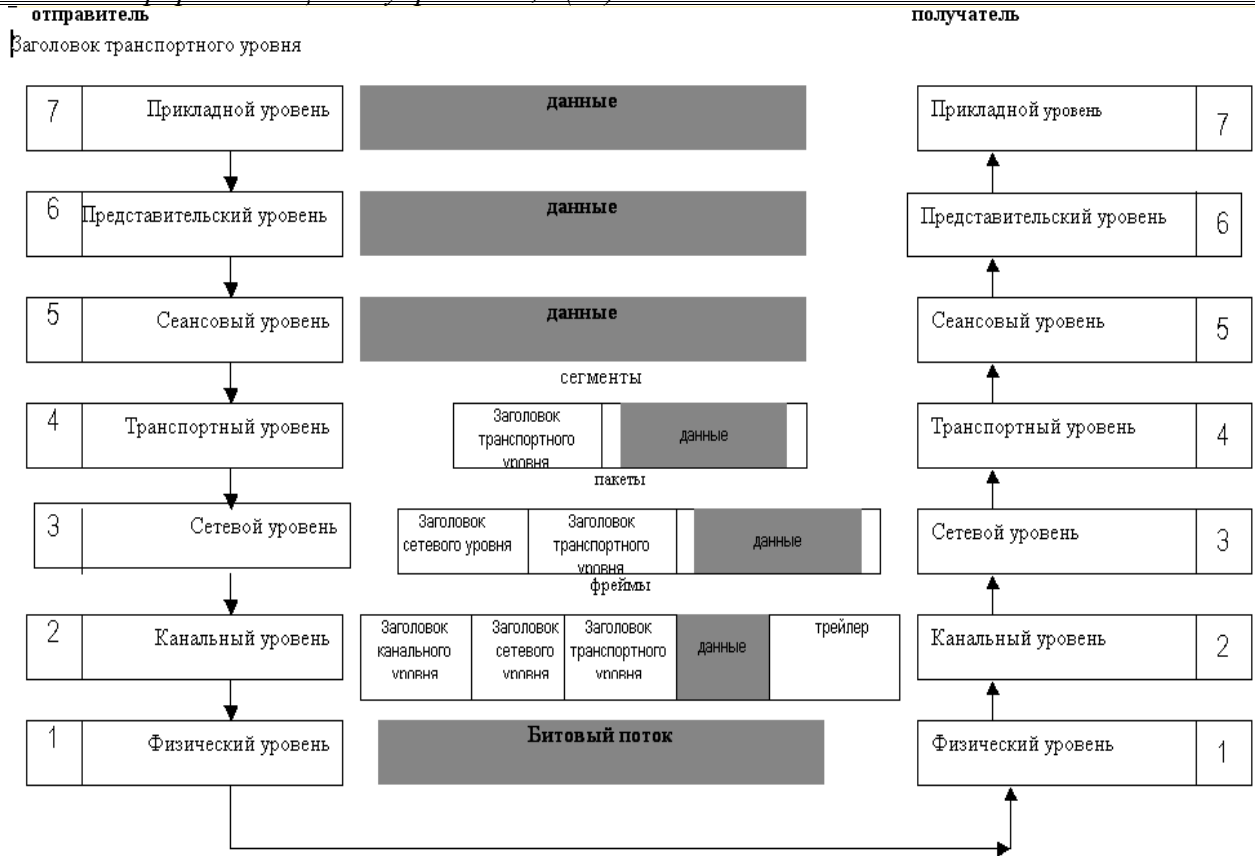


Рис. 3. Передача данных по сети посредством инкапсуляции данных и заголовка [8].

Рис.4 иллюстрирует порядок инкапсуляции потоков данных на транспортном, сетевом и канальном уровнях. На транспортном уровне поток данных разбивается на сегменты. На

сетевом уровне сегмент инкапсулируется в пакет, на канальном уровне пакет инкапсулируется во фрейм, а фрейм на физическом уровне бит за битом передаётся через среду пере-

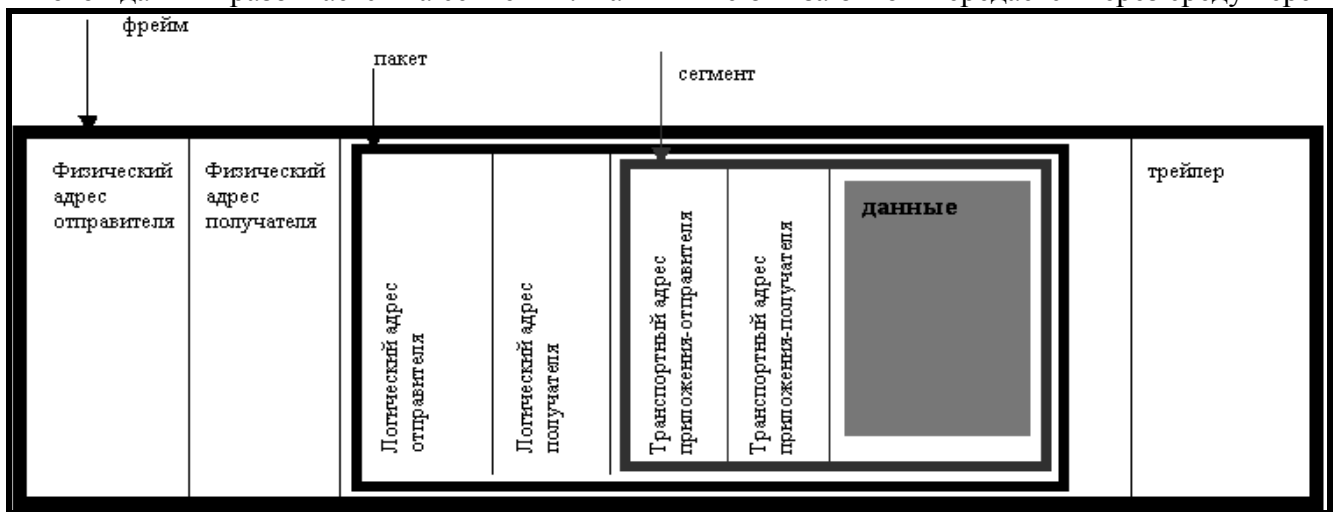


Рис. 4. Порядок инкапсуляции «сегмент-пакет-фрейм» [9].

дачи данных. Получатель осуществляет обратный процесс, т.е. из фрейма извлекается пакет, из пакета извлекается сегмент. На транспортном уровне из сегментов собирается исходный поток данных, после чего данные передаются на сеансовый уровень, далее на представительский, с представительского – на прикладной уровень. Прикладной уровень пе-

редает данные приложению-получателю. Конкретные форматы для сетевого программного обеспечения каждого типа определяются протоколом ARP преобразования адресов из набора протоколов TCP/IP, который обрабатывает сообщения типа «запрос» и «ответ» (в формате сообщения ARP содержатся поля для аппаратных адресов, привязывающихся к кон-

кретным аппаратным средствам). Между уровнем сетевого интерфейса и более высокими уровнями модели существует граница, выше которой в программном обеспечении используются протокольные адреса, ниже указанной границы протокольные адреса преобразуются в эквивалентные им аппаратные адреса [9].

Для систем с *DSSS* или *FHSS* на нижнем (физическом) уровне ЭМ ВОС/МОС это пред-

ложение требует формального описания с целью определения его целесообразности и границ применения, если такая целесообразность будет выявлена. На подуровне *PLCP*, предназначенном для определения состояния линии передачи, для указанных систем из фреймов формируется поток битов. Форматы фреймов для *FHSS* и *DSSS* представлены на рис.5 [10].

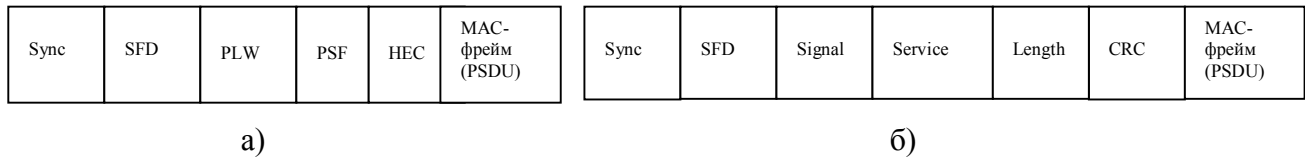


Рис. 5. Форматы фреймов подуровня *PLCP* для методов передачи *FHSS* (а) и *DSSS* (б).

Поля *Sync* и *SFD* составляют преамбулу *PLCP*. Поле *Sync* в системе с *FHSS* предназначено для принятия решения приемной станцией о выборе антенны, коррекции ухода частоты и синхронизации распределения пакетов, размер поля составляет 80 бит. В системе с *DSSS* задача поля *Sync* состоит в обеспечении синхронизации для приемной станции (максимальный размер поля – 128 бит). Заголовок фрейма в системе с *FHSS* составляют поля *PLW* размером 12 бит, *PSF* размером 4 бит, *HEC* размером 16 бит с указанием размера *MAC*-фрейма, скорости передачи и значения утвержденного *ITU-T CRC-16*. В системе с *DSSS* заголовок фрейма включает поля *Signal* с указанием типа модуляции и скорости передачи, *Service* с определением ранее зарезервированных битов в некоторых модификациях стандарта 802.11, *Length* с указанием времени передачи в микросекундах, *CRC* с указанием значения *CRC-16*.

Описанные преобразования протокольных единиц данных можно рассматривать как процесс формирования предложений некоторого формального метаязыка. Прежде чем представить грамматику этого языка, договоримся о терминах.

### Терминология теории формальных языков

Алфавит - множество символов, которые используются при формировании предложений формального языка (далее – языка).

Грамматика языка – множество правил, по которым из символов алфавита строятся последовательности таких символов, которые образуют предложения языка.

Правила грамматики рассматриваются как правила выведения – элементарные операции, применяемые в некоторой заданной последовательности до исходного слова и порождают правильные слова; последовательность правил, используемых в процессе порождения данного слова, называется выводением. Грамматика представляется упорядоченной четверкой  $G = \langle V_T, V_H, \sigma, P \rangle$  [11]. Здесь  $V_T$  - конечный алфавит символов, элементы которого называются терминальными символами (основной терминальный алфавит),  $V_H$  - конечный вспомогательный алфавит, элементы которого называются нетерминальными символами и обозначаются малыми буквами греческого алфавита (метапеременные, используемые при выведении правильных слов),  $\sigma \in V_H$  - начальный нетерминальный символ (аксиома, из которой выводятся правильные слова),  $P = \{u_i \rightarrow v_i \mid i = \overline{1, k}\}$  - конечная система подстановок, левые и правые части которых являются символами в алфавите  $V = V_T \cup V_H$ .

Грамматики порождают рекурсивно перечислимые множества с учетом определенных ограничений на правила, что обуславливает формирование некоторого семейства формальных языков. Различают следующие типы грамматик [11]:

- нс-грамматика (грамматика непосредственных составляющих), каждое из правил подстановки которой имеет вид:  $u\xi v \rightarrow uvv$ , где  $\xi \in V_H, u, v, y \in F(V)$ ; слова  $u, v$  представляют левый и правый контекст данного правила,  $F(V)$  – свободная полугруппа слов над алфавитом  $V$ ;

• кс-грамматика (контекстно-свободная грамматика), каждое из правил подстановки которой имеет вид:  $\xi \rightarrow v$ , где  $\xi \in V_H, v \in F(V)$ ;

• приведенная кс-грамматика, которая характеризуется существенной зависимостью от каждого терминального символа в алфавите  $V_T$ .

**Грамматика метаязыка межуровневых преобразований**

Преобразования абонентского модуля данных, реализующие функцию инкапсуляции / деинкапсуляции на уровнях ЭМ ВОС, можно представить операцией конкатенации в метаязыке ЭМ ВОС. Протокольные единицы данных тогда представляют собой предложения единого языка ЭМ ВОС с грамматикой, как на рис.6.

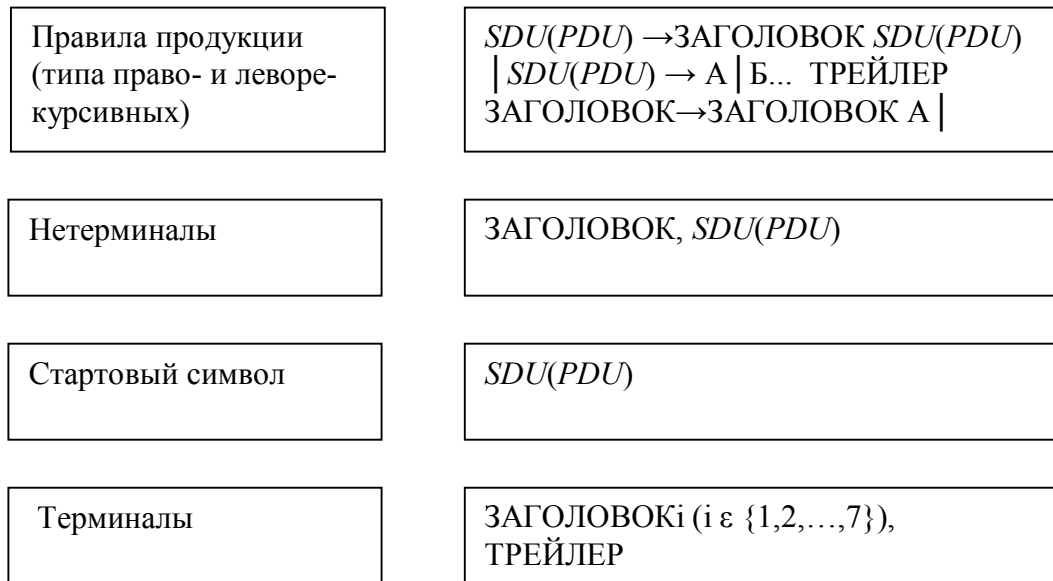


Рис. 6. Представление протокольных единиц данных предложениями языка ЭМ.

Другим подходом к формализации семиуровневых преобразований с использованием инструментария теории формальных языков и грамматик, является такой. В предположении,

что правила инкапсуляции имеют вид как на рис. 3, имеем следующую грамматику как на рис.7.

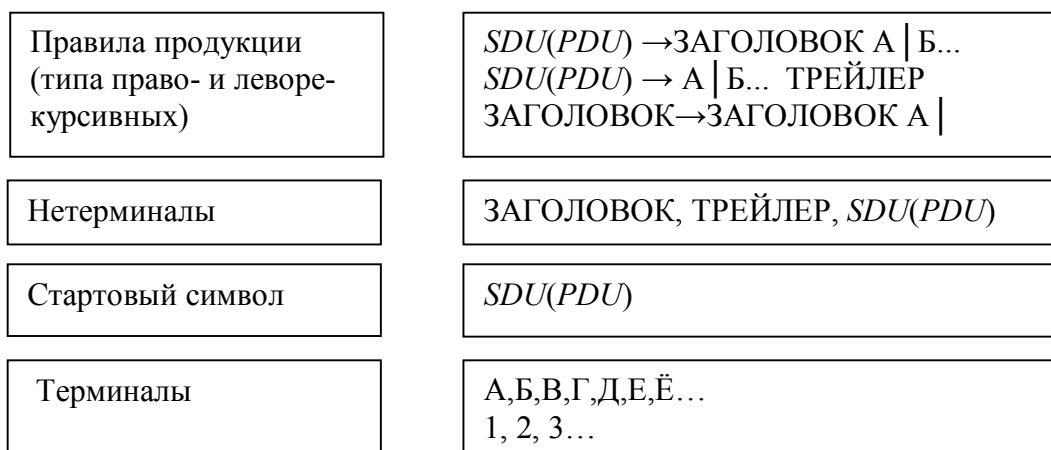


Рис. 7. Грамматика метаязыка межуровневого взаимодействия (преобразований абонентского модуля данных).

Как видим, в ЭМ ВОС/МОС заложено шесть преобразований – трансляций - (в соответствии с функциями уровней семиуровневой

модели), то есть последовательно применяется 6 разных грамматик, согласно которым и формируются предложения (модули данных).

## Выводы

Инструментарий формальных языков можно применять для описания преобразований модулей данных в процессе перехода от уровня к уровню ЭМ ВОС с целью переклассификации функций модели. С учётом основной цели компьютерной сети – обеспечение обмена информацией, предлагаемая модель – трансляция как представление межуровневого преобразования – является адекватной. К нерассмотренным в данной статье вопросам следует отнести определение классов грамматик для описания иных (не инкапсуляции) типов межуровневых преобразований.

## Список литературы

1. Эталонные модели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vanderboot.ru/tcp-ip>.
2. Критика модели и протоколов OSI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://network.distudy.ru/set\\_e0d.html](http://network.distudy.ru/set_e0d.html).
3. Горбунов И.Э. Способ формирования необходимой динамики топологии беспроводной сети для мультимедийного сервиса дистанционного управления // УСиМ. – 2008. – №5. – С. 75–81.
4. Лисецкий Ю.М. WiMAX сети. Реализации и перспективы / Лисецкий Ю.М., Бобров С.И. // УСиМ. – 2008. – №4. – С. 88–92.
5. Печурин Н.К. Подход к кластерному анализу функций эталонной модели взаимодействия открытых систем с применением инструментария прямонаправленных искусственных нейронных сетей / Печурин Н.К., Кондратова Л.П., Печурин С.Н. // Системный анализ и информационные технологии: материалы Международной научно-технической конференции SAIT-2011, Киев, 23–28 мая 2011 г. / УНК “ИПСА” НТУУ “КПИ”. – К.: УНК “ИПСА” НТУУ “КПИ”, 2011. – С. 295.
6. Печурин М.К. Нейромережева технологія класифікації функцій еталонної моделі взаємодії відкритих систем / Печурин М.К., Кондратова Л.П., Печурин С.М. // Проблеми інформатизації та управління: зб. наук. праць. – 2010. – Вип.3 (31). – С. 122–131.
7. Печурин Н.К. Анализ кластеризации эталонной модели взаимодействия открытых систем инструментарием сетей MLP и RBF / Печурин Н.К., Кондратова Л.П., Печурин С.Н. // Проблеми інформатизації та управління: зб. наук. праць.–2010. –Вип.4 (32). – С. 69–77.
8. Амато В. Основы организации сетей Cisco. Т.2. Пер. с англ.- М.: Издательский дом «Вильямс». – 2002. – 464 с.
9. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / Олифер В. Г., Олифер Н. А. – [4-е изд.]. – Изд-во «Питер», 2011. – 944 с.
10. Рошан П. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11 / Рошан П., Лиэри Дж. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 304 с.
11. Основы дискретной математики / [Капітонова Ю.В., Кривий С.Л., Летичевський О.А. та ін]. – К.:Наукова думка. – 2002. – 580 с.