ИЗПОЛЗВАНЕ НА ДИНАМИЧНИ И ИНТЕРАКТИВНИ МОДЕЛИ ЗА ПРЕДСТАВЯНЕ НА УЧЕБНОТО СЪДЪРЖАНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНАТА „КОМПЮТЪРНИ МРЕЖИ И КОМУНИКАЦИИ“

Генчо Стоицов, Коста Гъров

Резюме. Статията е посветена на създаването и използването на обогатен с динамични и интерактивни модели методически инструментариум за преподаване на учебно съдържание по дисциплината „Компютърни мрежи и комуникации“. Направен е анализ на резултатите, получени от провеждането на педагогическо изследване за проверка на постиженията на обучаваните чрез онагледяване на теоретичното съдържание с условно изобразителни и динамични модели.

Keywords: networks, communications, training, dynamic visibility, communicative simulacrum, animation

В последните десетилетия рязко нарасна приложението на компютърните мрежи и комуникации (КМК) в практиката. Многократно се повиши необходимостта от добре подготвени специалисти в тази област. Ето защо в учебните планове на много средни училища и университети се предвижда изучаването на дисциплината „Компютърни мрежи и комуникации“. Заложени са сравнително сложни знания и умения в областта на софтуера и хардуера. Това поставя въпроса за създаване на методически инструментариум за преподаване, който е по-различен от стандартния при обучението по информатика и информационни технологии. В (Стоицов, 2012) е коментирано изполването на динамични и интерактивни модели в учебно съдържание по „Компютърни мрежи и комуникации“.

Опитът и наблюденията ни от преподаването на „Компютърни мрежи и комуникации“ в някои средни и висши училища ни дават възможност да направим извода че за представяне на теоретичната част от учебното съдържание най-често се използват:

- методи за устна комуникация – лекция, обяснение, дискусия и обсъждане;
- метод за работа с документация – проучване на допълнителна литература;
- онагледяване чрез схеми, чертежи, картини, таблици, графики и диаграми.

Прави впечатление липсата на динамични и интерактивни модели за представяне на учебното съдържание там, където е възможно. Допускаме, че този вид онагледяване подкрепя хипотезата за подобряване на ефективността на обучението. Подхо-

дът ще активира когнитивни процеси като възприятие, асоциация и разсъждение, за които е известно, че са част от цялостната система за придобиване на знания.

В настоящата работа ще използваме понятията: виртуално знание, виртуално умение и комуникационен симулакрум, които са дефинирани в (Стоицов, 2012).

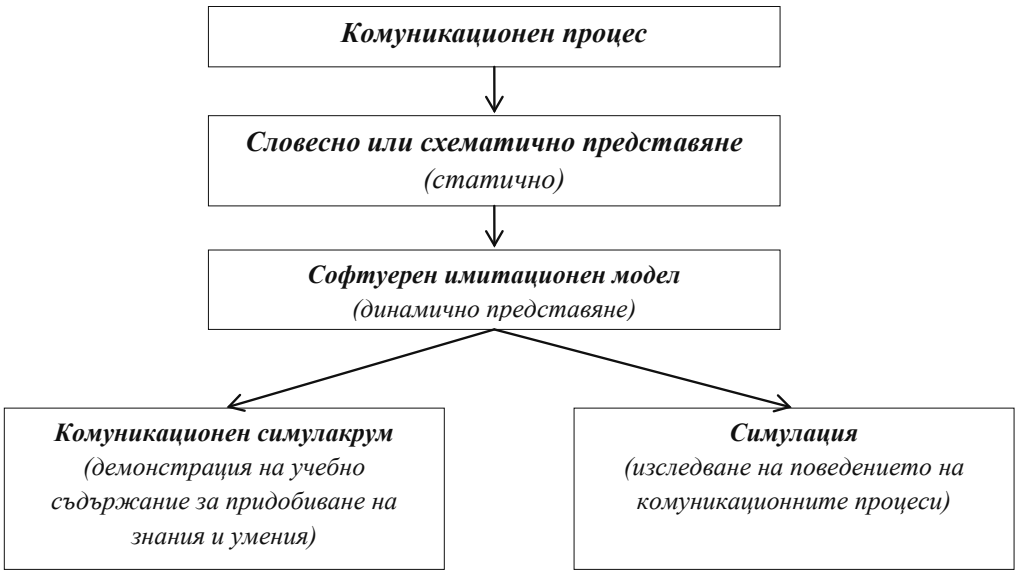
Според Българския тълковен речник знанието е съвкупност от факти от една област, които едно лице е усвоило. Отнасянето на дефиницията към виртуалното пространство формира ново понятие - **виртуално знание**. То може да се дефинира като знание за обекти и събития, получено във виртуална среда чрез изследване на динамични виртуални модели. Това ще осигури така наречената динамична нагледност, която се отнася към дидактическия принцип за нагледност в обучението. Един от подходите, който може да ни осигури такава динамика, е създаването и използването на софтуерни имитационни модели (в нашата конкретна работа използваме като синоним и термина **комуникационен симулакрум**) (фигура 1).

Целта на този подход е да осигури един междинен етап при обучението, който да обхваща виртуално представяне на съдържанието по дисциплината. Това значително ще улесни работата на преподавателя, ще ангажира вниманието и интереса на обучаемия и ще създаде предпоставка за улесняване на процеса на усвояване на последователността от събития при конкретен комуникационен сценарий.

Всяка комуникационна схема има точен модел и алгоритъм, по който протича. Описанието ѝ в учебното съдържание най-често е представено схематично или словесно. Софтуерният имитационен модел е следващият етап на нагледност – анимиране на описанието.

Една от причините за въвеждането на такъв тип обекти в обучението е отчитането на факта, че не всеки преподавател има достатъчно знания и опит, за да използва специализиран софтуер, който да пресъздаде комуникационния процес. Софтуерни решения като IT Guru Academic Edition 9.1 и Cisco Packet Tracer са полезни мрежови инструменти за моделиране и симулация на различни мрежови концепции, но те изискват повече знание и опит, за да могат да бъдат използвани от двете страни в процеса на обучение. При всяка конфигурация на симулационна мрежа се изискват точни данни. Всяка грешка може да провали симулацията, а натрупаните грешки не винаги са ясни. Те трябва да се изследват, за да се коригират проблемите. Следователно преподавателят трябва да има много добри теоретични и практически познания за работа с подобен софтуер. Нивото на обучаемите също влияе върху подходите за представане на учебното съдържание.

Динамичните модели, неангажиращи със своята сложност и начин на използване, се оказват подходящ вариант за обучение в начален етап по компютърни мрежи и комуникации. На фигура 1 е показана позицията, която заема софтуерният имитационен модел при представянето на учебното съдържание.



Фиг. 1. Позиция на софтуерния имитационен модел при представяне на учебното съдържание

Една от разновидностите, която използваме, е комуникационният симулакрум. Чрез него идентифицираме група от динамични виртуални модели, осигуряващи динамична нагледност на основни комуникационни процеси, включени в учебното съдържание. Предназначението му е да формира знания и умения в това направление. Основни изисквания към него са:

1. цялостно или частично отразяване на поведението на определен комуникационен процес;
2. събитията, предизвикващи промяна в състоянието на системата, са заложени предварително при реализацията му;
3. представянето да бъде придружено с обяснително съдържание;
4. да не е симулация.

Създаването на такъв обект може да бъде постигнато с различни средства, които също изискват компетентност в конкретната област, но тук въпросът се отнася до тяхното лесно използване в учебния процес. Това означава те да бъдат разработени и предоставени като помощен инструмент към определена тема от учебното съдържание.

Предложеното учебно съдържание по дисциплината „Компютърни мрежи и комуникации“ (Стоицов, 2012) обхваща теми, съобразени с актуалните мрежови технологии, включени в програмите за сертифициране CompTIA Network+Certification Exam (Roberts, 2005), Networking Fundamentals на Novell и CCNA на Cisco (Шиндър, 2009). Обособените раздели са: OSI модел, LAN/MAN (IEEE 802.x, FDDI, AppleTalk, ARCNet), WAN(X.25, Frame Relay, ATM, PSTN, ISDN, xDSL, T-carrier, B-ISDN, SONET, CATV), междинни устройства (рутери, мостове, комутатори, повторители, модеми, концентратори), мрежови протоколи (TCP/IP, NetBEUI, IPX/SPX). Всяка една от тях предоставя богат набор от комуникационни сценарии за създаване на динамични модели. До момента с помощта на продукта Flash са разработени 21 софтуерни имитационни модела (означени с S1, S2, ...), тясно свързани с тематиката на учебното съдържание (таблица 1).

Таблица 1

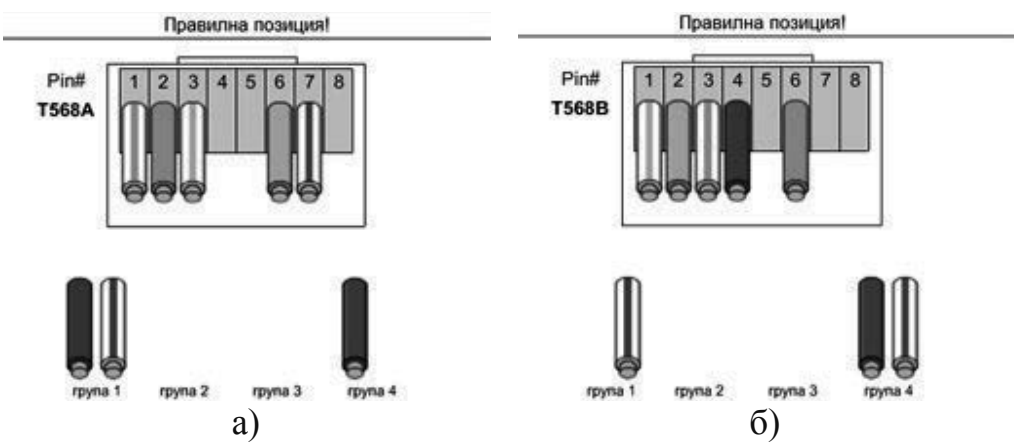
Номер	Наименование	Тема от учебното съдържание
S1	Импулсно-кодова модулация	Основни понятия свързани с физическото разпространение на сигнала
S2	Мултиплексиране на канали	Основни понятия свързани с комуникационните системи
S3	Комутация на канали	Основни понятия свързани с комуникационните и компютърните мрежи
S4	Комутация на съобщения	
S5	Комутация на пакети - режим на виртуално съединение	
S6	OSI модел	Относителният OSI модел в обучението по компютърни мрежи
S7	Stop-and-wait ARQ	Управление на потока данни
S8	Go-Back-N ARQ	
S9	Стандарт T568A	Стандарт IEEE 802.3 (Ethernet) и неговите разновидности
S10	Стандарт T568B	
S11	Възникване на колизия	
S12	IEEE 802.4	Стандарт IEEE 802.4
S13	IEEE 802.5	Стандарт IEEE 802.5
S14	FDDI	FDDI стандарт
S15	Договорена скорост (CIR)	Стандарт Frame Relay
S16	Cut-through метод	Съгласуване на мрежи в долните слоеве (internetworking)
S17	Store and Forward метод	
S18	Transparent bridging	
S19	NAT функциониране	
S20	Процес на договаряне за IP адрес	DHCP сървър. Функциониране
S21	Разпределение на времето за отдаване на IP адрес	

При отчитане на факта, че сигналите в природата са аналогови (а повечето съвременни комуникационно-информационни устройства се базират на цифрови сигнали), от преподавателя се очаква да разясни понятия като: аналогов сигнал, дискретизиран сигнал, квантован сигнал, цифров сигнал, кодиране на сигнал и модулация. Динамичният модел с номер S1 визуализира процес, наречен импулсно-кодова модулация (Pulse Code Modulation) и е създаден за демонстриране на изброените понятия и тяхната логическа последователност.

Мултиплексирането е метод за споделяне на обща комуникационна линия от различни потоци от данни. Осъществяването му е възможно чрез няколко подхода: честотно деление (FDM-Frequency Division Multiplexing), времеделение (TDM-Time Division Multiplexing), статистическо деление (SM–Statistical Multiplexing) и мултиплексиране чрез разделяне по дължината на вълната с висока плътност (DWDM-Dense wavelength division multiplexing). Визуализацията е реализирана чрез софтуерен имитационен модел с пореден номер S2.

Представянето на идеята за начина на функциониране на основните видове комутации е постигнато чрез симулакрумите S3 (комутация на канали), S4 (комутация на съобщения) и S5 (комутация на пакети – режим на виртуално съединение).

Под номер S6 е разработена динамична визуализация на действителния поток на протоколните единици за данни (Protocol Data Unit-PDU) между отделните слоеве на OSI модела. Обозначени са слоевете и наименованието на съответните единици за данни за всеки един от тях. Визуализацията дава възможност да се проследи движението на PDU в двете посоки, като изобразява процеса на капсулиране на протоколните единици на различните нива.



Фиг. 2. Подредба по стандартите T568A и T568B

Две от разновидностите на ARQ (Automatic Repeat reQuest) протокола, използвани за предаване на кадри и пакети на канално и транспортно ниво от OSI модела, са отличени с номерата S7 и S8. Това са старт-стоп методът (Stop-and-wait ARQ) и методът на „плъзгащия се прозорец“ (Go-Back-N ARQ).

Виртуалните умения (Стоицов, 2012) на обучаемите могат да бъдат развити с използване на създадените интерактивни приложения S9 и S10, които дават възможност за тестване на знанията, свързани с поставяне на типичните за този стандарт конектори към кабела. Разгледани са двата стандарта T568A (фигура 2а) и T568B (фигура 2б), които осигуряват възможност за реализирането на прав (straight-through) и кръстосан (crossover) кабел.

Разясняването на метода на достъп до преносната среда при стандарт IEEE 802.3, означен като множествен достъп с разпознаване на носещата и откриване на колизии (CSMA/CD-Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection), е постигнато с реализацията на S11, където се демонстрира нормално протичаща комуникация между компютри в един колизионен домейн, възникаване на колизия и подаване на jam сигнал за потушаването ѝ.

Начинът на функциониране на протокола Token Bus е демонстриран чрез симулакрума S12, където физическата топология е тип „шина“, а комуникацията следва логически кръг, обособен от номерата на крайните възли, подредени в низходящ ред.

За представяне на идеята за функциониране на мрежа от тип IEEE 802.5 (Token Ring) е разработен софтуерен имитационен модел (S13). Представената физическа топология е тип „звезда“ и е постигната чрез концентратор (MSAU), запазващ кръговата топология на протокола.

Динамичната визуализация (S14) на стандарта FDDI включва: топология „двоен кръг“, функциониране на протокола и техниката на бързото освобождаване на маркера, режимите: предаване на маркер; предаване на данни; промяна на топологията на мрежата при възникване на неизправност в кабелната система или отпадане на станция.

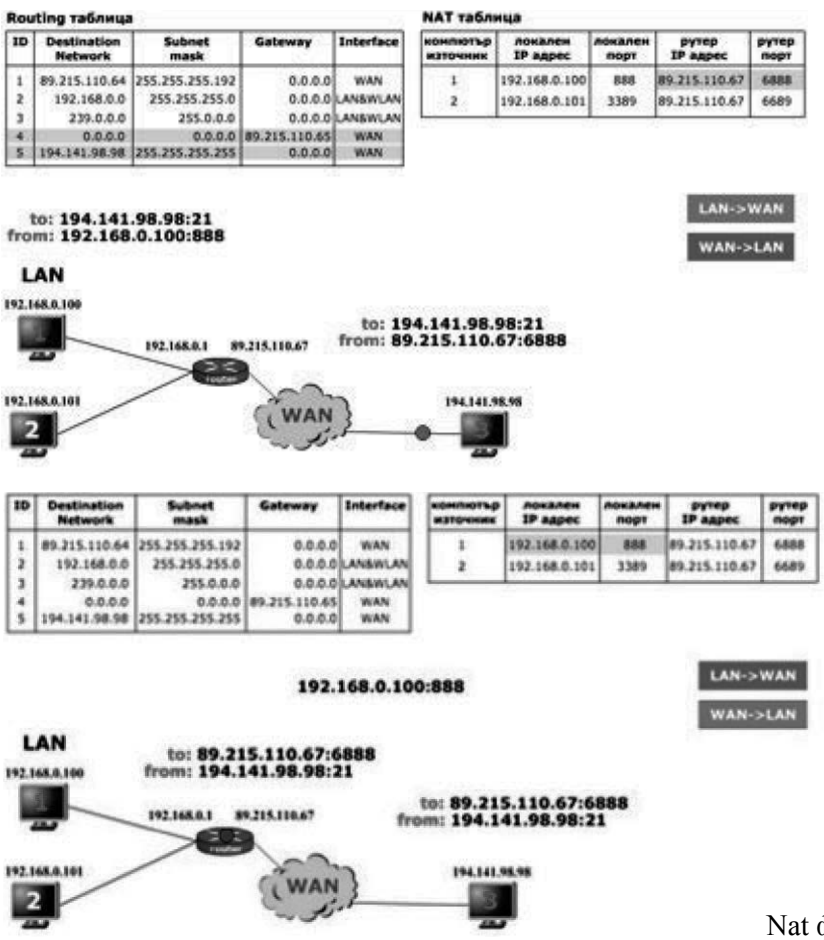
Нагледно проследяване на поведението на честотната лента при нормално и увеличено натоварване при договорената информационна скорост (CIR) за стандарта Frame Relay е реализирано под номер S15. Последните четири визуализации са свързани с представянето на ролята и функционирането на устройствата, използвани за съгласуването на две мрежи в долните слоеве на OSI модела (internetworking). Например, S16 и S17 демонстрират два от основните методи, използвани при функционирането на суич (Cisco, 2007):

- Cut-through (S16)–хедърът на пакета се запомня в буфера на порта. Чете се MAC адреса на дестинацията, който е в началото на кадъра след преамбюла.

По адресната таблица се определя портът за дестинация и резултатът е незабавно препращане към целевия възел въпреки продължаващото приемане на останалата част от кадъра. Откриването на грешки се извършва от получателя. Методът е създаден, за да намали забавянето в обработката на кадъра (латентният период на суича).

Софтуерният имитационен модел, реализиращ този метод, демонстрира вариант за предаване на кадър без грешки и с грешка.

- Store and forward (S17) – целият пакет се записва в буфера и се проверява за грешки. При правилно приемане на кадъра се предприема препредаването му към получателя. При грешка кадърът се унищожава. Този метод има по-голям латентен период на суича.



Фиг. 3.
Nat функциониране

Софтуерният имитационен модел с номер S18 представя функционирането на суич, използващ технологията Transparent Bridging. Тази технология позволява на суича да получава необходимата информация за отделните възли, участващи в локалната мрежа, без да е необходима намеса на администратор. Според Cisco (Cisco, 2007) при Transparent Bridging могат да се разграничат пет логически обособени части: обучение (Learning), запитване (Flooding), филтриране (Filtering), пренасочване (Forwarding), стареене (Aging) .

Последният динамичен модел (S19) реализира свързаност между LAN и WAN чрез NAT. Може да бъде използван за разясняване на функционирането на рутер.

На схемата (фигура 3а и 3б) е изобразена свързаност на локална към глобална мрежа чрез рутер, както и неговите Routing и NAT таблици. Пресъздадена е комуникация между два компютъра. Компютър номер 1 принадлежи на LAN и притежава локален IP адрес 192.168.0.100. Компютър номер 3 е част от WAN с глобален IP адрес 194.141.98.98. Портът за глобална комуникация на рутера отговаря на глобален IP адрес 89.215.110.67, докато в локалната мрежа изпълнява ролята на шлюз с адрес 192.168.0.1.

Направен е анализ на резултатите, получени от провеждането на педагогическо изследване по дисциплината „Компютърни мрежи и комуникации“ със студенти от ФМИ на ПУ. Целта на изследването е да се направи проверка на постиженията на обучаемите след онагледяване на теоретичното съдържание със софтуерни имитационни модели. Този анализ доказва повишеното качество на обучението и стимулирането на когнитивните процеси при студентите.

В изследването участват общо 332 студенти, разделени на две групи: Група 1 – общо 161 студенти и Група 2 – общо 171 студенти.

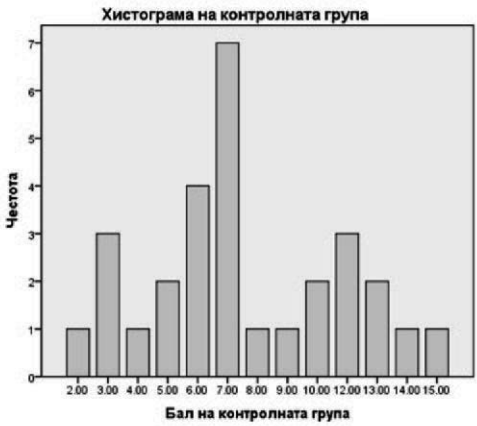
Обработка на резултатите за група 1 (Тест А)

На таблица 2 се вижда, че контролната група е съставена от 29 студенти, а експерименталната от 132. Представено е честотното разпределение на резултатите от баловете.

Табл. 2. Честотно разпределение на баловете от тест А

тест	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	БРОЙ	СР. БАЛ	Усп.
КОНТРОЛНА ГРУПА																				
А	0	1	3	1	2	4	7	1	1	2	0	3	2	1	1	0	0	29	7.79	34%
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ГРУПА																				
А	1	4	1	2	4	4	6	9	15	16	13	17	7	13	10	5	5	132	10.67	77%

От таблицата се вижда, че разликата на средния бал е 2.87, а на процентите на успелите студенти е 43% в полза на експерименталната група. Тези резултати сами по себе си потвърждават допуснатата хипотеза, че използваното онагледяване на



Фиг. 4. Хистограми

съдържанието ангажира вниманието и интереса на обучаемите и създава предпоставка за улесняване на процеса на усвояване на последователността от събития при конкретен комуникационен сценарий.

Остава да се направи проверка дали тази разлика е резултат от подобрения инструментариум за преподаване или е случайна. За целта е използвана програмата SPSS на фирмата IBM за анализиране на резултати от проведени изследвания. Сравняването на резултатите на двете съвкупности се извършва чрез t-критерий за две независими извадки.

Полученият резултат показва, че разликата между двете измервания не се дължи на случайност, а е резултат от целенасочените действия. С други думи, потвърждаването на хипотезата не е със случаен характер.

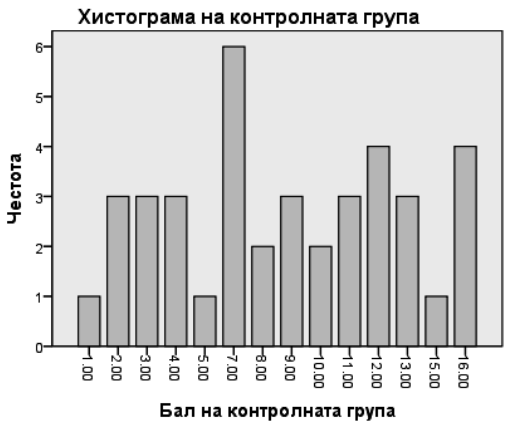
Обработка на резултатите за група 2 (Тест В)

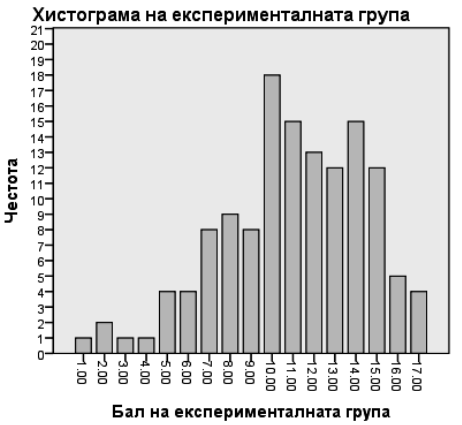
На таблица 3 се вижда, че контролната група е съставена от 39 студенти, а експерименталната от 132. Честотното разпределение на резултатите от баловете на двете групи са представени в същата таблица.

Табл. 3. Честотно разпределение на баловете от тест В

тест	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	БРОЙ	СР. БАЛ	Усп.
КОНТРОЛНА ГРУПА																				
В	1	3	3	3	1	0	6	2	3	2	3	4	3	0	1	4	0	39	8.64	51%
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ГРУПА																				
В	1	2	1	1	4	4	8	9	8	18	15	13	12	15	12	5	4	132	10.99	77%

От таблицата се вижда, че разликата на средния бал е 2.35, а на процентите на успелите студенти е 26% в полза на експерименталната група.





Фиг. 5. Хистограми

Получените стойности, изчислени с програмата SPSS, отново показват, че разликата между двете измервания не се дължи на случайност, а е резултат от целенасочените действия. Следователно потвърждаването на допускането няма случаен характер и във втория случай.

БЕЛЕЖКИ

1. Cisco. (1 8 2007 г.). *How LAN Switches Work*. Свалено от Cisco: (http://www.cisco.com/image/gif/paws/10607/lan-switch-cisco.pdf
2. Roberts, R. (2005). *Networking Fundamentals Course Outline & Text Materials.* Свалено от Goodheart-Willcox: http://www.rmroberts.com/FTP_files/Networking_Course_Outline_2009.pdf

ЛИТЕРАТУРА

1. Стоицов, Г. (2012). Проект за организация на учебния процес по дисциплината „Компютърни мрежи и комуникации“. *Сборник доклади на Национална конференция „Образованието в информационното общество“*, Пловдив, 107-114.
2. Шиндър, Д. Л. (2009). *Компютърни мрежи.* София: СофтПрес.

Генчо Стоицов
✉ Главен асистент
Факултет по математика и информатика
ПУ „Паисий Хилендарски“,
Бул. България № 236, 4003 Пловдив, България
E-mail: stoitzov@uni-plovdiv.bg

Коста Гъров
✉ Доцент, доктор
Факултет по математика и информатика
ПУ „Паисий Хилендарски“,
Бул. България № 236, 4003 Пловдив, България
E-mail: kosgar@uni-plovdiv.bg

USING DYNAMIC AND INTERACTIVE MODELS FOR CURRICULUM PRESENTATION OF A ”COMPUTER NETWORKS AND COMMUNICATIONS“ COURSE

Abstract. The paper is dedicated to the elaboration and application of a methodological instrumentation that has been enriched by dynamic and interactive models to teach the curriculum of a „Computer networks and communications“ course. A pedagogical investigation is carried out to check student performance. The theoretical content is visualized by conditionally expressive and dynamic models. The results are analyzed.

Gencho Stoitsov
✉ Assistant professor
Faculty of Mathematics and Informatics
Plovdiv University „Paisii Hilendarski“,
236 Bulgaria Blvd., 4003 Plovdiv, Bulgaria
E-mail: stoitzov@uni-plovdiv.bg

Kosta Garov
✉ Associated professor, PhD
Faculty of Mathematics and Informatics
Plovdiv University „Paisii Hilendarski“,
236 Bulgaria Blvd., 4003 Plovdiv, Bulgaria
E-mail: kosgar@uni-plovdiv.bg