



*Региональный обучающий семинар Центров профессионального
мастерства МСЭ в режиме видеоконференции “Современные методы
проектирования сетей последующих поколений”,
18 ноября 2014 года*



АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ НА БАЗЕ НОВЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА, УЧИТЫВАЮЩИХ СВОЙСТВА ТРАФИКА

Анатолий Ложковский

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
коммутационных систем ОНАС им. А.С. Попова, Украина

Вадим Гордиенко

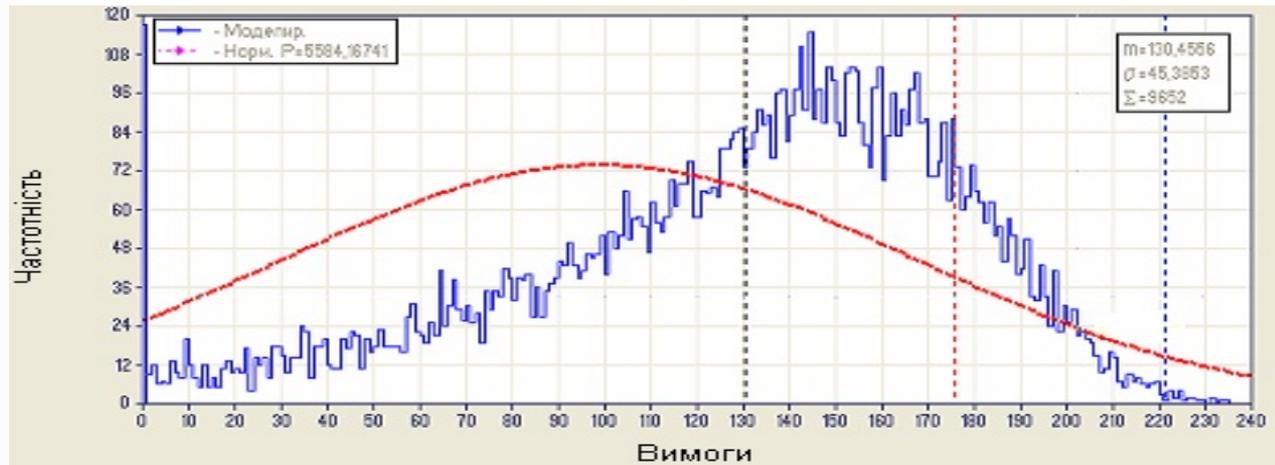
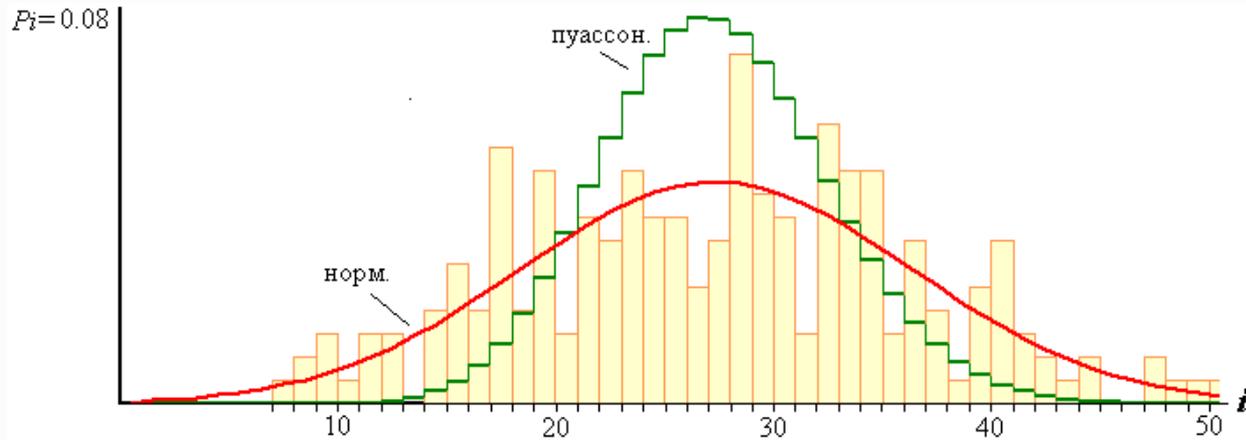
аспирант кафедры коммутационных систем
ОНАС им. А.С. Попова, Украина

Виды реального трафика телекоммуникационных сетей

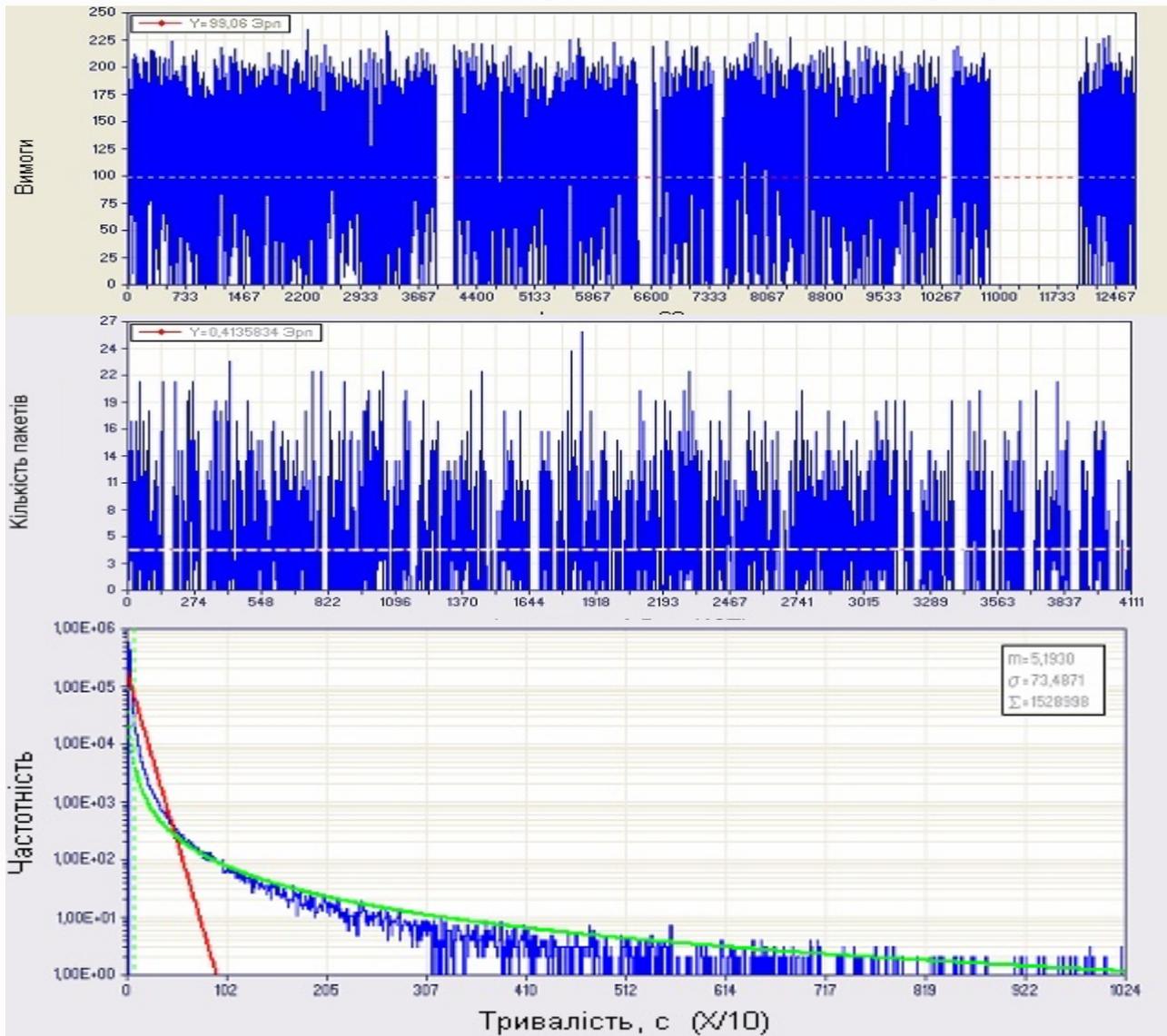
Название модели трафика	Вид распределения	Характеристики трафика	Коэффициент скученности нагрузки
Пуассоновский (моносервисный)	Z – экспонентная ф-я (M) C – з-н Пуассона	Λ – интенсивность нагрузки	$S = \frac{D}{\Lambda} = 1$
Мультисервисный	Z – гиперэкспонентная ф-я (HM) C – з-н Гаусса	Λ – интенсивность нагрузки D – дисперсия интенсивности нагрузки	$S = 2...15$
Пакетный	Z – Парето, Вейбулла (fBM) C – «близкий» к з-ну Гаусса	Λ – интенсивность нагрузки k – коэф. пачечности трафика H – коэф. самоподобности трафика	$S \gg 20$ $H = 0.5...1$

*интервал врем. между заявками - Z
кол-во заявок в единицу времени - C*

Функции распределения количества заявок трафика 1, 2 и 3 типа



Статистические измерения пакетного трафика



Системы распределения информации, имеющие решения ранее и получившие их сейчас

Модель	Известные решения	Новые решения
$M/G/m$	B -формула Эрланга	-----
$M/M/m/\infty$	C -формула Эрланга	-----
$M_B/M/m$	ϕ -ла Энгсета	Рекуррентный метод для сети
$M/D/m/\infty$	метод Кроммелина	Упрощенный метод
$M/G/1/\infty$	ϕ -ла Полачека-Хинчина	-----
$HM/D/m$	-----	ϕ -ия распределения сост. системы (S)
$HM/G/m$	-----	Метод определения хар-ик QoS (S)
$HM/D/m/\infty$	-----	Итерационный метод опр. хар-ик QoS
$fBM/G/1/\infty$	ϕ -ла Норроса только для D	Энтропийный метод опр. хар-ик QoS
$G/M/1/\infty$	-----	Метод определения хар-ик QoS
$G/D/1/\infty$	-----	Грубый метод опр. хар-ик QoS
$G/G/1/\infty$	-----	<i>Установлены все функциональные зависимости между хар-ми QoS</i>

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ В УСЛОВИЯХ ОДНОРОДНОГО ТРАФИКА

Модель $M/D/m/\infty$

модель $M/M/m/\infty$:

$$P_{w>0} = C_m(\Lambda) = \frac{\frac{\Lambda^m}{m!} \frac{m}{m-\Lambda}}{\sum_{k=0}^{m-1} \frac{\Lambda^k}{k!} + \frac{\Lambda^m}{m!} \frac{m}{m-\Lambda}} \quad ; \quad W = \frac{Q}{\Lambda} = \frac{1}{m-\Lambda} P_{w>0} \quad t_q = \frac{Q}{\Lambda P_{w>0}} = \frac{1}{m-\Lambda}$$

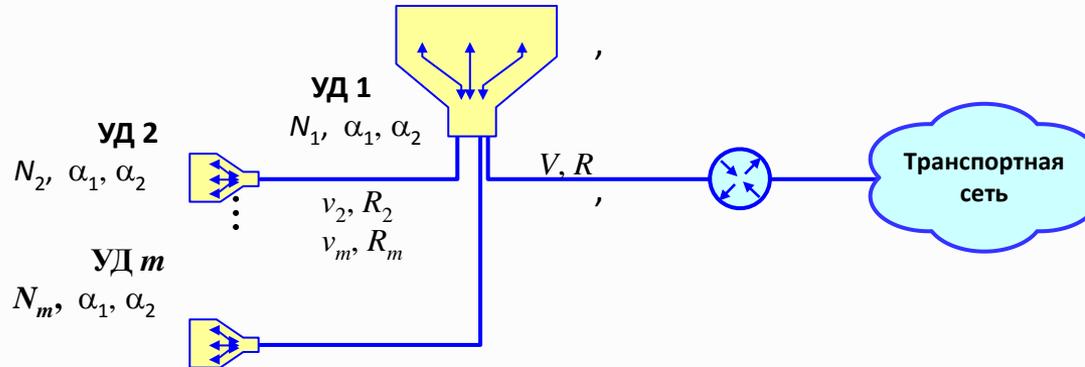
C-формула Эрланга

модель $M/D/m/\infty$: (был очень сложный метод Кроммелина с уравнениями Фрая)

$$P_{w>0} = \frac{C_m(\Lambda)}{2 \cdot F(k)} \quad , \quad W_{(D)} = \frac{C_m(\Lambda)}{m-\Lambda} \cdot F(k+1) \quad , \quad t_{q(D)} = \frac{F(k+2)}{m-\Lambda}$$

при $k = 1$, где $F(k) = 2^{k-1} \left(\frac{m}{m+\Lambda} \right)^k$

Пропускная способность сети широкополосного мультисервисного доступа, представленной моделью $M_B/M/m$



Автономный сегмент сети доступа с каскадным подключением узлов доступа

С учетом ф-лы Энгсета последовательно рассчитываются все значения $B_j(m)$ в кластере сети:

$$jB_j(m) = \frac{\alpha_2}{1 + \alpha_1} [(mN + j + 1)B_{j-1}(m) - mNC_{N-1}^v \sum_{l=0}^v C_v^l \alpha_2^l \alpha_1^{v-l} B_{j-1-l}(m-1)]$$

Характеристики QoS:

$$P_i = \frac{\sum_{l=0}^i C_N^l \alpha_2^l C_{N-l}^{i-l} \alpha_1^{i-l} \sum_{j=0}^{V-l} B_j(m-1)}{\sum_{x=0}^V B_x(m)}$$

$$\Pi_j = \frac{B_j(m)}{\sum_{x=0}^v B_x(m)},$$

$$P_{ij} = \frac{\sum_{l=0}^i C_N^l \alpha_2^l C_{N-l}^{i-l} \alpha_1^{i-l} B_{j-l}(m-1)}{\sum_{x=0}^V B_x(m)}.$$

Потери P_B для связи внутри кластера и для внешней связи:

$$P_{B\hat{e}} = \frac{\alpha_1(N-v)P_v}{\lambda_{\hat{e}}},$$

$$P_{B\zeta} = \frac{\alpha_2(N-v)P_v + \sum_{i=0}^{v-1} \alpha_2(N-i)P_{iV}}{\lambda_{\hat{e}}}.$$

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ В УСЛОВИЯХ НЕОДНОРОДНОГО ТРАФИКА

Модель $HM/D/m$

P_j – вероятностная функция распределения состояний системы.

P_i – вероятностная функция распределения количества заявок потока за время t .

Модель без потерь при $t = \text{const}$ (неограниченное кол-во серверов)

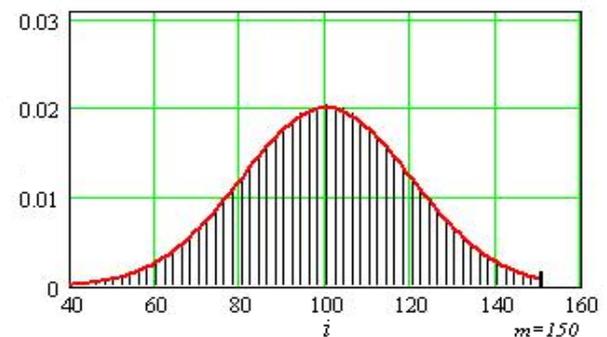
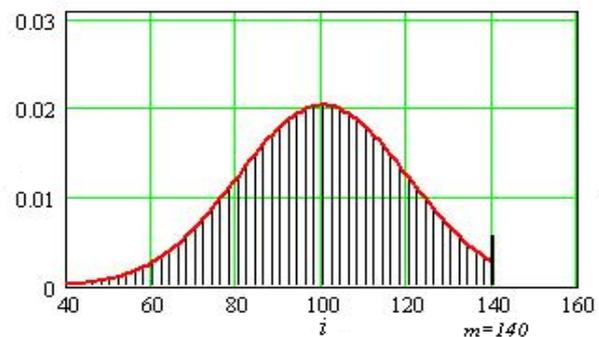
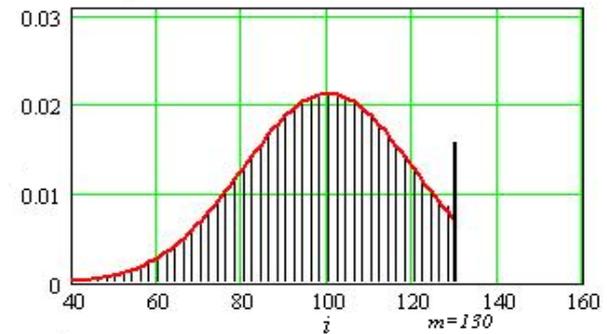
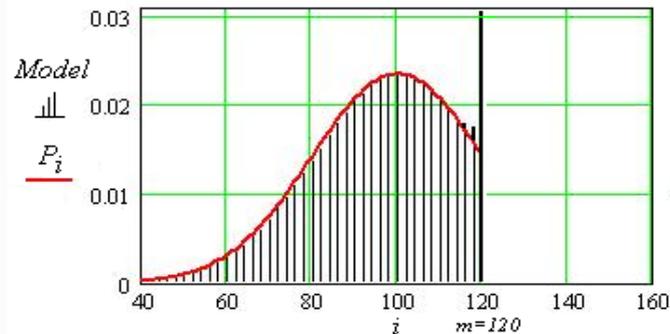
$$P_i = P_j = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(i-\Lambda)^2}{2\sigma^2}}$$

Модель с ограниченным до m кол-ва серверов: определяет P_i в пределах $0 \leq j \leq m$:

$$P_j = \frac{A}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(j-\Lambda)^2}{2\sigma^2}}$$

где

$$A = \frac{1}{\int_0^{m-\Lambda} e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}} dt - \int_0^{0-\Lambda} e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}} dt}$$



АНАЛИЗ И СИНТЕЗ В УСЛОВИЯХ НЕОДНОРОДНОГО ТРАФИКА

Модель $HM/D/m$

Вероятность потерь в системе $HM/D/m$

Для пуассоновского потока $\sigma^2 = \Lambda$ и $S = 1$, вероятность $P_{j=m} = P_B$.

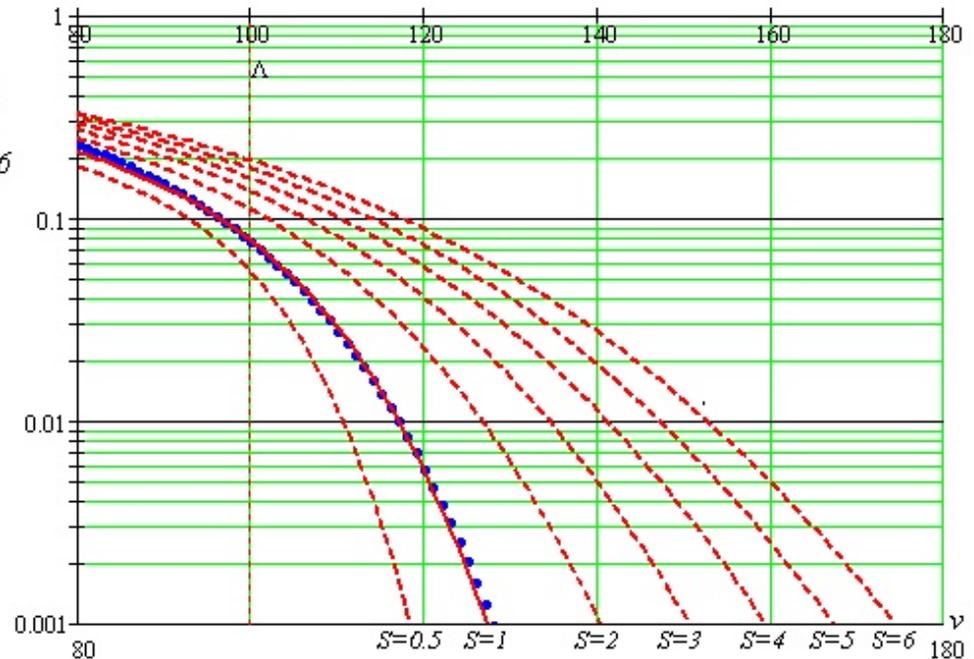
Для гиперэкспонентного потока $\sigma^2 > \Lambda$, вероятность $P_B > P_{j=m}$ в S раз, где $S = \frac{\sigma^2}{\Lambda}$

$$P_B = \frac{\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(m-\Lambda)^2}{2\sigma^2}} \sigma^2}{\frac{m-\Lambda}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\sigma} e^{-\frac{t^2}{2}} dt + \frac{\Lambda}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\sigma} e^{-\frac{t^2}{2}} dt} \frac{\sigma^2}{\Lambda}$$

$E\nu$
 $S = 0.5 \dots 6$

$$P_B = \frac{1}{\sum_{k=0}^m \exp\left[\frac{-(k - 2\Lambda + m)(k - m)}{2\sigma^2}\right]} \frac{\sigma^2}{\Lambda}$$

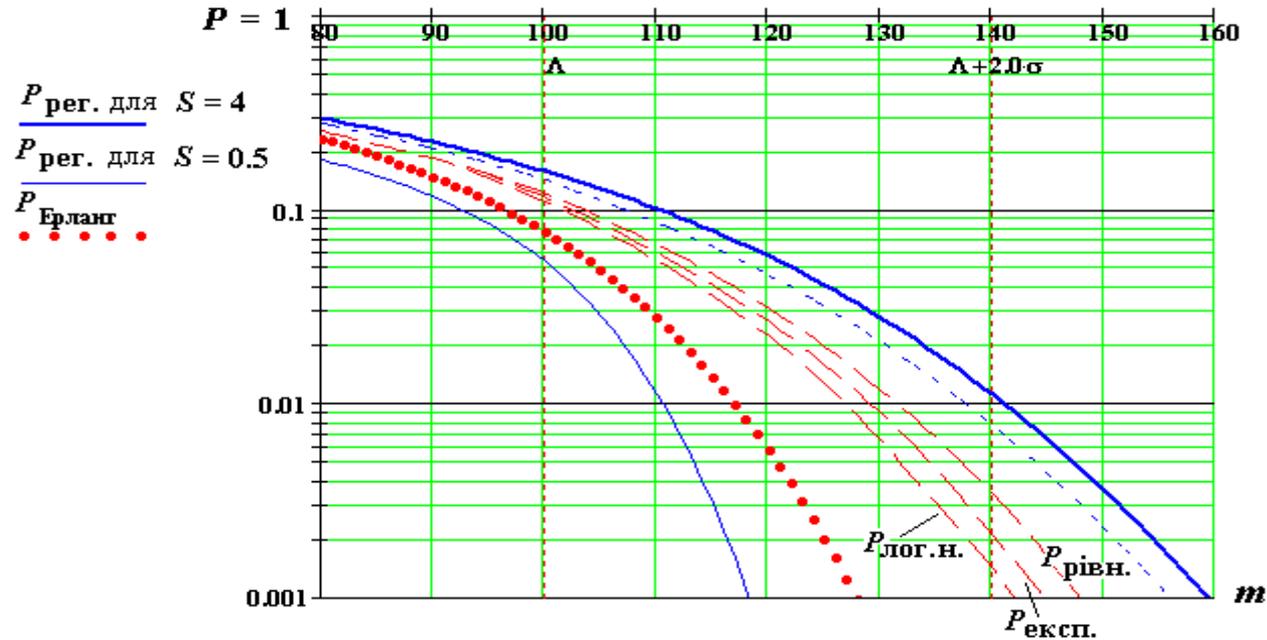
Зависимость вероятности P_B от m и S



АНАЛИЗ И СИНТЕЗ В УСЛОВИЯХ НЕОДНОРОДНОГО ТРАФИКА

Модель $HM/G/m$ с потерями

Вероятность потерь в системе $HM/G/m$



$$P_B = \frac{\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(m-\Lambda)^2}{2\sigma^2}}}{\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\sigma} e^{-\frac{t^2}{2}} dt + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\frac{\Lambda}{\sigma}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt} \frac{\sigma^2}{\Lambda} \left[1 - \frac{(S^2 - 1)(\sigma - \Lambda + m)}{\sigma(kS^2 - k + 5)} \right]$$

где $k = 16,45; 4,25; 3,55; 2,85$ та $2,32$ для $D, U, M, \text{Log}N$ та HM распределений длительности обслуживания

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ В УСЛОВИЯХ НЕОДНОРОДНОГО ТРАФИКА

Модель $HM/D/m/\infty$ с очередью

Вероятность ожидания:

$$1) P_{w>0} = \sum_{j=m}^{\infty} P_j = 1 - \sum_{j=0}^{m-1} P_j$$

где j – состояние системы
 ($0 \leq j \leq m$ – серверы, $m < j \leq \infty$ – очередь).

2) P_j – по закону Гаусса

$$3) W = t_q P_{w>0}$$

$$4) Q = \Lambda W$$

$$5) t_q = \left(\frac{S}{m - \Lambda} \right) \frac{m}{m + \Lambda + 1 + \Lambda / m} = \frac{S}{(m+1) \left[1 - (\Lambda / m)^2 \right]}$$

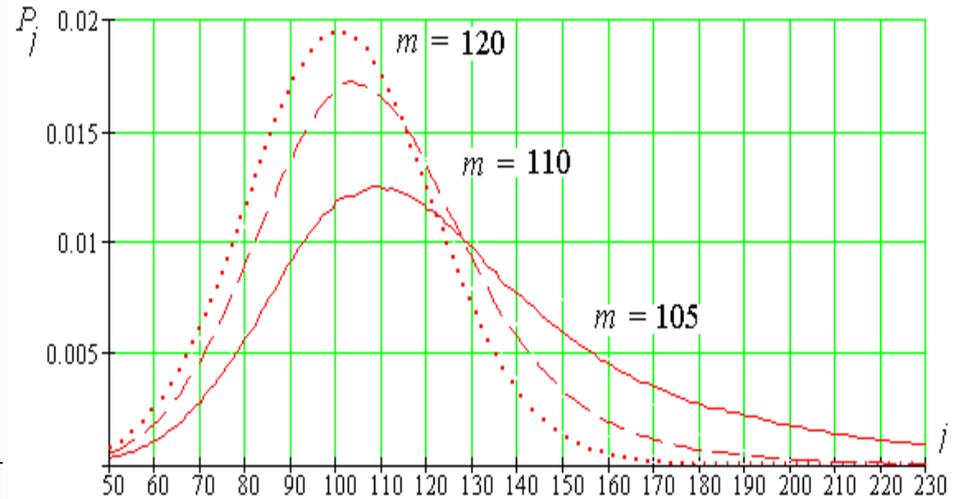
$$6) \Lambda_2 = \Lambda + Q$$

Q – дополнительная нагрузка из очереди

$$7) \sigma_2 \approx \sigma + Q/2$$

Итерационный метод расчета:

- из (4) для заданных Λ , S и m рассчитывается t_q ;
- из (1) и (3) для заданных Λ и σ_2 определяется первичная вероятность $P_{w>0}$;
- для рассчитанных t_q и $P_{w>0}$ в соответствии с (3) и (4) определяются первичные значения W и Q ;
- для рассчитанных из (6) и (7) значений Λ_2 и σ_2 в соответствии с (1) и (3) определяется уточненная вероятность $P_{w>0}$;
- по уточненному $P_{w>0}$ из (3) и (4) уточняются значения W и Q .



Распределение состояний системы $HM/D/m/\infty$ при $\Lambda = 100$ Ерл та $S = 4$

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ В УСЛОВИЯХ САМОПОДОБНОГО ТРАФИКА

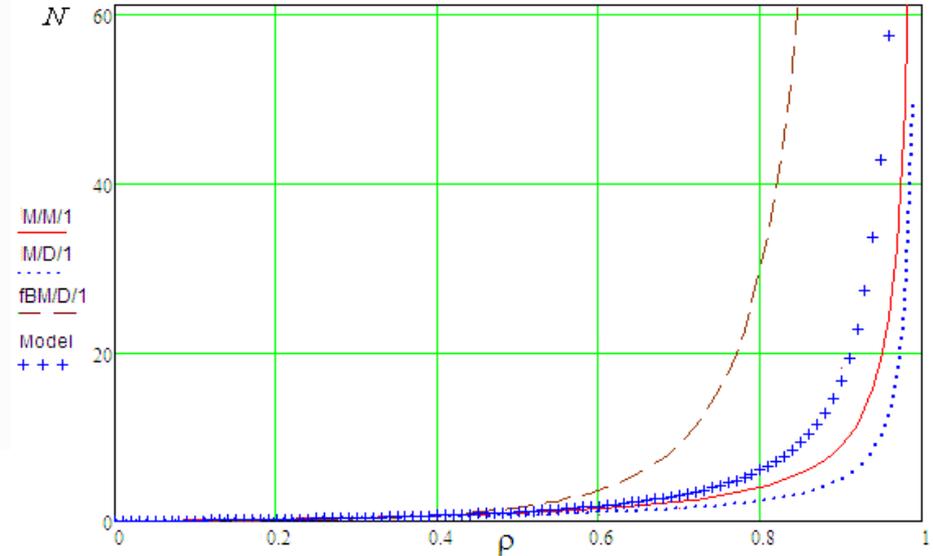
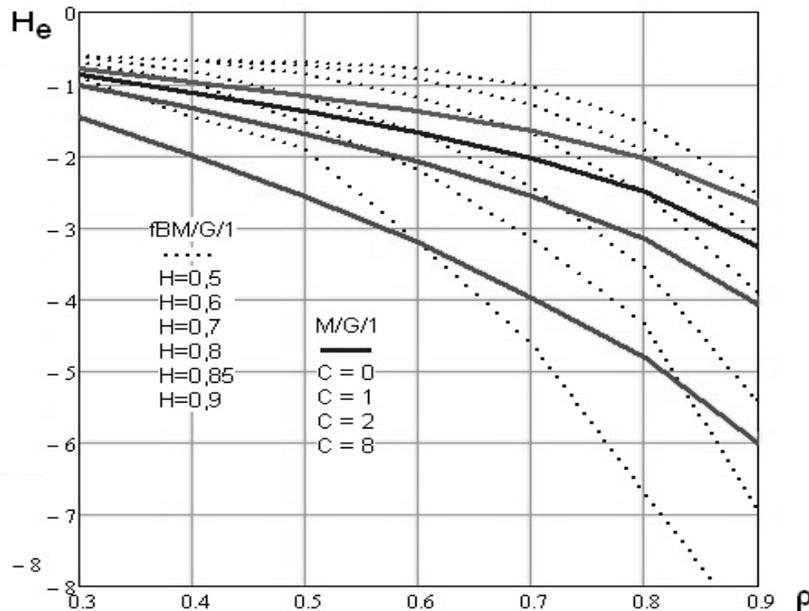
Модель $fBM/D/1/\infty$ с очередью

Ф-ла Норрса:

$$N = x = \frac{(1 - \rho)^{\frac{H}{H-1}}}{\frac{0.5}{\rho^{H-1}}}$$

Энтропия:

$$H_e = -\sum_{i=1} p_i \log p_i$$



$$N = \rho + \rho^2 \frac{1+C^2}{2(1-\rho)} \quad Q = N - \rho \quad T = \frac{N}{\rho} \quad W = T - 1$$

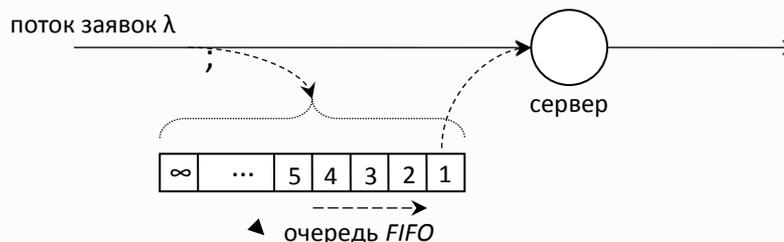
Лог. нормальный закон: $H_e = \log \left(\sigma e^{\frac{1}{\sigma}} \sqrt{2\pi e} \right)$

Экспонентный закон: $H_e = \log \frac{e}{\lambda}$

Закон Вейбулла: $H_e = \log e \left[1 + \frac{\alpha-1}{\alpha} (C + \ln \beta) \right] - \log \alpha \beta$

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ В УСЛОВИЯХ ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ ТРАФИКА

Модель $G/M/1/\infty$ с очередью



модель $M/G/1/\infty$

вероятность ожидания $P_{w>0} = P_{\text{зн}}$ и $P_{w>0} = \rho$.

модель $G/M/1/\infty$

r_k – геометрическое распределение кол-ва заявок в системе в моменты поступления новых заявок (модель $M/G/1/\infty$: $p_k = r_k$)

$p_0 = 1 - P_{\text{зн}}$ (или $p_0 = 1 - \rho$) ; $r_0 = 1 - P_{w>0}$.

заявка ожидает обслуживания с вероятностью $P_{w>0} = 1 - r_0$.

Распределение времени ожидания: $W(t) = 1 - P_{w>0} e^{-\mu(1-P_{w>0})t}$

Среднее время ожидания: $W = \frac{P_{w>0}}{1 - P_{w>0}}$

характеристики QoS: $P_{\text{зн}} = \rho$ $P_{w>0} = 1 - \frac{\rho}{N}$ $Q = \frac{\rho \cdot P_{w>0}}{1 - P_{w>0}}$ $t_q = T = \frac{1}{1 - P_{w>0}}$ $N = \frac{\rho}{1 - P_{w>0}}$

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ В УСЛОВИЯХ ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ ТРАФИКА

Модель $G/M/1/\infty$ с очередью

Хар-ка QoS	Характеристика QoS				
	Q	W	t_q	N	$G/G/1/\infty$
P_{3H}	ρ	ρ	ρ	ρ	
$P_{w>0}$	$\frac{Q}{\rho+Q}$	$\frac{W}{1+W}$	$1 - \frac{1}{t_q}$	$1 - \frac{\rho}{N}$	$\frac{Q}{N}$
Q	–	$\rho \cdot W$	$\rho \cdot (t_q - 1)$	$N - \rho$	$N \cdot P_{w>0}$
W	$\frac{Q}{\rho}$	–	$t_q - 1$	$\frac{N}{\rho} - 1$	
t_q	$1 + \frac{Q}{\rho}$	$1 + W$	–	$\frac{N}{\rho}$	
N	$\rho + Q$	$\rho \cdot (1 + W)$	$t_q \rho$	–	$\frac{Q}{D_{w>0}}$
T	$1 + \frac{Q}{\rho}$	$1 + W$	t_q	$\frac{N}{\rho}$	

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ В УСЛОВИЯХ ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ ТРАФИКА

Модели $G/D/1/\infty$ и $G/G/1/\infty$ с очередью

Параметр QoS	Модель СРІ			
	$M/D/1/\infty$	$G/M/1/\infty$	$G/G/1/\infty$	$G^*/D/1/\infty$
P_{3H}	ρ	ρ	$\rho, \frac{Q}{t_q P_{w>0}}$	
$P_{w>0}$	ρ	$1 - \frac{\rho}{N}$	$\frac{W}{t_q}, \frac{Q}{t_q \rho}$	
Q	$\frac{\rho^2}{2(1-\rho)}$	$\frac{\rho P_{w>0}}{1 - P_{w>0}}$	$\frac{\rho P_{w>0}}{1 - P_{w>0}} (t_q - W)$	$\frac{\rho P_{w>0}}{2(1 - P_{w>0})}$
W	$\frac{\rho}{2(1-\rho)}$	$\frac{P_{w>0}}{1 - P_{w>0}}$	$\frac{P_{w>0}}{1 - P_{w>0}} (t_q - W)$	$\frac{P_{w>0}}{2(1 - P_{w>0})}$
t_q	$\frac{1}{2(1-\rho)}$	$\frac{1}{1 - P_{w>0}}$	$\frac{1}{1 - P_{w>0}} (t_q - W)$	$\frac{1}{2(1 - P_{w>0})}$
N	$\rho + \frac{\rho^2}{2(1-\rho)}$	$\frac{\rho}{1 - P_{w>0}}$	$\rho + \frac{\rho P_{w>0}}{1 - P_{w>0}} (t_q - W)$	$\frac{\rho(2 - P_{w>0})}{2(1 - P_{w>0})}$
T	$1 + \frac{\rho}{2(1-\rho)}$	$\frac{1}{1 - P_{w>0}}$	$1 + \frac{P_{w>0}}{1 - P_{w>0}} (t_q - W)$	$\frac{2 - P_{w>0}}{2(1 - P_{w>0})}$

для $M/D/1/\infty$: $t_q - W = 0,5$

СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Свидетельство о регистрации авторского права, Украина, № 32499

Моделирование СМО типа ММ / D / m / r - 550

Файл Опции Запись Справка

Параметры модели СМО

Длительность интервала Z:
Закон распределения: $a/Z = 2,02$
HM - Гиперэкспоненциальный

Задано: $\lambda = 1,316$ Результат: $1,31777$

$p1 = 0,87$ $z1 = 0,39526$
 $p2 = 0,0$ $z2 = 1,0$
 $p3 = 0,0$ $z3 = 1,0$
 $p4 = 0,13$ $z4 = 3,2$

Z = 0,75886

$Sk = 5,552$ $\sigma = 1,533$
 $Ex = 43,703$ $D = 2,349$

Длительность обслуживания T:
Закон распределения: $a/T = 0$
Регулярный

Задано: $\mu = 0,01316$ Результат: $0,01316$

T = 75,98784

$D = 0$ $\sigma = 0$

$Sk = 0$ $Ex = 0$

График

Параметр	Обознач.	Моделир.	Примечание
Вер-ть зан. всех серверов	P_m	0,016	$P(115)$
Вер-ть отказа	P_r	0	
Нагрузка Входящая	$\Delta = T / Z, Y_m$	100,135	
Нагрузка	$\Sigma (T) / \text{Модел}$	100,135	
Нагрузка	$\Delta * (1 - P_r)$	100,135	
Ср. кол. занятых серверов	$\Sigma (i * P_i), Y_s$	64,677	
Интенсивность нагрузки	$\Delta = 100,130$	Эрл.	Y_m
Дисперсия	$D = 398,998$		
Станд. отклонение	$\sigma = 19,975$		
Асимметрия	$Sk = 0,032$		
Экссесс	$Ex = -0,026$		
Скошенность нагрузки	$S = 3,98$	D / Y_m	

Sk=0,1 Ex=0,01 S=4,08

Таблица

Сравнить:

В-формула Эрланга $E_m = 0,0138656$
N-формула $N_m = 0,0194277$ 28,6%

Вероятность ожидания $P_{ож} = 0,347$
Средняя длина очереди $Q = 5,189$
Ср. Длг. ож. в системе $W = 0,052$
Ср. Длг. ож. в очереди $t_q = 0,149$

Метод расчета:
Ложковский А.Г. Метод расчета систем обслуживания с ожиданием при произвольном потоке вызовов. - К.: Зе'язок NPI, 2006., С.57-60.

Результаты | в ед. изм. | Погрешк. |

	Моделир.	Расчетн.	Шаг 1	Относит.
Рож	0,34706	?		7,2%
Рзн	0,32384	0,23592		-27,1%
Q	5,18920	3,61777		-30,3%
W смо	0,05182	0,03613	3,94 с	-30,3%
tq оч.	0,14932	0,15315	11,3 с	2,6%
Шаг 2				
Рож	0,34706	0,31078		-10,5%
Q		4,76573		-8,2%
W		0,04760	3,62 с	-8,2%
tq	- статья	0,14201		-4,9%
Шаг 3				
Рож		0,33374		-3,8%
Q		5,11779		-1,4%
W		0,05111	3,88 с	-1,4%
tq		0,15315		2,6%

Длг. ожидания: $M = 11,35$ с
 $D = 97,96$
 $Sk = 1,7$
 $Ex = 4,19$

Моменты

СМО: Установить: 100 x 1 Эрл.

Очередь: 550 Нагрузка: 100,13
Сл = 679896 Дисперсия: 398,998

Обслужено заявок: 1 959 000

Каналы: 115 Отказано:

Go! Старт Нач. состояние: 0 клд.

412,94 час. 0:00:08 ver 1.9.5027

Система автоматизированного проектирования

Відкрито Проект в БД F:\ЗСАПР_TCv4\Odessa5.mdb

Файл Графика Вид Группы Элементы Матрица Сервис Настройки База Довідка

Панель

Прибрати Ярлик

Тип: Вузол Мітка

Текст: PATC- Цифрова (ЦС)

Розмір: Y 795 X 795

Рисунк: 0 - Нет

Очистити Розмір Ввести

Телефони

Технічні Характеристики Вузла - ATC-32

Абоненти | Навантаження | Тип АТС | Вихідні Пучки | Вхідні Пучки | Коefіцієнт q | Текст

Категорія:

- З підвищеною навантаженням
- Адміністративно-діловий сектор
- Квартирні абоненти
- З Internet по телефонній АЛ
- Користувачі інтелектуальних послуг
- З доступом до ISDN
- Міські таксофони
- Міжміські й універсальні таксофони
- Лінії екстрених служб
- Лінії інформаційно-авіаційних служб

Кількість	Структурний склад абонентів					
	у в	у вх	у вн	у ап	у авх	
	0,06	0,055	0,025	0,01	0,009	
	0,05	0,045	0,02	0,008	0,007	
4 500	0,04	0,035	0,015	0,006	0,005	
	0,08	0,07	0,025	0,055	0,045	
	0,06	0,065	0,025	0,055	0,045	
	0,15	0,015	0,15	0,001	0,001	
	0,2	0,001	0,125	0,001	0,001	
	0,2	0,1	0,2	0,001	0,001	
	0,001	0,3	0,3	0,001	0,001	
	0,001	0,4	0,4	0,001	0,001	
Всього:	4 500					

До відомо...

Завантажено

Приняти Відняти Ok

Виконано

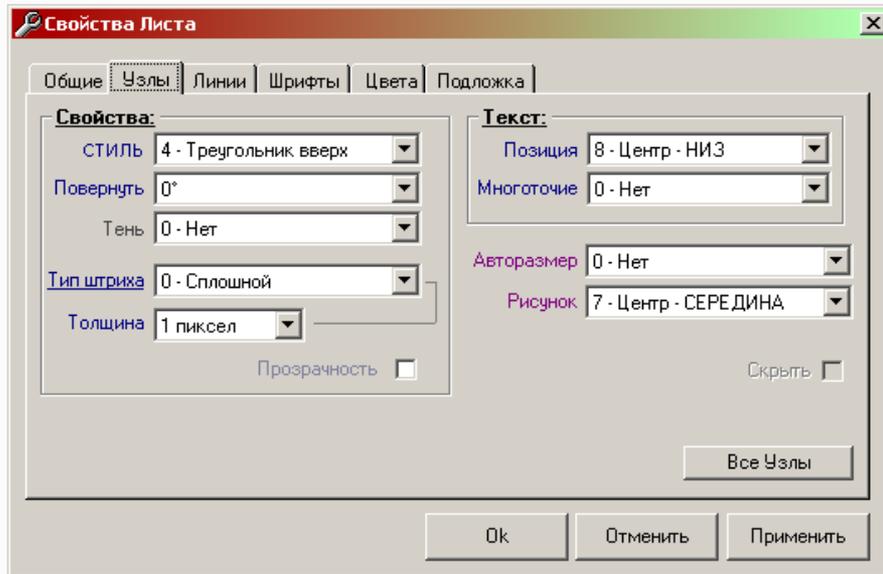
Загальний час роботи: 14 хв.

Документ1 - Microsoft Word

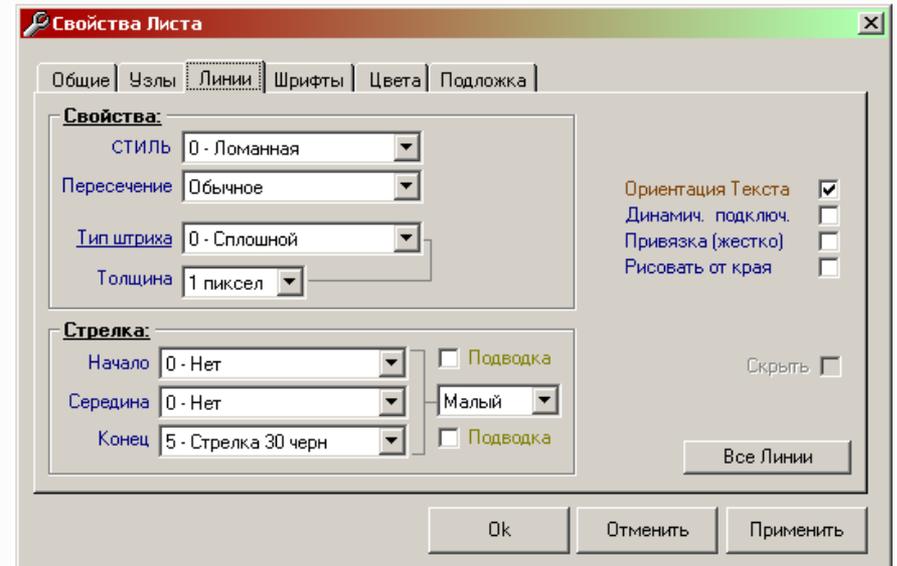
11:30

Внешний вид рабочего листа программы САПР ТС

Система автоматизированного проектирования телекоммуникационных сетей



Вкладка общие свойства листа «Узлы» программы САПР ТС



Вкладка общие свойства листа «Линии» программы САПР ТС

Система автоматизированного проектирования телекоммуникационных сетей

Т8 Технические Свойства Узла ? X

Абоненты | Навантаження | Тип АТС | Вихідні Пучки | Вхідні Пучки | Коefіцієнт q | Текст

Категорія:

- З підвищеним навантаженням
- Адміністративно-діловий сектор
- Квартирні абоненти
- З Internet по телефонній АЛ
- Користувачі інтелектуальних послуг
- З доступом до ISDN
- Місцеві таксофони
- Міжміські й універсальні таксофони
- Лінії екстрених спецслужб
- Лінії інформаційно-довідкових служб

Структурний склад абонентів					
Кількість	у_в	у_вх	у_вн	у_ав	у_авх
	0,06	0,055	0,025	0,01	0,009
	0,05	0,045	0,02	0,008	0,007
1 512	0,04	0,035	0,015	0,006	0,005
	0,08	0,07	0,025	0,055	0,045
	0,06	0,065	0,025	0,055	0,045
	0,15	0,015	0,15	0,001	0,001
	0,2	0,001	0,125	0,001	0,001
	0,2	0,1	0,2	0,001	0,001
	0,01	0,3	0,3	0,001	0,001
	0,001	0,4	0,4	0,001	0,001
Всього:	1 512				

Завантажено

До відома...

Command6
Ok
Отменить
Применить

Внешний вид вкладки «Абоненты» технических свойств
«Узла» программы САПР ТС

Система автоматизированного проектирования телекоммуникационных сетей

Свойства Линий ? X

Стиль | Цвет | Данные | Шрифт | Дополнительно

Тип | Параметры | Свойства 1 | Свойства 2

Односторонняя

Расчеты:

Нагрузка:

Каналов:

Ok Отменить Применить

Внешний вид вкладки «Тип» технических свойств
«Линии» программы САПР ТС

Система автоматизированного проектирования телекоммуникационных сетей

Матрица

Таблицы Калькулятор

Матрица міжстанційних коефіцієнтів тягіння

Від \ До	PATC_22	PATC_21	PATC_23	ATC_32	ATC_33	ATC_31	УВС_2	УВС_3	PATC_49	PATC_40	PATC_41	УВС_4	УВС_1
PATC_22	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PATC_21	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PATC_23	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ATC_32	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ATC_33	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
ATC_31	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
УВС_2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
УВС_3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
PATC_49	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
PATC_40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
PATC_41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
УВС_4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
УВС_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
PATC_14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PATC_15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PATC_16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	до PATC_22	до PATC_21	до PATC_23	до ATC_32	до ATC_33	до ATC_31	до УВС_2	до УВС_3	до PATC_49	до PATC_40	до PATC_41	до УВС_4	до УВС_1
від ATC_31	33,20	41,01	26,25	18,45	41,01	0,00	0,00	0,00	27,89	20,50	4,92	0,00	0,00
від УВС_2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
від УВС_3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
від PATC_49	24,11	29,78	19,06	13,40	29,78	27,10	0,00	0,00	0,00	14,89	3,57	0,00	0,00
від PATC_40	17,34	21,42	13,71	9,64	21,42	19,49	0,00	0,00	14,57	0,00	2,57	0,00	0,00
від PATC_41	3,98	4,92	3,15	2,21	4,92	4,47	0,00	0,00	3,34	2,46	0,00	0,00	0,00
від УВС_4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
від УВС_1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
від PATC_14	28,74	35,51	22,73	15,98	35,51	32,31	0,00	0,00	24,15	17,75	4,26	0,00	0,00
від PATC_15	21,06	26,02	16,65	11,71	26,02	23,68	0,00	0,00	17,69	13,01	3,12	0,00	0,00
від PATC_16	24,90	30,76	19,68	13,84	30,76	27,99	0,00	0,00	20,91	15,38	3,69	0,00	0,00
від PATC_17	21,03	25,97	16,62	11,69	25,97	23,63	0,00	0,00	17,66	12,99	3,12	0,00	0,00
У_вк Норма	297,50	367,50	235,20	165,38	367,50	334,43	0,00	0,00	249,90	183,75	44,10	0,00	0,00
У_вк, за коеф.тягн. = 1	286,25	350,49	235,64	169,61	350,49	323,11	0,00	0,00	249,08	187,33	46,94	0,00	0,00
відхилення, %	-3,93%	-4,85%	0,19%	2,50%	-4,85%	-3,50%			-0,33%	1,91%	6,05%		

Слоты Баланс Авто Пучки ЗЛ Кількість ЗЛ У файл - прямой зв'язок - зв'язок через 1 ТС - нема зв'язку - двосторонні Лінії До відомо...

Всього Вузлів: 17 НАВАНТАЖЕННЯ МЕРЕЖІ · Виділе: 3 189,18 Ерл. Вхідне: 3 239,49 Ерл. Різниця: -1,55%

Внешний вид окна расчетов межстанционных нагрузок «Матрица» программы САПР ТС

$$Y_{j/k-r/s} = \frac{Y_{u.j/k} Y_{ex.r/s} n_{j/k-r/s}}{\sum_{z, z \neq k} Y_{ex.j/z} n_{j/k-j/z} + \sum_{x, x \neq j} \sum_z Y_{ex.x/z} n_{j/k-x/z}}$$

Система автоматизированного проектирования телекоммуникационных сетей

Матриця
X

Таблиці
Калькулятор

	до PATC_2	до PATC_2'	до PATC_2''	до ATC_32	до ATC_33	до ATC_31	до УВС_2	до УВС_3	до PATC_4'	до PATC_4''	до PATC_4'''	до УВС_4	до УВС_1
від PATC_22	127,50	42,48	27,19					100,26				55,13	114,93
від PATC_21	36,91	150,00	29,18					107,61				59,17	123,36
від PATC_23	22,58	27,90	96,00					65,84				36,20	75,47
від ATC_32				67,50	19,17	17,44	46,96					24,87	51,86
від ATC_33				20,52	150,00	41,49	111,69					59,17	123,36
від ATC_31				18,46	41,02	136,90	100,48					53,22	110,98
від УВС_2	226,84	280,23	179,33										
від УВС_3				130,66	290,42	264,26							
від PATC_49							72,96	70,30	102,00	14,89	3,50		80,58
від PATC_40							52,49	50,57	14,57	75,00	2,52		57,98
від PATC_41							12,05	11,60	3,34	2,46	18,00		13,30
від УВС_4									231,25	170,02	39,99		
від УВС_1													
від PATC_14							87,00	83,82				46,09	
від PATC_15							63,76	61,42				33,77	
від PATC_16							75,37	72,61				39,92	
від PATC_17							62,64	61,21				32,72	

Від	Транзит	До	Всього: 252
<input type="checkbox"/> --- PATC_22 - ATC_32			
<input checked="" type="checkbox"/> PATC_22	УВС_3	ATC_32	
<input type="checkbox"/> --- PATC_22 - ATC_33			
<input checked="" type="checkbox"/> PATC_22	УВС_3	ATC_33	
<input type="checkbox"/> --- PATC_22 - ATC_31			
<input checked="" type="checkbox"/> PATC_22	УВС_3	ATC_31	
<input type="checkbox"/> --- PATC_22 - PATC_49			
<input checked="" type="checkbox"/> PATC_22	УВС_4	PATC_49	
<input type="checkbox"/> --- PATC_22 - PATC_40			
<input checked="" type="checkbox"/> PATC_22	УВС_4	PATC_40	
<input type="checkbox"/> --- PATC_22 - PATC_41			
<input checked="" type="checkbox"/> PATC_22	УВС_4	PATC_41	
<input type="checkbox"/> --- PATC_22 - PATC_14			
<input checked="" type="checkbox"/> PATC_22	УВС_1	PATC_14	
<input type="checkbox"/> --- PATC_22 - PATC_15			
<input checked="" type="checkbox"/> PATC_22	УВС_1	PATC_15	

Спочатку Баланс **Авто** Пучки ЗЛ Змінити Кількість ЗЛ У файл

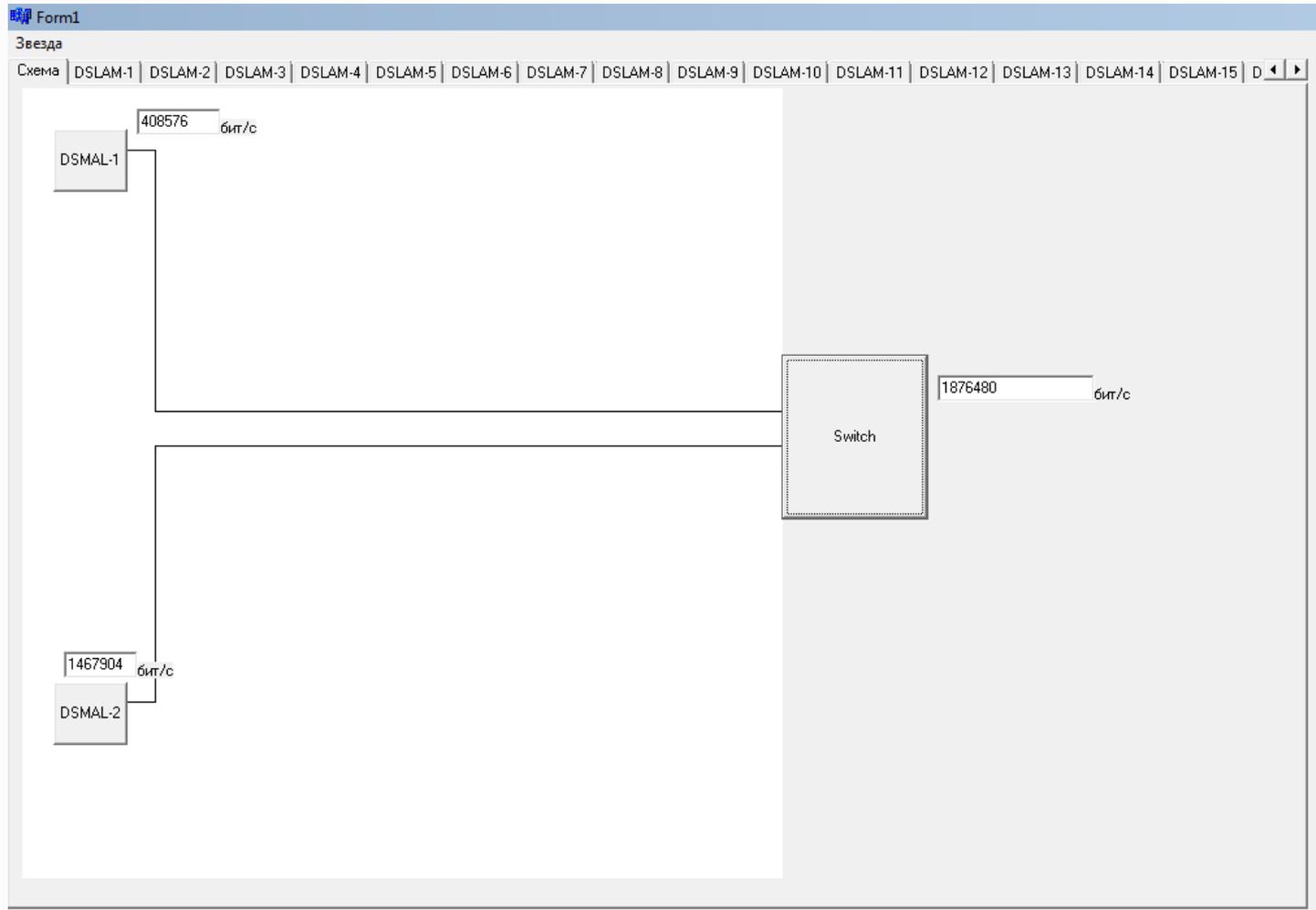
- прямий зв'язок - зв'язок через 1 ТС
 - нема зв'язку - двосторонні Лінії

До відома...

Всього Ліній: 82 НАВАНТАЖЕННЯ МЕРЕЖІ - Виділе: 3 189,18 Ерл. Виділе: 3 239,49 Ерл. Різниця: -1,55%

Внешний вид окна матрицы нагрузок на пучки СЛ
программы САПР ТС

Система автоматизированного проектирования мультисервисных сетей связи



Внешний вид окна программы САПР МСС

Система автоматизированного проектирования мультисервисных сетей связи

Form1

Звезда

Схема | DSLAM-1 | DSLAM-2 | DSLAM-3 | DSLAM-4 | DSLAM-5 | DSLAM-6 | DSLAM-7 | DSLAM-8 | DSLAM-9 | DSLAM-10

Количество абонентов	Количество абодентов KB	Длина пакета (байт)
<input type="text" value="48"/>	<input type="text" value="16"/>	<input type="text" value="512"/>

<input type="checkbox"/> Факс группы 3	<input type="checkbox"/> КлассВ	<input type="checkbox"/> Обмен файлами	<input type="checkbox"/> КлассВ
<input type="checkbox"/> Факс группы 4	<input type="checkbox"/> КлассВ	<input type="checkbox"/> Видео- телефонная связь	<input type="checkbox"/> КлассВ
<input type="checkbox"/> Факс через Internet	<input type="checkbox"/> КлассВ	<input type="checkbox"/> Видеоконференции	<input type="checkbox"/> КлассВ
<input type="checkbox"/> Услуга VPN	<input type="checkbox"/> КлассВ	<input type="checkbox"/> Телеработа	<input type="checkbox"/> КлассВ
<input checked="" type="checkbox"/> Услуга VLAN	<input type="checkbox"/> КлассВ	<input type="checkbox"/> Электронный бизнес	<input type="checkbox"/> КлассВ
<input checked="" type="checkbox"/> Электронная почта	<input type="checkbox"/> КлассВ	<input type="checkbox"/> Дистанционное обучение	<input type="checkbox"/> КлассВ
<input checked="" type="checkbox"/> IP-телефония	<input type="checkbox"/> КлассВ	<input type="checkbox"/> Телемедицина	<input type="checkbox"/> КлассВ
<input checked="" type="checkbox"/> Доступ до IP TV	<input type="checkbox"/> КлассВ	<input type="checkbox"/> Услуга AoD	<input type="checkbox"/> КлассВ
<input type="checkbox"/> Переговоры ICQ	<input type="checkbox"/> КлассВ	<input type="checkbox"/> Услуга VoD	<input type="checkbox"/> КлассВ
		<input type="checkbox"/> Услуга GoD	<input type="checkbox"/> КлассВ

Ввод данных

Внешний вид окна для внесение исходных параметров узла мультисервисного доступа программы САПР МСС

Система автоматизированного проектирования мультисервисных сетей связи

Form1

Звезда

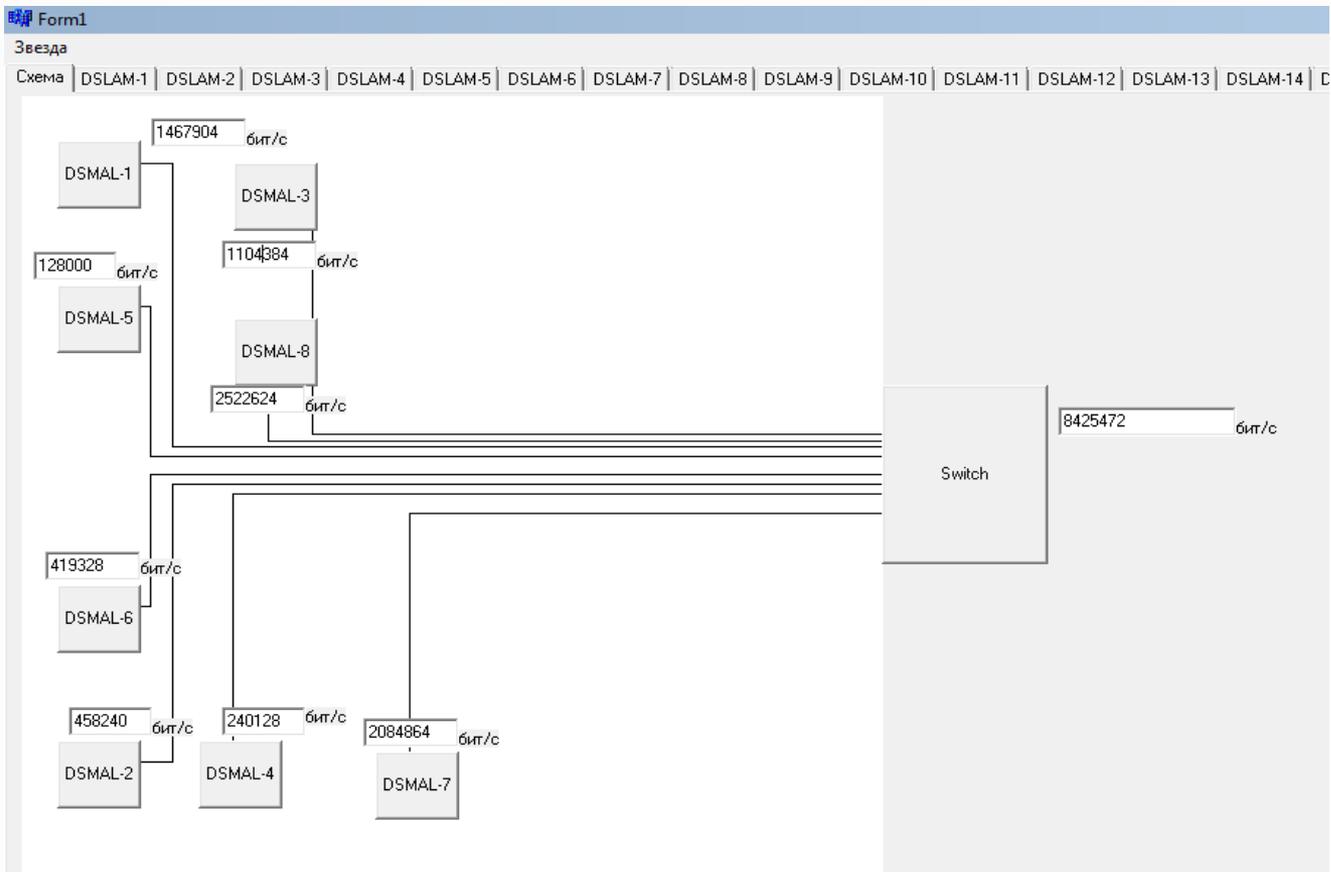
Схема DSLAM-1 | DSLAM-2 | DSLAM-3 | DSLAM-4 | DSLAM-5 | DSLAM-6 | DSLAM-7 | DSLAM-8 | DSLAM-9 | DSLAM-10 | DSLAM-11 | DSLAM-12 | DSLAM-13 | DSLAM-14 | DSLAM-15 | D

Инт.выз.кл_А	Инт.выз.кл_В	Инт.ген.пакет.кл_А Вос	Инт.ген.пакет.кл_А Нис	Инт.ген.пакет.кл_В Вос	Инт.ген.пакет.кл_В Нис
3,044	0	3180	3180	0	0

Сум.Инт.Мульт.наг Вос	Сум.Инт.Мульт.наг Нис	Сум.Дис.Мульт.наг Вос	Сум.Дис.Мульт.наг Нис	СКО Вос	СКО Нис
3	3	17102	17102	131	131

Внешний вид окна результатов расчета параметров мультисервисной нагрузки для первого узла мультисервисного доступа программы САПР МСС

Система автоматизированного проектирования мультисервисных сетей связи



Внешний вид окна с восьмью узлами мультисервисного
доступа программы САПР МСС



УКРАЇНА
Міністерство освіти і науки України
Державний департамент інтелектуальної власності

СВІДОЦТВО

про реєстрацію авторського права на твір
№ 32499

Комп'ютерна програма "Моделювання систем масового обслуговування"

(вид, назва службового твору)

Автор(и) Ложковський Анатолій Григорович

(повне ім'я, псевдонім (за наявності))

Авторські майнові права належать Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, вул. Ковальська, 1, м. Одеса, 65029

(повне ім'я фізичної та/або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

Дата реєстрації

23.03.2010

Голова Державного департаменту
інтелектуальної власності

М.В.Паладій



М.П.



УКРАЇНА
Міністерство освіти і науки України
Державний департамент інтелектуальної власності

СВІДОЦТВО

про реєстрацію авторського права на твір
№ 32500

Комп'ютерна програма "Система автоматизованого проєктування телекомунікаційних мереж"

(вид, назва службового твору)

Автор(и) Ложковський Анатолій Григорович

(повне ім'я, псевдонім (за наявності))

Авторські майнові права належать Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, вул. Ковальська, 1, м. Одеса, 65029

(повне ім'я фізичної та/або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

Дата реєстрації

23.03.2010

Голова Державного департаменту
інтелектуальної власності

М.В.Паладій



М.П.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



www.onat.edu.ua

тел: +380-48-705-02-33,
факс: +380-48-705-03-05,
e-mail: a.loshk@onat.edu.ua
v.gordienko@onat.edu.ua