



Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова

Оценка эффективности реорганизации телекоммуникационных сетей

Каптур В.А.
проректор по научной работе
ОНАС им. А.С. Попова,
К.Т.Н., С.Н.С.

2012

Часть 1

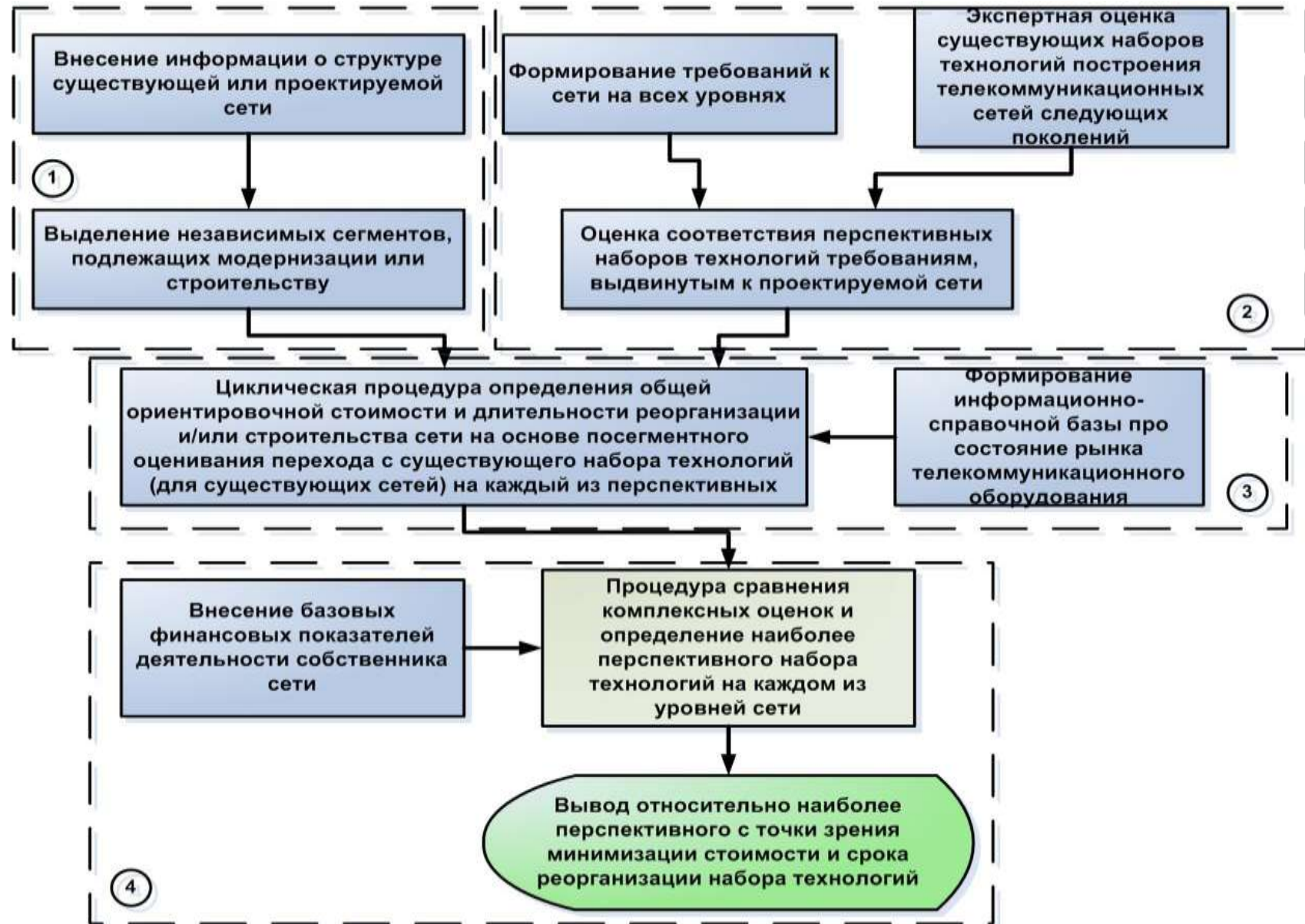
Методика оценки эффективности реорганизации телекоммуникационных сетей на использование перспективных технологий

- ✓ отсутствие четких рекомендаций по проведению реорганизации телекоммуникационных сетей
- ✓ субъективный подход к выбору путей развития сети
- ✓ сложность оценивания эффективности и целесообразности реорганизации сети
- ✓ недопустимость экспериментов на действующей сети

Возможное решение:

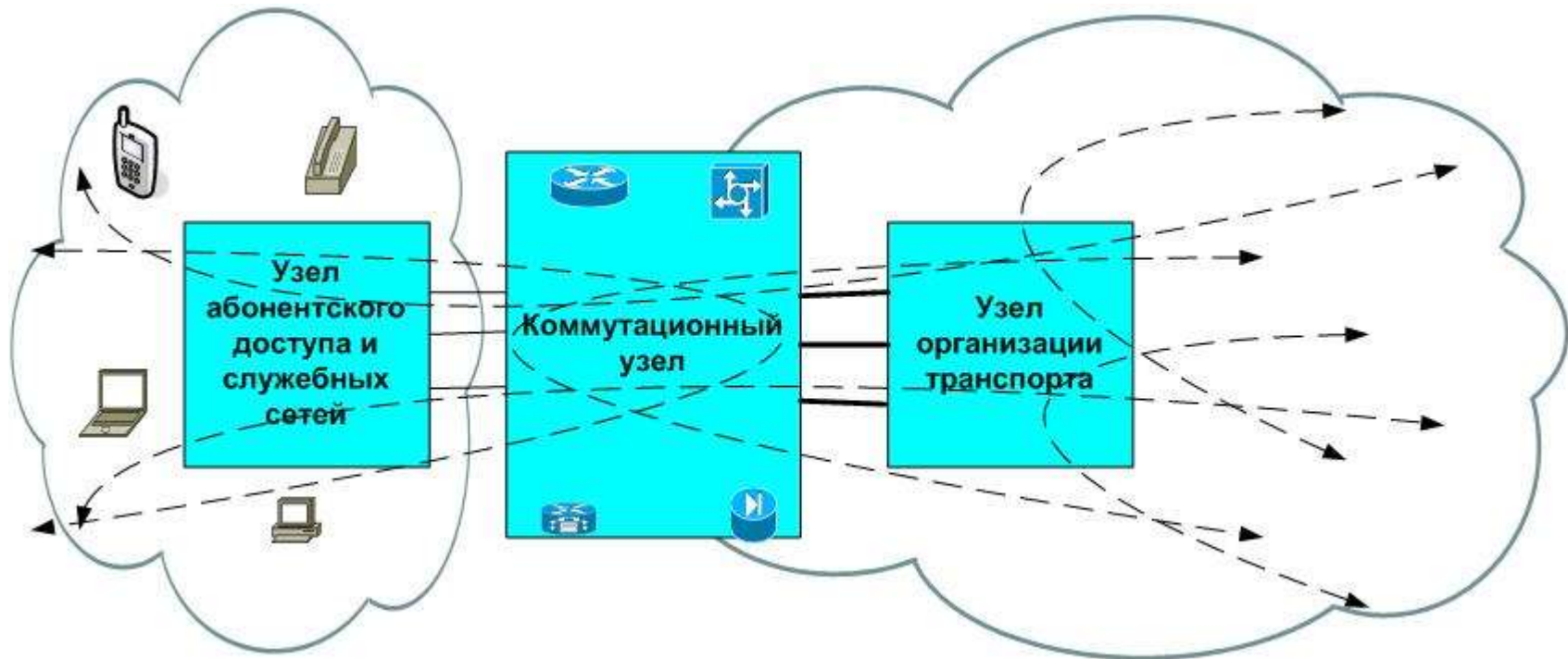
Предоставить владельцам сетей эффективный инструмент, который позволяет выбрать перспективное направление развития собственных сетей на основании комплексного анализа эффективности реорганизации существующей сети к новым наборам технологий

Методика выбора технологических решений построения сетей последующих поколений



ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

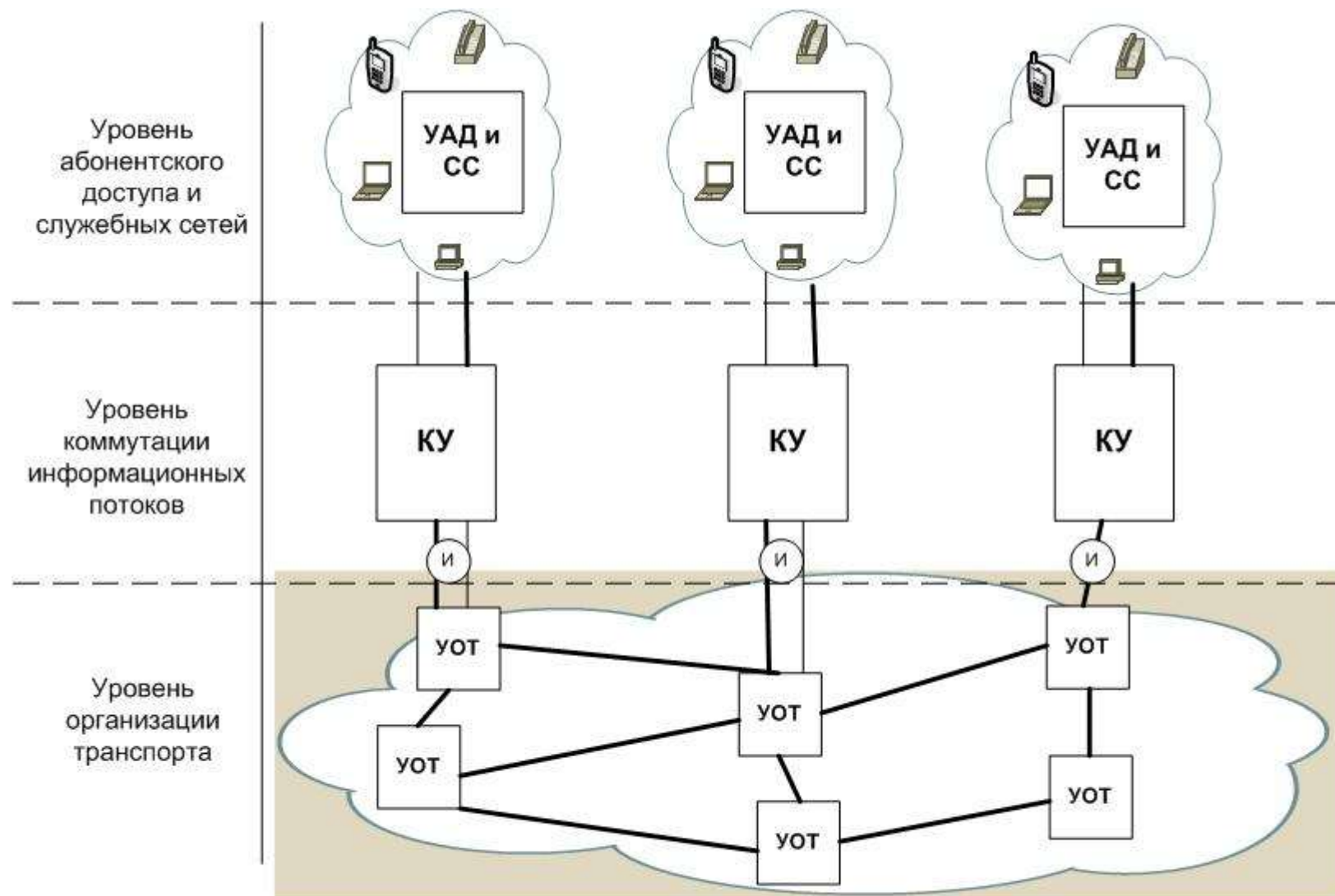
Узловой центр - базовый элемент сети



Назначение модели:

обособление компонентов сети друг от друга для обеспечения возможности прозрачного перехода на другие технологии в рамках одного компонента без модернизации других компонентов сети

Архитектура сетей следующих поколений



УАД и СС – узел абонентского доступа и служебных сетей

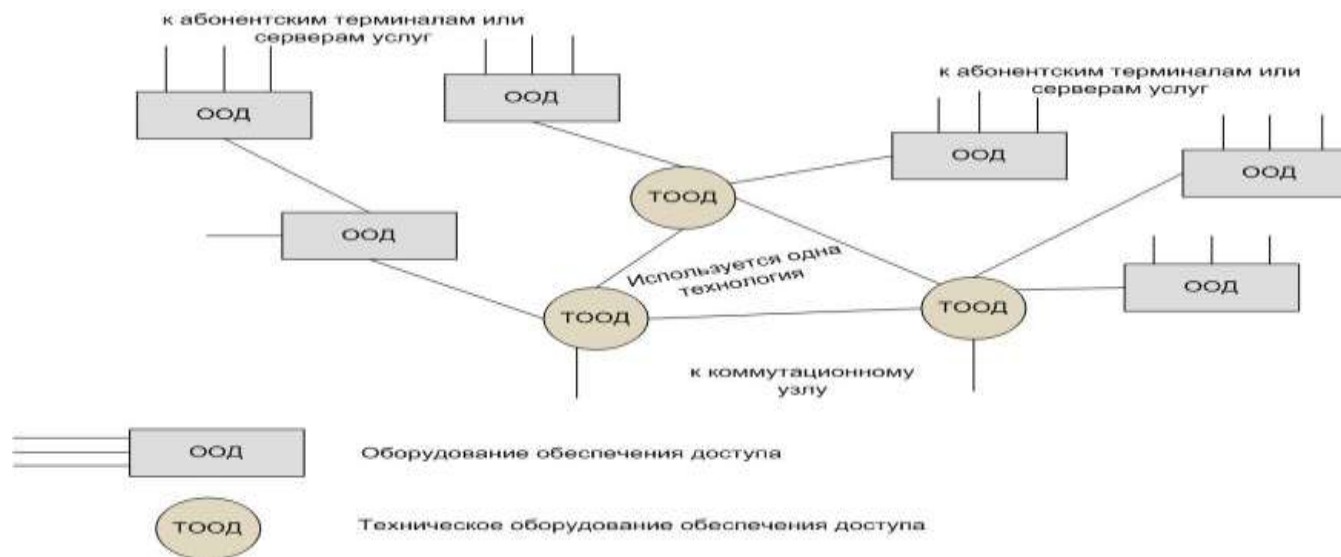
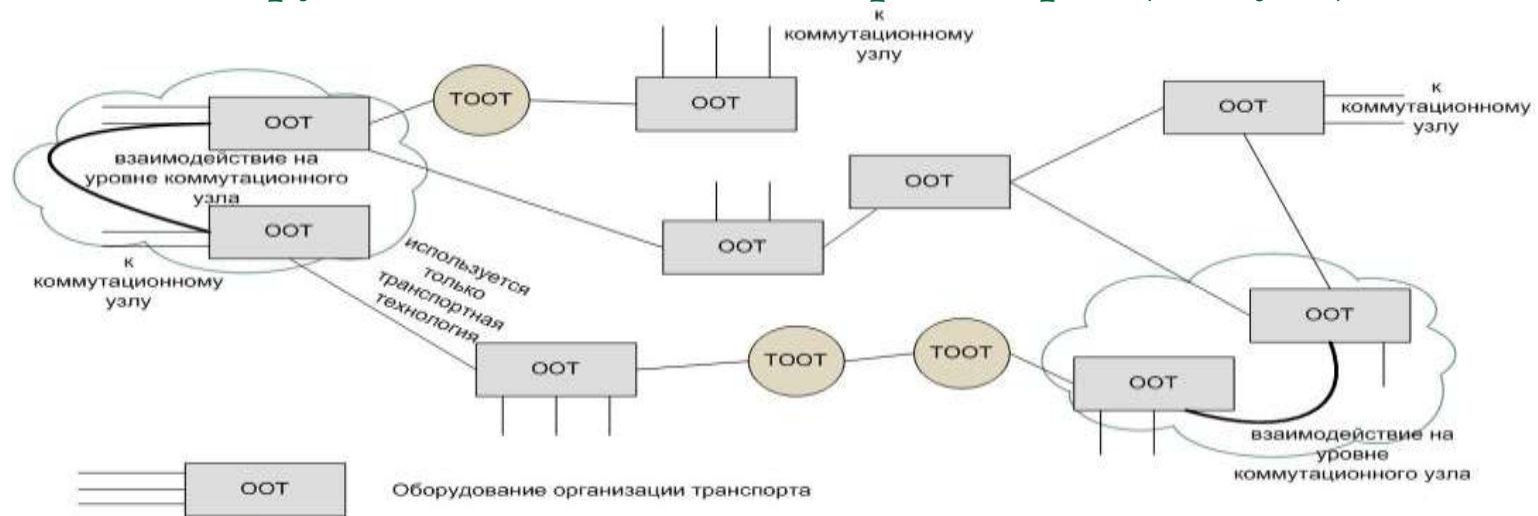
КУ – коммутационный узел

УОТ – узел организации транспорта



– интерфейсы взаимодействия коммутационного узла и узла организации транспорта

Оборудование организации транспорта (доступа) и техническое оборудование обеспечения транспорта (доступа)



Перспективные наборы технологий (на примере транспортных сетей)

- **MPLS/DWDM.(ipMPLS/SHD/DWDM)**. Под таким объединением часто понимают маркировку IP пакетов метками MPLS, с последующей инкапсуляцией в контейнеры SDH с использованием DWDM, как технологией физического уровня. Такое объединение обеспечивает гибкость управления, легкость масштабирования (MPLS) и надежную передачу данных (SDH) по каналам с большой пропускной способностью (DWDM). Это объединение примечательно также из-за минимальной модернизации существующей сети, только ее доукомплектации маршрутизаторами MPLS;
- **MPLS/SDH**. Аналогично предыдущему объединению технологий, только с той разницей что не используется DWDM, а SDH работает на физическом и канальном уровнях модели OSI;
- **PBB/PBT**. Технология, за основу которой взят обычный Ethernet, который был модифицирован для нужд транспортной технологии. Данное объединение покрывает физический и канальный уровни модели OSI. Разрабатываются стандарты для 40G и 100G Ethernet, которые используют волновое мультиплексирование. Предусматривается стандартизация этих технологий на передачу данных на расстояние до 10 и 40 км, что позволит легко заменить оборудование сетей 10G Ethernet;
- **Ethernet/DWDM**. Такое объединение предусматривает инкапсуляцию пакетов Ethernet в контейнеры SDH с последующей их передачей по сети с использованием DWDM. Это объединение примечательно тем, что Ethernet трафик на данный момент самый распространенный и многие провайдеры используют такое объединение технологий для обеспечения возможности создания прозрачных для клиентов локальных сетей;
- **Ethernet/SDH**. Такой вариант аналогичен предыдущему, только SDH самостоятельно работает на физическом уровне;
- **NG.SDH**. Технология модернизирует и дает новую жизнь SDH. Имеется ввиду доукомплектация действующего оборудования платами расширения или использование мультиплексоров NG.SDH. Расширенные возможности технологии SDH сделали NG.SDH более ориентированной на работу с пакетными данными, что позволяет намного эффективнее использовать полосу пропускания. Для работы необходимо, чтобы мультиплексор ввода/вывода поддерживал NG.SDH, промежуточные мультиплексоры не обязательно должны поддерживать NG.SDH;
- **NG.SDH/DWDM**. Модификация технологии NG.SDH, которая использует технологию DWDM как технологию передачи на физическом уровне модели OSI.

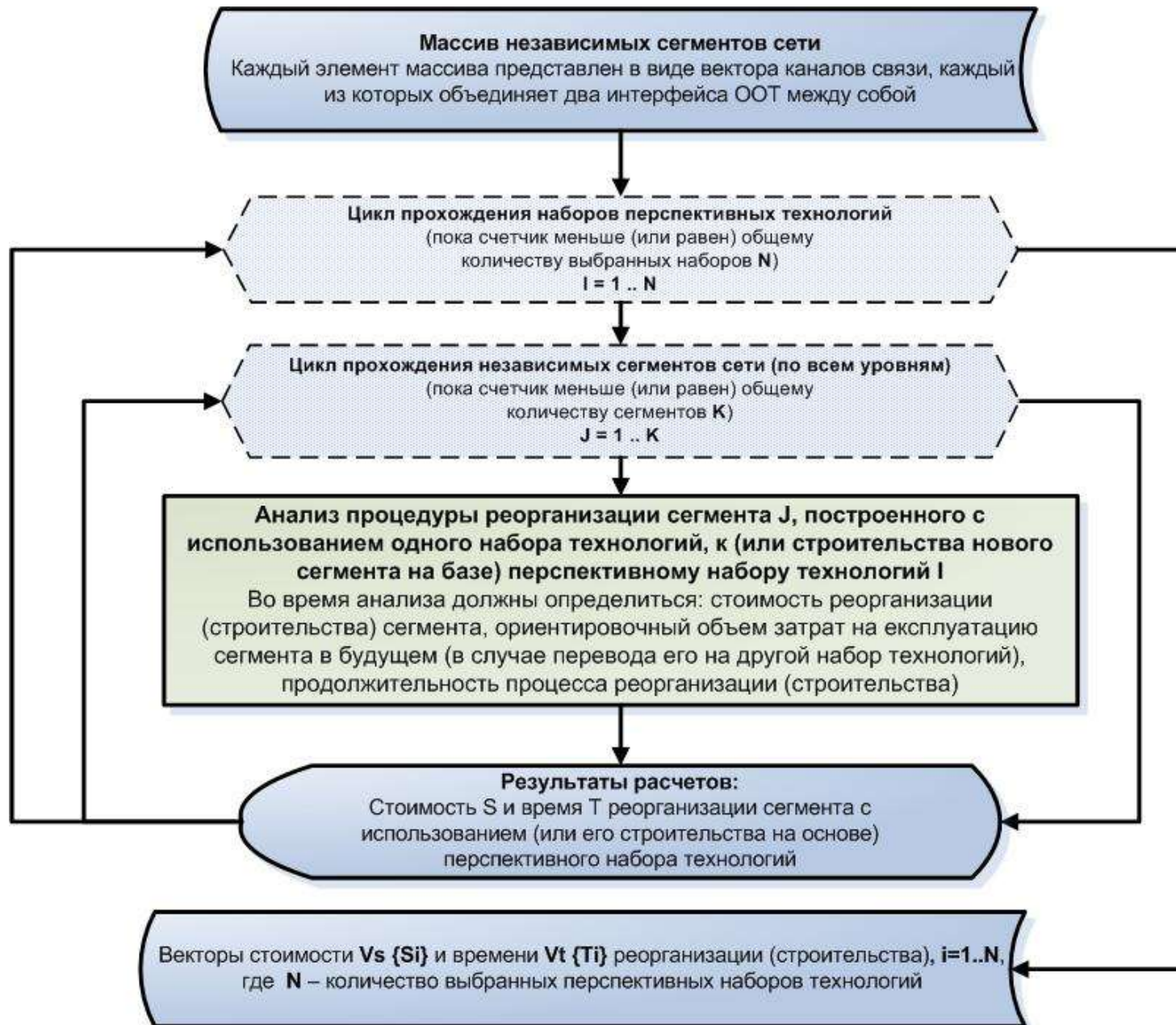
Критерии оценивания (часть 1)

- **пропускная способность канала связи** – критерий, определяющий максимальную пропускную способность канала связи, которая может быть достигнута при использовании той либо другой технологии (измеряется в бит/с или с помощью балльной оценки с отображением скорости на балльную шкалу);
- **максимальная длина транспортного участка** – критерий, который используется исключительно для оценки технологий построения транспортных сетей и определяет максимальное (согласно стандарту или рекомендации) расстояние, на которое может быть организован канал связи с использованием той либо иной технологии (измеряется в км);
- **максимальное расстояние к абоненту** – критерий, который используется исключительно для оценки технологий построения сетей доступа и определяет максимальное (согласно стандартам или рекомендациям) расстояние, на которое может быть организован канал связи между абонентским устройством и коммутирующим оборудованием оператора (измеряется в км.);
- **время возобновления связи** – критерий, определяющий ориентировочное время возобновления связи (обновляется возможность передачи полезной информации) на участке сети, построенном с использованием той либо иной технологии, после возобновления физического канала (измеряется в мс);
- **максимальная скорость передачи полезной информации** – критерий, который определяет максимально допустимую скорость передачи полезной информации (косвенно отображает избыточность), которая может быть достигнута при использовании той либо иной технологии (измеряется в Гбит/с);
- **возможность управления нагрузкой** – критерий, который отображает поддержку той либо иной технологией механизмов управления нагрузкой в сети (гибкость маршрутизации, поддержка динамичной реконфигурации и т.д.). Может оцениваться, например, с помощью балльной оценки (определяется путем экспертного оценивания или путем определения четкого соответствия того либо иного набора механизмов управления тому либо иному значению балльной оценки);
- **поддержка резервирования** – критерий, который отображает поддержку той либо иной технологией механизмов резервирования каналов связи (возможность переключения в автоматическом режиме на резервное направление в случае выхода из строя основного). Может оцениваться, например, с помощью балльной оценки, которая определяется исходя из замкнутой системы значений;
- **эффективность управления** – критерий, отображающий эффективность системы управления, используемой той либо другой технологией построения транспортной сети оператора с учетом ее типа (централизованная, распределенная, гибридная). Может оцениваться, например, с помощью балльной оценки, определяемой исходя из замкнутой системы значений;
- **доступность оборудования** – критерий, отображающий наличие (или отсутствие) достаточно большого рынка производителей и моделей оборудования, которое может быть использовано для строительства транспортной сети с использованием той либо другой технологии. Может оцениваться с помощью балльной оценки (определяется путем экспертной оценки или путем установления четкого соответствия того или иного диапазона количества производителей оборудования тому или иному значению балльной оценки);

Критерии оценивания (часть 2)

- **доступность специалистов** – критерий, отображающий наличие (или отсутствие) достаточного количества специалистов на местном рынке труда, которые могут быть задействованы для строительства, развития и текущего обслуживания оборудования той или иной технологии построения транспортной сети оператора. Может оцениваться с помощью балльной оценки определенной путем экспертного оценивания;
- **наличие готовых решений** – критерий, отображающий наличие (или отсутствие) примеров реализации транспортных сетей операторов телекоммуникаций на базе той или иной технологии. Может оцениваться с помощью балльной оценки путем установления четкого соответствия того или иного диапазона внедрений тому или иному значению балльной оценки;
- **уровень стандартизации** – критерий, отображающий уровень стандартизации той или иной технологии построения транспортных сетей. Может оцениваться с помощью балльной оценки путем установления четкого соответствия уровня стандартизации (есть принятые стандарты, регламентировано на уровне рекомендаций, существует в промежуточных вариантах и т.д.) тому или иному значению балльной оценки;
- **совместимость с видами нагрузки** – критерий, отображающий совместимость той или иной технологии построения транспортных сетей с разными типами полезной нагрузки (IP-трафик, цифровые потоки Ех/Тх и т.д.). Может оцениваться с помощью балльной оценки путем установления четкого соответствия уровня совместимости тому или иному значению балльной оценки;
- **совместимость со средой передачи** – критерий, отображающий совместимость той или иной технологии построения транспортных сетей с разными типами среды передачи (ВОЛС, радио эфир, медные кабели). Может оцениваться с помощью балльной оценки путем установления четкого соответствия того или иного набора сред передачи тому или иному значению балльной оценки;
- **поддержка управления действиями абонента** – наличие возможности оборудования управлять или ограничивать действия абонента, которые могут привести к нестабильной работе сети доступа, или являются противоправными действиями. Может оцениваться с помощью схемы «да-нет», наличие возможности управления – 1, отсутствие – 0;
- **совместимость оборудования разных производителей** – критерий, отображающий возможность использования оборудования, необходимого для построения транспортной сети с помощью той или иной технологии, выпускаемого разными производителями. Может оцениваться по количеству производителей, заявляющих о совместимости своего оборудования.

Оценка реорганизации сети к перспективному набору технологий



ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ

Добавление информации о интерфейсах оборудования - Mozilla Firefox

Файл Правка Вид Журнал Закладки Инструменты Справка

http://localhost/mts_work/main/add_new_interface/13

Добавление информации о инт...

[Завершить работу](#)

Добавление информации об оборудовании узловых центров

В соответствии с предложенной методикой декомпозиции магистральной транспортной сети, внесите информацию об оборудовании, расположенного в Ваших узловых центрах

Сейчас Вы работаете с оборудованием "ADM-мультиплексор Alcatel OPTINEX 1660SM" узлового центра "Киевский" сети "Магистральная сеть 1"

Для внесения информации о взаимоподключении интерфейсов оборудования нажмите на его номер
Для удаления интерфейсов отметьте его и нажмите кнопку "Удалить.."

Номер интерфейса	Тип	Пропускная способность	Направление	Подключен к
<input type="checkbox"/> 10	ООТ	1.000	ООТ	
<input type="checkbox"/> 2	ООТ	1.000	ООТ	
<input type="checkbox"/> 1	ООТ	1.000	ООТ	

Выберите тип интерфейса в соответствии с предложенной концепцией: TOOT или OOT

TOOT

OOT

Пропускная способность интерфейса, Гбит/с

до 8 символов

Тип оборудования, на которое "смотрит" интерфейс:

TOOT

OOT

Готово

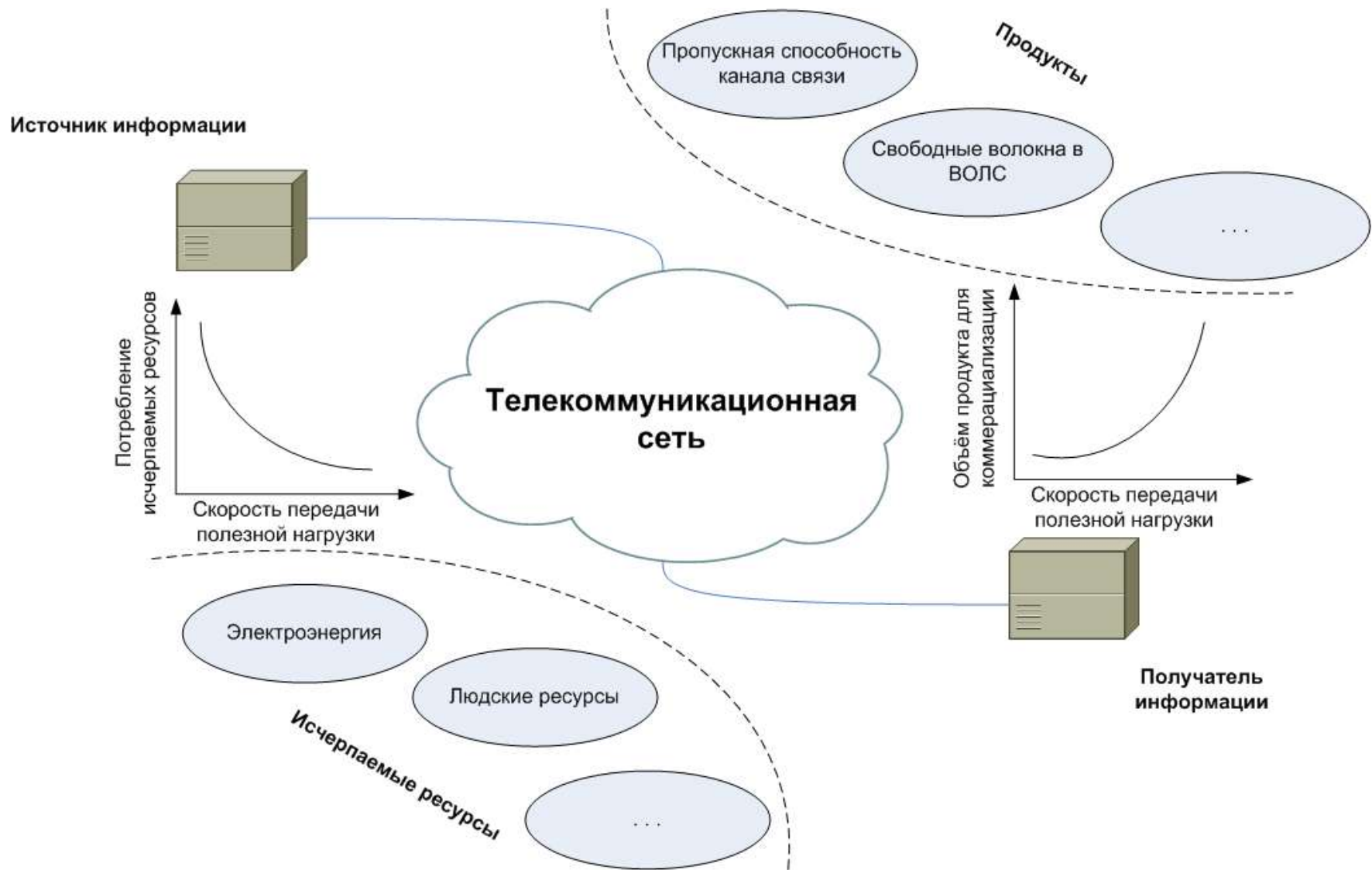
Часть 2

**Оценка эффективности внедрения
телекоммуникационных технологий
уменьшения протокольной
избыточности**

Современные проблемы оценки эффективности внедрения технологий уменьшения протокольной избыточности

- ✓ неэффективность использования технологии «IP over Ethernet» в замкнутых однородных сетях
- ✓ наличие большого количества решений для предотвращения чрезмерной избыточности
- ✓ отсутствие экономической оценки целесообразности внедрения таких решений в реальных действующих сетях
- ✓ отсутствие у собственников сетей инструмента для оценки инвестиционной привлекательности использования новых изобретений
- ✓ напрасная трата ресурсов владельцем сети при наличии технологий уменьшения протокольной избыточности

Зависимость между телекоммуникационной сетью, первичными ресурсами и продуктом коммерциализации



Исходные данные для оценки эффективности перевода информационных систем на использование альтернативной платформы

Исходные данные

Характеристики информационной системы:

- $Y_{\text{запит}}$ – интенсивность запросов создания сессии передачи информации в пределах информационной системы от одного узла, запросов/с
- $L_{\text{информ}}$ – средний объём полезной информации, передаваемой в пределах одной сессии от одного узла, байт
- $N_{\text{джерел}}$ – количество узлов, выступающее источником информации
- $N_{\text{одерж}}$ – количество узлов, выступающее получателями информации (на один источник)

Характеристики сетевой среды:

- $N_{\text{вузлив}}$ – общее количество узлов в сети
- $V_{\text{ном}}$ – номинальная скорость передачи информации в сети, бит/с
- $L_{\text{кадра_макс}}$ – максимальный размер кадра канального уровня, байт
- $L_{\text{служб}}$ – размер служебной информации в кадре канального уровня, байт
- $t_{\text{паузи}}$ – размер технологической паузы между кадрами канального уровня, с

Характеристики альтернативной технологии, которую планируется внедрить:

- $L_{\text{загол-ех}}$ – размер дополнительных заголовков (согласно спецификации технологии) на один кадр канального уровня, байт

Характеристики технологий сетевого и транспортного уровней, используемых в действующей информационной системе:

- $L_{\text{загол-транс}}$ – суммарный размер дополнительных заголовков на один кадр канального уровня, байт

Информация про стоимость перехода на альтернативную технологию:

- $S_{\text{придб}}$ – объём капитальных затрат, связанных с приобретением программного обеспечения, у.е.
- $S_{\text{инст}}$ – объём капитальных затрат, связанных с установкой новой технологии (на один узел), у.е.
- $T_{\text{инст}}$ – ориентировочное время установки новой технологии для всей системы, часов

Информация про исчерпаемые ресурсы, используемые для обеспечения работы ИС и сети:

- $E_{\text{акт}}$ – объём электроэнергии, потребляемой одним узлом во время приёма/передачи информации, КВатт*час
- $E_{\text{пасив}}$ – объём электроэнергии, потребляемой одним узлом в период между сессиями, КВатт*час
- $E_{\text{мерек_акт}}$ – объём электроэнергии, потребляемой активным сетевым оборудованием во время приёма/передачи информации, Кватт*час
- $E_{\text{мерек_пасив}}$ – объём электроэнергии, потребляемой активным сетевым оборудованием в период между сессиями, Кватт*час
- $S_{\text{электро}}$ – стоимость единицы потребления электроэнергии, у.е.

Информация про возможные продукты коммерциализации свободных ресурсов информационной системы:

- $S_{\text{варт}}$ – рыночная стоимость одного часа работы ИС (на один узел), у.е.
- $K_{\text{политу}}$ – коэффициент спроса на услуги ИС (от 0 до 1)

Обобщённый алгоритм методики оценки эффективности перевода информационных систем на использование альтернативной платформы



Программная реализация методики

Система оцінки ефективності реорганізації існуючих мереж на використання мережних адрес змінного розміру

Вихідні дані

Характеристики інформаційної системи

Інтенсивність запитів створення сесії запитів/с

Обсяг корисної інформації за одну сесію байт

Кількість вузлів, що можуть виступати джерелом

Кількість вузлів, що виступають одержувачами

Характеристики мережного середовища

Кількість вузлів в мережі

Специфікація технології Ethernet

Номінальна швидкість передавання інформації біт/с

Максимальний розмір кадру каналного рівня байт

Розмір службової інформації в кадрі байт

Розмір технологічної паузи між кадрами мкс

Інформація про вартість переходу на EX

Обсяг капітальних витрат на придбання ПЗ грн

Обсяг капітальних витрат на інсталяцію ПЗ (на вузол) грн

Орієнтовний час інсталяції нової технології с

Характеристики технології EX та існуючої технології (механізму)

Розмір додаткових заголовків технології EX байт

Розмір додаткових заголовків існуючої технології байт

Інформація про вичерпні ресурси

Обсяг електроенергії, що споживається вузлом в AP КВт*год

Обсяг електроенергії, що споживається вузлом в PR КВт*год

Обсяг електроенергії, що споживається МО в AP КВт*год

Обсяг електроенергії, що споживається МО в PR КВт*год

Вартість одиниці споживання електроживлення грн

Інформація про можливі продукти комерціалізації

Ринкова вартість однієї години роботи ІС (за вузол) грн

Коефіцієнт попиту на послуги ІС (від 0 до 1)

Нормативні показники

Бажаний період окупності років

Ставка дисконтування (від 0 до 1)

Чинна ставка податку на прибуток (від 0 до 1)

Оцінка доцільності Розрахунок доцільного розміру адресу Розрахунок обсягу інформаційного обміну Save Result

Результати розрахунків

Назва параметра	Значення
Максимальна інтенсивність передавання кадрів, кадрів/с	8127
Швидкість передавання корисної інформації чинним стеком, біт/с	94928478.560118
Швидкість передавання корисної інформації стеком EX, біт/с	97269180.771190
Різниця (виграш) у часі на одну сесію за рахунок використання EX, с	4055
Обсяг заощадженої за одну сесію передавання даних електроенергії, КВт*год	204.015120
Річний обсяг заощадження електроенергії, КВт*год	295955.757536
Розмір щорічних витрат (можливий обсяг заощадження коштів), грн	296760.757196
Обсяг потенційної комерціалізації ресурсів, грн	53934.949185
Загальний обсяг інвестицій в перехід до нової технології, грн	128330.000020
Розмір чистого прибутку, грн	280556.564060

Программная реализация методики

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

=====
Интенсивность запросов создания сессии, запросов/с: 0.000046
Объём полезной нагрузки на одну сессию, байт: 2000000000000
Количество источников: 100
Количество получателей на один источник: 10
Количество узлов в сети: 1000
Технология канального уровня: Ethernet 100BASE-TX
Номинальная скорость передачи информации, бит/с: 100000000
Максимальный размер кадра канального уровня, байт: 1526
Размер служебной информации в кадре, байт: 26
Размер технологической паузы между кадрами, мкс: 0.960000
Объём капитальных затрат на приобретение ПО, у.е.: 6000
Объём капитальных затрат на инсталляцию (на один узел), у.е.: 10
Ориентировочное время инсталляции новой технологии, с: 3600
Размер дополнительных заголовков в альтернативной технологии, байт: 4
Размер дополнительных заголовков в существующей технологии, байт: 40
Объём электроэнергии, потребляемой узлом в активном режиме (АР), Кватт*час: 0.0001
Объём электроэнергии, потребляемой узлом в пассивном режиме (ПР), Кватт*час: 0.00005
Объём электроэнергии, потребляемой сетевым оборудованием в АР, Кватт*час: 0.0004
Объём электроэнергии, потребляемой сетевым оборудованием в ПР, Кватт*час: 0.0001
Стоимость единицы потребления электроэнергии: 0,12 у.е.
Рыночная стоимость одного часа работы информационной системы (за узел), у.е.: 0,13 у.е.
Коэффициент спроса на услуги информационной системы (от 0 до 1): 0.3
Желаемый период окупаемости, лет: 3
Ставка дисконтирования (от 0 до 1): 0.11
Действующая ставка налога на прибыль (от 0 до 1): 0.2

Программная реализация методики

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТОВ

=====

Максимальная интенсивность передачи кадров, кадров/с: 8127

Скорость передачи полезной нагрузки существующей технологией, бит/с: 94928478

Скорость передачи полезной нагрузки альтернативной технологией, бит/с : 97269180

Разница (выигрыш) во времени на одну сессию, с: 4055

Объём сэкономленной за одну сессию электроэнергии, КВатт*час: 204

Годовой объём экономии электроэнергии, КВатт*час: 295955

Возможный размер ежегодной экономии, у.е.: 37095

Объём потенциальной коммерциализации ресурсов, у.е.: 6742

Общий объём инвестиций в переход на альтернативную технологию, у.е.: 16000

Размер чистой прибыли, у.е.: 35070

Значение чистого денежного потока: 85700

NPV, у.е.: +69658

Оценка целесообразности перехода на использование альтернативной технологии:

ЦЕЛЕСООБРАЗНО

Благодарю за внимание!
