

Современные, ориентированные в будущее оптические сети дальней связи должны удовлетворять высоким требованиям относительно емкости, гибкости, надежности и прозрачности. Эти требования к транспортной сети оптимально выполняются при передаче и коммутации данных в оптическом частотном уплотнении. При частотном уплотнении (уплотнение по длинам волн-WDM) на одном волокне сведены множество каналов передачи, которые разделены друг от друга за счет своих отличающихся друг от друга на несколько 100ГГц оптических несущих частот (длин волн). Число максимально возможных каналов при этом ограничено шириной полосы усиления оптических волоконных усилителей.

Для полупостоянной и свободной от блокировки связи оптических каналов предусмотрены оптические перекрестные соединители (Cross-Connects OCC). Такие оптические перекрестные соединители имеют, как правило, как частотную, так и пространственную ступень переключения.

Из ICC'93 Conf.Rec. том 3/3, 1300...1307, Фиг.10 в этой связи известно WDM-устройство коммутации с демультиплексорами длин волн на стороне входа, разделяющими поступающий на соответствующем входном волокне оптический сигнал по длинам волн, последующим устройством пространственной коммутации (Space Switch), последующими преобразующими приходящие длины волн на соответственно выходящие длины волн регулируемые преобразователями длин волн и на стороне выхода с объединяющими подведенные к ним длины волн мультиплексорами длин волн.

Из ntz 46(1993)1, стр. 16...21, Фиг.13 и 14 известны WDM-устройства коммутации, в которых также предусмотрены на стороне входа демультиплексоры длин волн ( $1/N$  на Фиг.13; не обозначены на Фиг.14), на стороне выхода мультиплексоры длин волн ( $N/1$  на Фиг.13; не обозначены на Фиг.14), преобразователи длин волн (частотные ступени на Фиг.13; фильтры и преобразователи частоты на Фиг.14) для преобразования длин волн на соответствующую выходную длину волны, а также промежуточно расположенное устройство пространственной коммутации (пространственная ступень на Фиг.13; волоконный переключатель на Фиг.14).

В таких устройствах оптических (де-) мультиплексоров и устройстве пространственной коммутации, при необходимости, на каждом входе устройства пространственной коммутации постоянно приложена одна и та же оптическая частота (длина волны), причем при одинаковой частотной занятости отдельных световодов соответственно одинаковым частотным мультиплексом  $m$  оптических несущих частот оптическая частота входа устройства пространственной коммутации повторяется через каждые  $m$  входов.

Задачей устройства пространственной коммутации является соединение без блокировки входов с выходами, то есть обеспечение возможности в каждом случае нагрузки включать путь через устройство пространственной коммутации между любым свободным входом и любым свободным выходом.

Возможной архитектурой устройства пространственной коммутации с  $N$ -входами и  $N$ -выходами является комбинация соответственно  $N \times N$ -древовидных структур на  $N$ -входах или соответственно  $N$ -выходах со схемой промежуточных линий (Shuffle-Netzwerk) между древовидными структурами входов и выходов; при этом каждая древовидная структура может быть образована пирамидой из  $1 \times 2$ -переключателей (см., например, JP-A-61194408, JP-A-62020493).

Техническая реализация оптических  $1 \times 2$ -переключателей во всяком случае имеет только ограниченное подавление переходного разговора: Часть соответствующего сигнала попадает также к выходу, который как раз не был вызван, что проявляется как переходный разговор одного пути сигнала на другой путь сигнала в устройстве пространственной коммутации. В случае неудовлетворительного подавления переходного разговора имеющихся сегодня в распоряжении оптических переключателей на базе полупроводников поэтому устройство пространственной коммутации, которое выполнено на таких переключателях, не удовлетворяет без дополнительных мер системно-техническим требованиям. При этом особенно критичным является переходный разговор между двумя каналами одинаковой оптической частоты, в то время как при сигнале переходного разговора другой оптической частоты за счет фильтров мультиплексорной ступени, следующих за выходами устройства пространственной коммутации, может быть вызвано дополнительное, достаточно большое подавление переходного разговора.

Для сравнительно повышенного подавления переходного разговора можно (согласно DE-A1-4 432 728 (WO 96/08932))

в оптической  $1 \times N$ -коммутационной матрице древовидной структуры с одним оптическим входом/выходом и количеством  $N$  оптических выходов/входов, содержащей

- соединяющую вход/выход с каждым выходом/входом оптическую волноводную структуру из древовидно разветвляющихся от входа/выхода в направлении выходов/входов в точках разветвления оптических волноводов и

- по одному оптическому переключателю на точку разветвления для переключения по выбору между ответвляющимися от этой точки разветвления волноводами,

выходам/входам можно соответственно придавать в соответствие оптический блокирующий выключатель для оптического освобождения и блокирования по выбору этого выхода/входа в зависимости от положения переключения переключателя точки разветвления, которым ответвляющийся волновод соединен с этим выходом/входом;

в оптической  $N \times N$ -коммутационной матрице древовидной структуры с количеством  $N$  оптических входов и  $N$  оптических выходов, содержащей

- два матричных ряда соответственно из  $n$  оптических  $1 \times N$ -коммутационных матриц, причем каждая  $1 \times N$ -коммутационная матрица содержит соответственно один оптический вход/выход и  $N$  оптических выходов/входов, и

- оптическое поле коммутации с двумя рядами выводов из соответственно  $N \times N$  оптических выводов, каждый из которых служит в качестве оптического входа и/или выхода, причем каждый вывод одного ряда выводов является оптически соединяемым с каждым выводом другого ряда выводов, причем

- в целом  $N \times N$  оптических выходов/входов  $N$  оптических  $1 \times N$ -коммутационных матриц каждого матричного ряда соединены параллельно с  $N \times N$  оптическими выводами соответственно одного ряда выводов, и

- в целом  $N$  оптических входов/выходов  $N$  оптических  $1 \times N$ -коммутационных матриц каждого матричного

ряда образуют N входов и/или N выходов NxN-коммутационной матрицы, оптические 1xN-коммутационные матрицы могут быть указанным образом выполненными 1xN-коммутационными матрицами.

При этом переключатели и блокирующие выключатели целесообразно являются 1x2-переключателями с двумя состояниями проключения, в которых свет в основном направляется через соответственно один из двух участков переключения, соответствующий путь проключения и на соответственно другом участке переключения нежелательно проникает конечно очень сильно ослабленная составляющая света, и третьим состоянием, в котором свет на обоих путях проключения претерпевает одинаковое ослабление и поэтому не "проключается" ни на одном из обоих путей. Такими имеющими более двух состояний переключения 1x2-переключателями являются, например, (известный из B.Acklin, M.Schienze, B.Weiss, L.Stoll, G.Müller "Novel optical switches based on carrier injection in three and five waveguide couplers: TIC and SIC", Electronics Letters, 30(1994)3, 217,) TIC-переключатель или также другие или. также другие цифровые оптические переключатели с третьим состоянием переключения, в котором свет на обоих путях проключения претерпевает одинаковое ослабление. Тогда в каждой 1xN-коммутационной матрице в соответствующее состояние проключения управляются только те переключатели и тот блокирующий выключатель, через который проходит предусмотренный путь света, и кроме того другой блокирующий выключатель, соединенный с соединенным с этим блокирующим выключателем переключателем, управляется в состояние проключения, ведущее к оптическому поглотителю; все остальные переключатели и блокирующие выключатели находятся в третьем состоянии переключения (DE-A1-4 432 728 (WO 96/08932)).

Для подавления переходного разговора k-того порядка в многоступенчатом оптическом NxN-устройстве пространственной коммутации с индивидуальными по входам расщепителями и индивидуальными по выходам выходными пирамидами способных к двум состояниям проключения 1x2-переключателей можно также (согласно EP-A1-0 353 871) эти содержащие соответственно N-входов пирамиды переключателей расширить от достаточных для N-входов  $\log_2 N$  ступеней пирамиды до  $(k + \log_2 N)$  ступеней пирамиды, причем однако только N входов пирамиды подключаются к соответствующим выходам N оптических расщепителей и остальные входы пирамиды остаются не подключенными и причем в каждой ступени пирамиды все 1x2-переключатели можно включать только вместе; некоторые (но конечно не все) не вовлеченные в путь соединения 1x2-переключатели при этом включены в состояние переключения повышенного подавления переходного разговора.

Введение дополнительных ступеней в древовидную структуру влечет за собой наряду с повышением подавления переходного разговора конечно и повышение вносимого затухания. Вносимое затухание однако наряду с подавлением переходного разговора является второй критической величиной устройства пространственной коммутации, которое подлежит оптимизации.

Изобретение показывает другой путь к повышенному подавлению переходного разговора, а именно без повышения вносимого затухания.

Изобретение относится к способу эксплуатации  $(2(\log_2 N))$ -ступенчатого NxN-устройства пространственной коммутации с  $N = 2^n$  (где  $n=1, 2, 3, \dots$ ) следующими после входа устройства пространственной коммутации  $(\log_2 N)$ -ступенчатыми входными пирамидами способных к двум состояниям проключения 1x2-переключателей и  $N = 2^n$  предшествующими выходу устройства пространственной коммутации  $(\log_2 N)$ -ступенчатыми выходными пирамидами способных к двум состояниям проключения 1x2-переключателей, а также проходящей между входными и выходными пирамидами схемой  $N^2$  промежуточных линий Perfect Shuffle, в котором переходный разговор между соответственно на  $M = 2^m$  (где  $m = 1, 2, \dots, n-1$ ) или кратное от него смещенными входами является критичным, в частности, в оптическом устройстве коммутации с на стороне входа, разделяющими по длинам волн приходящий на соответствующем входном волокне WDM-сигнал демульти-плексорами длин волн, следующим, образованным пирамидами способных к двум состояниям проключения интегрально оптических 1x2-переключателей NxN-устройством пространственной коммутации, в котором на каждом входе поступает свет одной и той же, повторяющейся с интервалами соответственно в  $M = 2^m$  (где  $m = 1, 2, \dots, n-1$ ) входов длины волны (и тем самым оптической несущей частоты) и которым могут следовать регулируемые в оптическом пространстве-длина волны - (R-W-) устройстве коммутации преобразователи длин волн, которые преобразуют соответственно поступающие длины волн на жесткую выходную длину волны, и на стороне выхода, соответственно объединяющими подведенные к ним сигналы различных длин волн в WDM-сигнал мультиплексорами длин волн; этот способ согласно изобретения отличается тем, что при прямом подключении соответственно двух промежуточных линий к каждому из соответственно  $2^{n-1}$  на стороне основания пирамиды 1x2-переключателей n-ступенчатых пирамид 1x2-переключателей - к проходящему от i-той входной пирамиды к выходной пирамиде пути соединения, который от входа входной пирамиды через n соединяющих этот вход с выходом входной пирамиды 1x2-переключателей, соединяющую этот выход входной пирамиды с соответствующим входом выходной пирамиды промежуточную линию и n соединяющих этот вход выходной пирамиды с выходом выходной пирамиды 1x2-переключателей проходит к этому выходу, в проходящем от j-той ( $|i - j| = v \cdot 2^m$ ,  $v = 1, 2, \dots$ ) входной пирамиды к названной выходной пирамиде пути переходного разговора, который от входа входной пирамиды через n соединяющих этот вход с выходом входной пирамиды 1x2-переключателей, соединяющую выход входной пирамиды с соответствующим входом выходной пирамиды промежуточную линию и n соединяющих этот вход выходной пирамиды с выходом выходной пирамиды 1x2-переключатели проходит к этому выходу, все не вовлеченные одновременно в путь соединения 1x2-переключатели включают в состояние переключения максимального подавления переходного разговора; в другом выполнении изобретения во входной пирамиде максимально m не вовлеченных одновременно в путь соединения, расположенных между входом пирамиды и связанным с выходной пирамидой выходом пирамиды 1x2 переключателей и в выходной пирамиде всегда m не вовлеченных одновременно в путь соединения, расположенных между соединенным с входной пирамидой входом пирамиды и выходом пирамиды 1x2-переключателей можно включать в положение проключения, указывающее от пути переходного разговора.

Изобретение, которое избегает расширения пирамиды переключателей до более, чем  $\log_2 N$  ступеней пирамиды и таким образом дополнительных, попадающих при известных обстоятельствах в состояние переключения повышенного подавления переходного разговора 1x2-переключателей, за счет направленного использования принципиально существующей возможности, приводит не используемые переключатели в такое положение, в котором оптимально подавляются нежелательные пути переходного разговора, несет с собой преимущество повышенного подавления переходного разговора в определенном пути переходного разговора к определенному пути полезного разговора, за счет того, что оно позволяет подавлять переходный разговор, происходящий от находящихся на расстоянии  $v \cdot 2^m$  (где  $m = 1, 2, \dots, n-1$ ;  $v = 1, 2, \dots$ ) относительно соответствующего входа полезного сигнала входов, а именно без того, что таким образом должно также появляться связанное с введением дополнительных 1x2-переключателей повышенное вносимое затухание. При этом изобретение не связано с тем, что способные к двум состояниям проключения 1x2-переключатели должны быть также способными к третьему состоянию переключения.

Здесь следует заметить, что (из EP-A1-0 282 268) известно, для уменьшения воздействий переходного разговора в оптическом устройстве пространственной коммутации, выполненном с входными и выходными пирамидами, предусматривать в определенных путях коммутации холостые точки коммутации для выравнивания интенсивностей света; других более близких точек соприкосновения с настоящим изобретением нет.

Дальнейшие особенности изобретения видны из последующего более подробного пояснения примера выполнения с помощью фигур, на которых показано:

- Фиг. 1 схематически R-устройство коммутации и,
- Фиг. 2 схемотехнические подробности к нему.

На Фиг.1 схематически представлен в достаточном для понимания изобретения объеме пример выполнения лежащего между 1 входными волокнами  $L_1, \dots, L_1$  и 1 выходными волокнами  $L_1, \dots, L_1$  оптического пространство-длина волны (R-W-) устройства коммутации, причем в мультиплексе длин волн могут объединяться на одном входном волокне соответственно M длин волн  $\lambda_1, \dots, \lambda_M$  и

На одном выходном волокне также соответственно M длин волн  $\lambda_1, \dots, \lambda_M$ .

1 входных волокон  $L_1, \dots, L_1$  ведут каждое соответственно к одному демультиплексору длин волн  $WD_1, \dots, WD_1$ , который разделяет приходящий на соответствующем входном волокне  $L_1, \dots, L_1$  оптический сигнал по длинам волн. K в целом максимально  $N = 2^n$  (где  $n = 1, 2, 3, \dots$ ) выходам демультиплексора длин волн  $wd_1, \dots, WD_1$  подключены N входов  $e_1, \dots, e_N$  интегрально-оптического NxN-устройства пространственной коммутации R, так что на каждом входе NxN-устройства пространственной коммутации R всегда появляется свет одной и той же длины волны (или соответственно оптической несущей частоты), причем длины волн (или соответственно оптическая несущая частота) отдельных входов повторяются с интервалами в соответственно  $M = 2^m$  (с  $m = 1, 2, \dots, n-1$ ) входов.

Устройство пространственной коммутации R содержит

$N = 2^n$  следующих после входа  $e_1, \dots, e_N$  устройства пространственной коммутации входных пирамид  $E_1, \dots, E_N$  способных к двум состояниям проключения интегрально-оптических 1x2-переключателей,

$N = 2^n$  предшествующих выходу  $a_1, \dots, a_N$  устройства пространственной коммутации выходных пирамид  $A_1, \dots, A_N$  способных к двум состояниям проключения 1x2-интегрально-оптических переключателей, а также проходящую между образующими основания входных пирамид выходами входных пирамид  $E_1, \dots, E_M, \dots, E_M$  и образующими основания выходных пирамид входами выходных пирамид симметрично проходящую Perfect shuffle-схему  $N^2$  промежуточных линий  $1z_1, \dots, 1z_N, \dots, Nz_1, \dots, Nz_N$ , через которую каждая из N входных пирамид соединена с каждой из N выходных пирамид.

K выходам  $a_1, \dots, a_N$  устройства пространственной коммутации R подключены в схематически представленном на Фиг.1 примере выполнения регулируемые преобразователи длин волн  $\lambda/\lambda_1, \dots, \lambda/\lambda_1, \dots, \lambda/\lambda_T$ , в которых приходящий сигнал независимо от прежней (входной) длины волны преобразуется в жестко определенную (выходную) длину волны. Следует заметить, что подобные преобразователи длин волн отпадают, если преобразование длин волн не предусмотрено. Преобразователи длин волн  $\lambda/\lambda_1, \dots, \lambda/\lambda_N$  или соответственно при их выпадении соответствующие выходы устройства пространственной коммутации R на стороне выхода объединены за счет мультиплексоров длин волн  $WM_1, \dots, WM_1$ , которые объединяют подведенные к ним сигналы различных длин волн в WDM-сигнал и которые ведут на стороне выхода к выходным волокнам  $1L, \dots, 1L$ .

В основе изобретения лежит замысел, что в образованном соответственно с  $N = 2^n$  входами и выходами, следующими за входом устройства пространственной коммутации входными пирамидами 1x2-переключателей и соответственно предшествующими выходу устройства пространственной коммутации выходными пирамидами 1x2-переключателей, а также симметрично проходящей между образующими основания входных пирамид выходами входных пирамид и образующими основания выходных пирамид входами выходных пирамид Perfect-Shuffle-схемой промежуточных линий из  $N^2$  промежуточных линий, через которую каждая из N входных пирамид соединена с каждой из N выходных пирамид, устройстве пространственной коммутации R критичным является только переходной разговор между входами, отличающимися по своему положению на  $M = 2^m$  (где  $1 \leq m \leq n-1$ ) или кратное от него. В примере выполнения согласно Фиг.1 эта критичность обусловлена тем, что как раз на таких отличающихся в последовательности счета на  $M = 2^m$  входах появляются сигналы одинаковой оптической несущей частоты; так, например, свет длины волны  $\lambda$  может поступать на входах  $e_i$  и  $e_j$  устройства пространственной коммутации R согласно Фиг.1.

K проходящему от i-той входной пирамиды ( $E_i$  на Фиг.1) к выходной пирамиде, например, выходной пирамиде ( $A_p$  на Фиг.1) пути соединения, который проходит от входа  $e_i$  входной пирамиды  $E_i$  через эту входную пирамиду, соединяющую ее выход  $e_{ip}$  с соответствующим входом выходной пирамиды  $i_p$  промежуточную линию  $izp$  и выходную пирамиду  $A_p$  к ее выходу  $a_p$ , критичный путь переходного разговора, проходящий, например, от j-той (с  $|i-j| = v \cdot 2^m$ ;  $v = 1, 2, \dots$ ) входной пирамиды ( $E_j$  на Фиг.1) к названной

выходной пирамиде  $A_p$ , проходит от входа  $e_j$  входной пирамиды  $E_j$  через эту входную пирамиду, соединяющую ее выход  $e_{jр}$  с соответствующим входом выходной пирамиды  $j_{pа}$  промежуточную линию  $j_{zр}$  и выходную пирамиду  $A_p$  к ее выходу  $a_p$ .

Путь соединения и путь переходного разговора становятся видными еще более отчетливо из Фиг.2, на которой представлены более подробно обе входные пирамиды  $E_i$  и  $E_j$  и выходная пирамида  $A_p$  (см. также Фиг.1), а также выходная пирамида  $A_q$ . Каждая пирамида выполнена с  $n$  ступенями способных к двум состояниям проключения интегрально-оптических  $1 \times 2$ -переключателей, причем, как показано для переключателя  $i_{31}$  входной пирамиды  $E_i$  и для переключателя  $31p$  выходной пирамиды  $A_p$ , к каждому из соответственно  $2^{n-1}$   $1 \times 2$ -переключателей ( $i_{31}$ ,  $31p$ )  $\eta$ -ступенчатых пирамид ( $E_i$ ;  $A_p$ ) на стороне основания пирамиды  $1 \times 2$ -переключателей могут соответственно быть непосредственно подключены две промежуточные линии ( $iz_1$ ,  $izp$ ;  $1zp$ ,  $izp$ ).

Рассмотренный ранее на примере Фиг.1 путь соединения от  $i$ -той входной пирамиды  $E_i$  к выходной пирамиде  $A_p$  проходит согласно Фиг.2 от входа  $e_i$  входной пирамиды  $E_i$  через  $n$   $1 \times 2$ -переключателей  $i_{11}$ ,  $i_{21}$ ,  $i_{31}$ , которые соединяют этот вход  $e_i$  с соответствующим выходом входной пирамиды  $e_{ip}$ , далее через соединяющую выход входной пирамиды  $e_{ip}$  с соответствующим входом выходной пирамиды  $i_{pa}$  промежуточную линию  $izp$  и наконец через  $n$   $1 \times 2$ -переключателей  $31p$ ,  $21p$ ,  $11p$ , которые соединяют этот вход выходной пирамиды  $i_{pa}$  с выходом  $a_p$  выходной пирамиды  $A_p$ , к этому выходу  $a_p$ .

Другой путь соединения может проходить входной пирамиды  $E_j$  к выходной пирамиде  $A_q$ , а именно от входа  $e_j$  входной пирамиды  $E_j$  через  $n$   $1 \times 2$ -переключателей  $j_{11}$ ,  $j_{21}$ ,  $j_{32}$ , которые соединяют этот вход  $e_j$  с соответствующим выходом входной пирамиды  $e_{jq}$ , далее через промежуточную линию  $j_{zq}$ , которая соединяет выход входной пирамиды  $e_{jq}$  с соответствующим входом выходной пирамиды  $j_{qa}$ , и наконец через  $n$  соединяющих этот вход выходной пирамиды  $j_{qa}$  с выходом  $a_q$  выходной пирамиды  $A_q$   $1 \times 2$ -переключателей  $33q$ ,  $22q$ ,  $11q$  к этому выходу  $a_q$ .

Рассмотренный ранее на примере Фиг.1 путь переходного разговора от  $j$ -той входной пирамиды  $E_j$  к выходной пирамиде  $A_p$  проходит согласно Фиг.2 от входа  $e_j$  входной пирамиды  $E_j$  через  $\eta$  соединяющих этот вход  $e_j$  с соответствующим выходом входной пирамиды  $e_{jp}$   $1 \times 2$ -переключателей  $j_{11}$ ,  $j_{21}$ ,  $j_{31}$ , далее через соединяющую выход входной пирамиды  $e_{jp}$  с соответствующим входом выходной пирамиды  $j_{pa}$  промежуточную линию  $j_{zр}$  и наконец через  $n$  соединяющих этот вход выходной пирамиды  $j_{pa}$  с выходом  $a_p$  выходной пирамиды  $A_p$   $1 \times 2$ -переключателей  $33p$ ,  $22p$ ,  $11p$  к этому выходу  $a_p$ .

В этом пути переходного разговора все не вовлеченные одновременно в путь соединения  $1 \times 2$ -переключатели включают в состояние переключения максимального подавления переходного разговора. Это происходит в примере выполнения согласно Фиг.2 со способными именно к двум состояниям проключения  $1 \times 2$ -переключателями следующим образом:

Во входной пирамиде  $E_j$  не вовлеченные одновременно в путь соединения, расположенные между входом пирамиды  $e_j$  и соединенным с выходной пирамидой  $A_p$  выходом входной пирамиды  $e_{jp}$   $1 \times 2$ -переключатели включают в положение проключения, указывающее от пути переходного разговора. В рассмотренном примере выполнения это переключатель  $j_{31}$ , в то время как кроме того расположенные в рассмотренном пути переходного разговора переключатели  $j_{11}$  и  $j_{21}$  лежат к тому же в уже рассмотренном ранее другом пути соединения  $e_j - e_{jq} - j_{zq} - j_{qa} - a_q$ , которым определено их положение проключения; в общем говоря, в зависимости от проключенных соединений между  $0$  и  $m$  расположенных между входом пирамиды  $e_j$  и соединенным с выходной пирамидой  $A_p$  выходом входной пирамиды  $e_{jp}$   $1 \times 2$ -переключателей могут включаться в положение проключения, указывающее от пути переходного разговора.

В противоположность этому в выходной пирамиде  $A_p$  постоянно  $m$  не вовлеченных одновременно в путь соединения, расположенные между соединенным с входной пирамидой  $E_j$  входом пирамиды  $j_{pa}$  и выходом пирамиды  $a_p$   $1 \times 2$ -переключателей, в примере выполнения переключатели  $33p$ ,  $22p$  включают в положение проключения, соответственно указывающее от пути переходного разговора.

Соответствующее справедливо также для существующего относительно уже рассмотренного ранее пути соединения  $e_j - e_{jq} - j_{zq} - j_{qa} - a_q$  пути переходного разговора от  $i$ -той входной пирамиды  $E_i$  к выходной пирамиде  $A_q$ . Этот путь переходного разговора проходит согласно Фиг.2 от входа  $e_i$  входной пирамиды  $E_i$  через  $\eta$  соединяющих этот вход  $e_i$  с соответствующим выходом входной пирамиды  $e_{iq}$   $1 \times 2$ -переключателей  $i_{11}$ ,  $i_{21}$ ,  $i_{32}$ , далее через соединяющую выход входной пирамиды  $e_{iq}$  с соответствующим входом выходной пирамиды  $i_{qa}$  промежуточную линию  $izq$  и далее через  $n$  соединяющих этот вход выходной пирамиды  $i_{qa}$  с выходом  $a_q$  выходной пирамиды  $A_q$   $1 \times 2$ -переключателей  $31q$ ,  $21q$ ,  $11q$  к этому выходу  $a_q$ .

Также в этом пути переходного разговора все не вовлеченные одновременно в путь соединения  $1 \times 2$ -переключатели включают в состояние переключения максимального подавления переходного разговора:

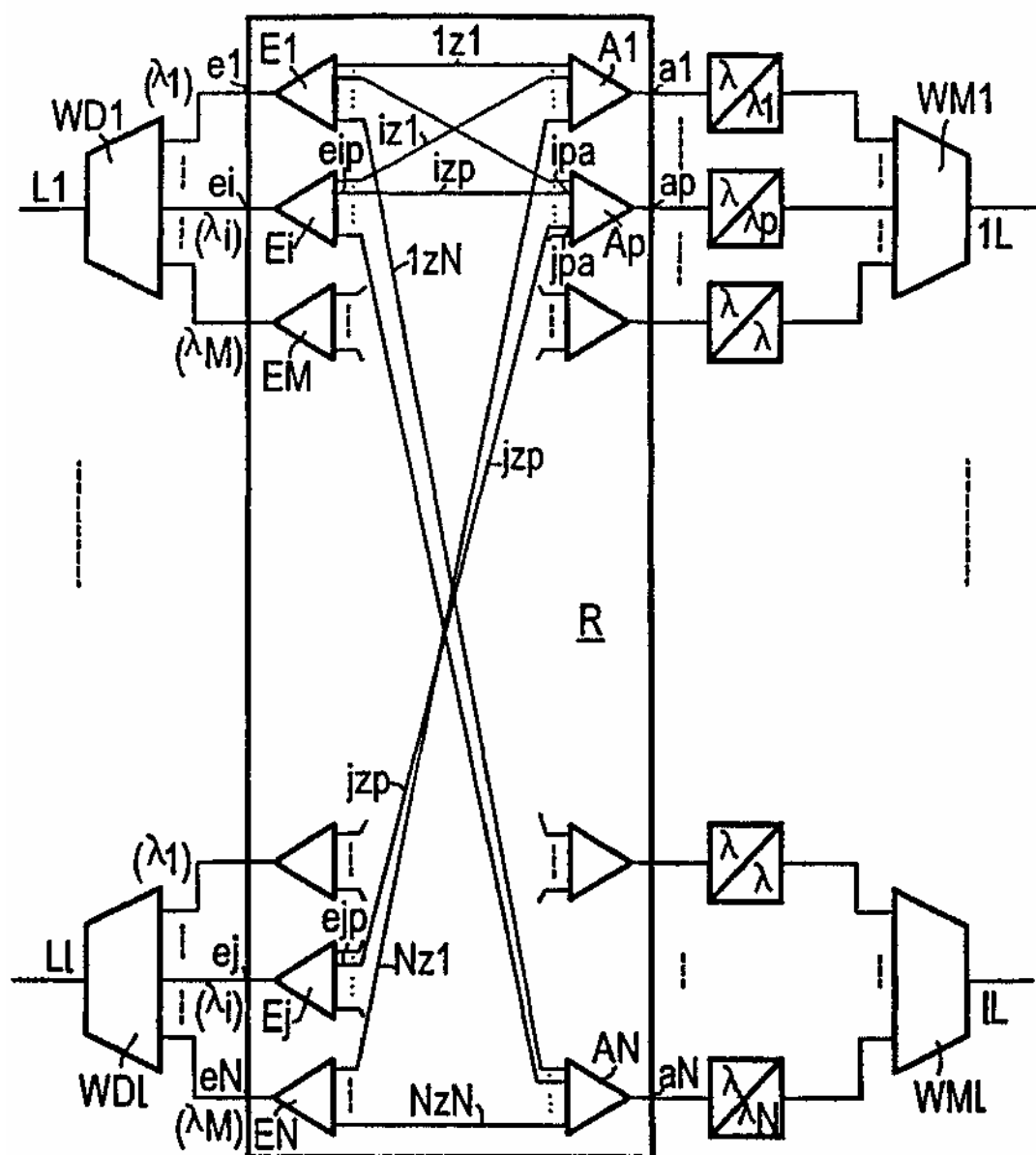
Во входной пирамиде  $E_i$  не вовлеченные одновременно в путь соединения, расположенные между входом пирамиды  $e_i$  и соединенным с выходной пирамидой  $A_q$  выходом входной пирамиды  $e_{iq}$   $1 \times 2$ -переключатели включают в положение проключения, соответственно указывающее от пути переходного разговора. В рассмотренном примере выполнения это переключатель  $i_{32}$ , в то время как, кроме того расположенные в рассмотренном пути переходного разговора переключатели  $i_{11}$  и  $i_{21}$  расположены одновременно в рассмотренном вначале пути соединения  $e_i - e_{ip} - izp - i_{pa} - a_p$ , которым определено их положение проключения.

В выходной пирамиде  $A_q$  опять-таки всегда  $m$  не вовлеченных одновременно в путь соединения, расположенных между соединенным с входной пирамидой  $E_i$  входом пирамиды  $i_{qa}$  и выходом пирамиды  $a_q$   $1 \times 2$ -переключателей, в примере выполнения переключатели  $31q$ ,  $21q$ , включают в положение проключения, соответственно указывающее от пути переходного разговора.

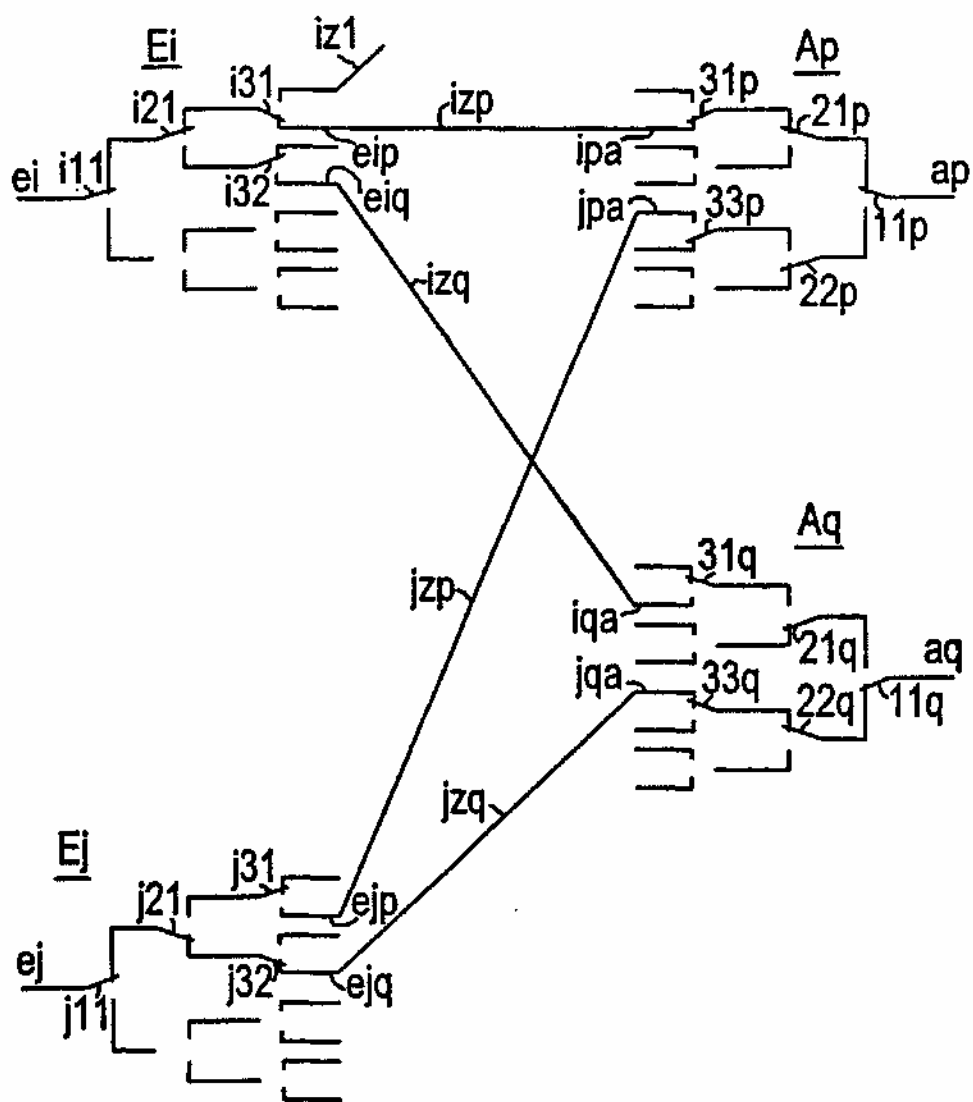
По сравнению с соответствующим устройством пространственной коммутации со способными к двум состояниям проключения и третьему состоянию  $1 \times 2$ -переключателями, в котором все не расположенные как раз в пути соединения переключатели находятся в третьем состоянии переключения, в устройстве пространственной коммутации  $R$ , эксплуатируемом согласно изобретения, для любого пути соединения

подавление переходного разговора улучшается, по меньшей мере, на  $m \cdot (s - u)$  [дБ] и максимально на  $2m \cdot (s - u)$  [дБ], причем  $s$  является подавлением переходного разговора 1х2-переключателя в (соответственно другом) состоянии проключения и  $u$  подавление 1х2-переключателя в третьем состоянии переключения. Если принять подавление переходного разговора 1х2-переключателя  $s = 20$ дБ и подавление переходного разговора (вносимое затухание) в третьем состоянии переключения  $u = 4$ дБ, то изобретение таким образом в рассмотренном примере выполнения с  $n = 3$  и  $m = 2$  дает улучшение подавления переходного разговора для любого пути сигнала между входом и выходом на минимально 32дБ и максимально 64дБ.

В заключение еще следует заметить, что изобретение хотя и описано выше в рамках оптического устройства коммутации с демультиплексорами длин волн на стороне входа, последующим NxN-устройством пространственной коммутации с пирамидами интегрально-оптических 1х2-переключателей, при необходимости, с последующими преобразователями длин волн и с мультиплексорами длин волн на стороне выхода, однако изобретение не ограничено этим, но также совсем в общем виде может найти применение в многоступенчатом NxN-устройстве пространственной коммутации с  $N = 2^n$  (где  $n = 1, 2, 3, \dots$ ) следующими после входа устройства пространственной коммутации входными пирамидами способных к двум состояниям проключения 1х2-переключателей и  $N = 2^n$  предшествующими выходу устройства пространственной коммутации выходными пирамидами способных к двум состояниям проключения 1х2-переключателей, а также проходящей между входными и выходными пирамидами Perfect Shuffle-схемой  $N^2$  промежуточных линий, в котором канальный переходный разговор является критичным между входами, смещенными соответственно на  $m = 2^m$  (где  $m = 1, 2, \dots, n-1$ ) или кратное от него/ вышеприведенные пояснения к Фиг. 2 справедливы для этого одинаковым образом.



Фиг. 1



Фиг. 2