

1-3-2018

RESEARCH OF NATURAL BASES APPEARANCE OF CHANNELS ILLEGAL LEAK INFORMATION IN FIBER OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS

Yu Mamasodiqov

B A. Turg'unov

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

Recommended Citation

Mamasodiqov, Yu and Turg'unov, B A. (2018) "RESEARCH OF NATURAL BASES APPEARANCE OF CHANNELS ILLEGAL LEAK INFORMATION IN FIBER OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS," *Scientific-technical journal*: Vol. 22 : Iss. 1 , Article 35.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol22/iss1/35>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

9. RESEARCH OF NATURAL BASES APPEARANCE OF CHANNELS ILLEGAL LEAK INFORMATION IN FIBER OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS

Y. Mamasodiqov¹, B.A. Turgunov²

¹Fergana Polytechnic Institute, ²Ferghana branch of Tashkent University of Information Technology

ИССЛЕДОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ОСНОВ ПОЯВЛЕНИЯ КАНАЛОВ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО СЪЕМА ИНФОРМАЦИИ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

Ю. Мамасодиков¹, Б.А. Тургунов²

¹Ферганский политехнический институт, ²Ферганского филиала Ташкентского университета информационных технологий

ОПТИК ТОЛАЛИ АЛОҚА ТИЗИМЛАРИДА РУХСАТСИЗ АХБОРОТ ОЛИШ КАНАЛЛАРИ ҲОСИЛ БЎЛИШИНИНГ ТАБИЙ АСОСЛАРИ ТАДҚИҚИ

Ю. Мамасодиков¹, Б.А.Тургунов²

¹Фарғона политехника институти, ²Тошкент ахборот технологиялари университети Фарғона филиали

Abstract.. In this article natural bases appearance of channels illegal leak information was researched and analyzed in fiber optical communication systems. As a result of researching and analyzing was made essential decision for the implementation of measures on supporting information security in fiber-optical communication systems.

Keywords: optical networks, illegal access, light scattering, attenuation optical signal, reflection, leak channel.

Аннотация. В этой статье проведены исследования и анализ естественных основ появления каналов несанкционированного съема информации в волоконно оптических систем связи. В результате исследование и анализа делаются необходимые выводы для осуществления мер по обеспечению информационной безопасности в волоконно-оптических систем связи.

Ключевые слова: оптические сети, несанкционированный доступ, рассеяние излучения, затухание оптического сигнала, отражение, канал утечки информации.

Аннотация Мазкур мақолада толали оптик алоқа тизимларида рухсатсиз ахборот олиш каналларини ҳосил бўлишининг табиий асослари тадқиқ ва таҳлили ўтказилди. Тадқиқ ва таҳлиллар натижасида оптик алоқа тизимларида ахборот хавфсизлигини таъминлаш чора тадбирларини амалга ошириш йўлидаги керакли хулосалар қилинди.

Таянч сўзлар: оптик тармоқлар, рухсат этилмаган кириш, нуриланишнинг сочилиши, оптик сигналнинг сўниши, аксланиш, ахборот сизиб чиқиш канали.

Оптик алоқа тизимлари ўзининг қатор афзалликлари сабабли бугунги кунда телекоммуникация тармоқларининг катта улушини ташил этади. Хусусан қитъалар аро магистрал тармоқлардан тортиб телекоммуникация тармоғининг энг қуйи поғонаси бўлган абонент кириш тармоқларини қуришда ҳам оптик технологиялардан фойдаланилмоқда.

Оптик тармоқларнинг асосий афзалликларидан бири унда узатилаётган маълумотларнинг рухсатсиз киришлардан нисбатан юқори химояланганлигидир. Албатта бундай тизим ҳам ахборотларга рухсатсиз киришлардан тўлиқ химояланган эмас. Чунки оптик

тармоқларда ҳам бугунги кунга келиб технологик имкониятларининг пайдо бўлиши оқибатида узатилаётган ахборотларга рухсатсиз киришларни имконийлиги маълум бўлди. Демак оптик алоқа тизимларида ахборотга рухсатсиз киришнинг янги технологик имкониятлари мавжуд экан, оптик тармоқларда ахборот хавфсизлигини ишончли таъминлаш мақсадида бундай усулларга қарши тура олувчи янги ахборот хавфсизлигини таъминловчи технологик ечимларни ишлаб чиқиш лозим.

Толали оптик алоқа тизимларида ахборотни рухсатсиз олишнинг замонавий техник воситаларига қарши оптоэлектрон усул ва воситаларни ишлаб чиқиш учун аввало оптик толаларда оптик нурланишнинг тарқалиш хусусиятларини ўрганиш лозим. Маълумки, толали оптик алоқа тизимларида оптик толадан ахборотни рухсатсиз олиш усулининг асосини узатилаётган оптик нурланишнинг энергиясини маълум қисмини табиий ҳолатда сизибчиқиши ёки мажбурий сизиб чиқарилиши ташкил этади.

Ушбу мақолада оптик толалардан рухсатсиз ахборот олиш каналининг ҳосил бўлишига олиб келувчи оптик толалардан оптик сигнал энергиясининг маълум бир қисмини сизиб чиқишига сабаб бўлувчи табиий ососларини ўрганиш ва тадқиқ қилиш амалга оширилади.

Оптик толалардан оптик нурланиш энергиясининг маълум бир улушини тола қобидан ташқарига табиий ҳолатда (яъни ҳеч қандай ташқи таъсирларсиз) сизиб чиқишидан фойдаланиб ахборотга рухсатсиз кириш усули пассив усул ҳисобланиб, бу усул ахборотдан рухсатсиз фойдаланишнинг юқори сифатини таъминлай олмасда, рухсатсиз уланишнинг яширинлиги жихатидан юқори самарадорликка эга. Чунки бундай усулда рухсатсиз кириш амалга оширилганда тола бўйлаб узатилаётган оптик нурланишнинг параметрларига (нурланиш қувватига, спекторига, кутблаши ҳолатига) ҳеч қандай таъсир кўрсатилмайди. Демак, узатилаётган оптик нурланишнинг бирор бир параметрига киритиладиган ўзгаришни мониторинг қилишга асосланиб ахборотга рухсатсиз киришни аниқловчи ёки химояловчи тизимларнинг ҳеч бири бундай пассив усулда рухсатсиз кириш амалга оширилганлигини аниқлай олмайди. Шунинг учун ҳам оптик толадан оптик нурланиш энергиясининг маълум бир улушини табиий ҳолатда тола ташқарисига сизиб чиқиш сабабларини ўрганиш ва тадқиқ қилиш долзарбдир.

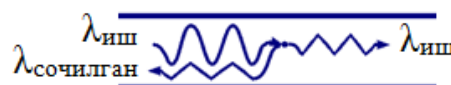
Оптик толали алоқа тизимларида табиий ҳолатда, яъни ахборотга рухсатсиз киришни амалга ошириш ниятидаги томоннинг қастдан амалга оширган бирор таъсирсиз оптик нурланиш энергиясининг маълум қисмини тола ташқарисига сизиб чиқиши оптик толанинг умумий сўнишини келтириб чиқаради. Демак оптик толадаги умумий сўнишни келтириб чиқарувчи табиий сабаблар табиий ахборотга рухсатсиз кириш каналларини ҳосил қилувчи омиллар ҳисобланади.

Оптик линия тракти бўйлаб оптик нурланиш тарқалишида унинг энергиясига киритиладиган умумий сўнишни икки гуруҳга бўлиш мумкин:

- Оптик тола (ОТ) нинг хусусий йўқотишлари;
- Қўшимча йўқотишлар.

ОТ нинг хусусий йўқотиши бу толанинг ўзига боғлиқ сўниш тури бўлиб бу толадан оптик нурланиш ўтказилганда содир бўладиган сочилишлар ва ютилишлар сабаб юзага келади. ОТ лардаги юзага келувчи сочилишлар сўнишнинг фундаментал сабаларидан бири бўлиб, бундай сочилишларни технологик бартараф этиш имконсиздир. ОТ да нурланиш сочилишининг бир қанча турлари мавжуд:

- Реле сочилишлари;
- Роман сочилишлари;
- Мандельштам-Бриллюэн сочилишлари;
- Левами сочилишлари ва х.к.

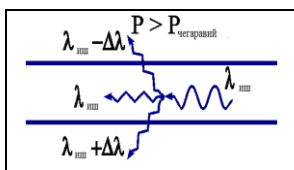


1-расм. Оптик толада Реле сочилишларининг юзага келиши.

Реле сочилишлари ОТ нинг таёрланишдаги материаллари тури, унга легирланадиган кўшимчаларнинг концентрацияси, шунингдек ОТ нинг таёрланиш технологиясига боғлиқ холда пайдо бўлади. Реле сочилишларининг ўзига хослиги шундан иборатки, ушбу сочилишнинг сочилиш коэффициенти a_s оптик толадан узатилаётган оптик нурланишнинг тўлқин узунлигига кучли боғлиқ.

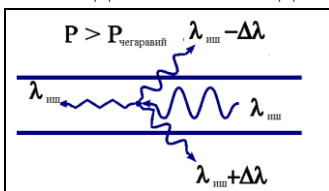
$$a_s = x_s \lambda^{-4} = \frac{x_s}{\lambda^4}$$

бу ерда x_s – пропорционаллик коэффициенти бўлиб, унинг қиймати $0.7 - 0.9 \frac{\text{дБ мкм}^4}{\text{км}}$ ораликда қиймат қабул қилиб, қандай қийматга эга бўлиши ОТ нинг таёрланиш материали ва технологиясига боғлиқ. ОТ ларда юзага келувчи сочилишларнинг яна бир тури бу Раман сочилишлари бўлиб, бу сочилиш тури фақат оптик сигнал қуввати сатҳининг юқори қийматларидагина юзага келади [1]. Раман сочилишлари натижасида ОТ дан узатилаётган ишчи тўлқин узунлигидан катта ва кичик қийматдаги тўлқин узунлигидаги кўшимча нурланишлар пайдо бўлади. Масалан WDM (каналлари тўлқин узунлиги бўйича зичлашган кўп каналли оптик узатиш тизими) тизимларида раман сочилишлари таъсири натижасида киска тўлқинларнинг қувватларини узун тўлқинларга қайта тақсимланиши содир бўлади. Бу албатта ишчи тўлқин узунлигидан катта тўлқин узунлигига эга кўшимча оптик сигналларни пайдо бўлишига ва асосий ишчи тўлқин қувватининг камайишига олиб келади. Пайдо бўлган кўшимча сигналлар ОТ ташқарисига сизиб чиқиши ва рухсатсиз ахборот олиш канали сифатида фойдаланилиши мумкин.



2-расм. ОТ ларда раман сочилишларининг юзага келиши.

Мандельштам-Бриллюэн сочилиши конденсацияланган мухитдан оптик нурланишни сочилишидир [2]. Бундай сочилиш натижасида оптик нурланишнинг спектрал таркибини характерловчи частоталар тўпланини ўзгаришига олиб келади. Маълумки ОТ ҳам конденсацияланган мухит ҳисобланади, чунки оптик тола ҳам ишлаб чиқарилиш жараёнида эритманинг қотишма холига келтирилишидан хосил бўлади. Конденсацияланган мухит таркибидаги заррачалар ўртасидаги кучли ўзаро таъсир (бу боғланиш тартибланган фазовий панжарани шаклланишига олиб келади) натижасида заррачаларнинг бирор бири мустақил ҳаракатлана олмайди. Уларнинг бирортасини кўзғалиши мухитда тўлқ ил шаклида тебраниш хосил бўлишига олиб келади. Шуниси муҳимки, бундай тебраниш абсолют ноль ($t = -273^\circ\text{C}$ ёки $T = 0\text{ K}$) ҳароратдан фарқ қилувчи ҳар қандай ҳароратда иссиқлик ҳаракатида бўлади. Демак, Мандельштам-Бриллюэн сочилишини баргараф этиш имконсиздир. Ушбу тур сочилиш ҳам оптик нурланиш қувватининг сатҳининг чегаравий қийматдан ортиб кетиши ҳолатида юзага келади.



3-расм. Мандельштам-Бриллюэн сочилишларининг юзага келиши.

Бу Оптик нурланишнинг қувватини йўқотилишига сабаб бўлувчи яна бир сочилиш тури бу Лева-Ми сочилишидир [3]. сочилиш ОТ ўзаги ва қобиғи ажралиш чегарасидаги нуқсонлар сабаб юзага келади. Масалан ўзак радиусининг тасодифий ўзгариши. Бундай сочилиш натижасида замонавий ОТ ларда оптик нурланиш қуввати 0.03 дБ/км дан ошмайдиган қийматга сўниш мумкин.

ОТ ларда оптик нурланиш қувватига киритиладиган кўшимча йўқотишлар қуйидаги ҳолатлар сабаб юзага келади:

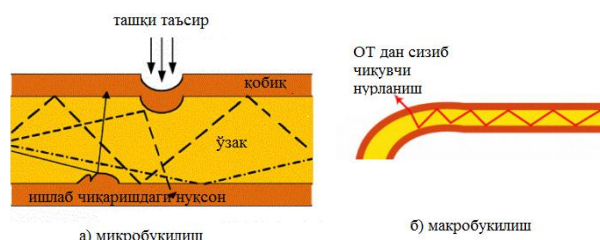
- Оптик нурланишни ОТ га киритиш ва чиқаришдаги йўқотишлар;
- Букилишлардаги йўқотишлар;
- ОТ ларни ўзаро пайвандлаш ва механик улашлардаги йўқотишлар. Оптик нурланишни оптик узатувчи қурилма (ОУҚ) дан ёки линия трактидаги бошқа қурилмалардан ОТ га киритишда, шунингдек ОТ дан оптик қабул қилувчи қурилмага чиқаришда ажраладиган оптик улагичлардан фойдаланилади. Бундай уланишларда оптик сигнал сатҳи 0.5 дБ гача

қийматларга сўнишга учрайди. Ажраладиган уланишлар амалга ошириладиган нуқталарда киритиладиган сўниш қийматининг катталиги бундай уланиш жойларини рухсатсиз уланиш хавфи юқори бўлган худудга айлантиради. Шунинг учун ҳам бундай уланиш жойлари қатик назорат остига олинади.

ОТ ларни ишлаб чиқариш жараёнида ёки оптик кабелларни траспортировка қилиш, ётқишиш жараёнида оптик толаларда микро ёки макро букилишлар келиб чиқиши мумкин.

Микробукилишлар одатда оптик толани ишлаб чиқариш жараёнида толанинг бирор нуқтасида тола ўқининг қийшайиши, яъни толанинг номукамаллиги сабаб юзага келади. Макробукилишлар одатда оптик кабелларни ётқишиш жараёнида унинг таркибидаги оптик толанинг рухсат этилган минимал эгилиш радиусидан кичикроқ радиусга букилиши натижасида келиб чиқади.

Одатда бир модални ОТ лар учун минимал эгилиш радиуси 6.5 – 7.5 см ни (махсус турдаги ОТ лар бундан мустасно), кўп модални ОТ лар учун эса 3.8 см дан ошмаслиги лозим. Қуйидаги расмда ОТ нинг микро ва макро бўкилиши тасвирланган [4].

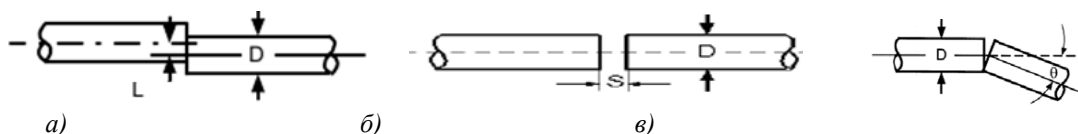


4-расм. Оптик нурланишни ОТ нинг микро (а) ва макро (б) букилишларида сочилиши.

Маълумки, оптик кабеллар маълум бир қурилиш узунлигида ишлаб чиқарилади. Узунлиги оптик кабелнинг қурилиш узунлигидан узун бўлган оптик тармоқларни қуришда албатта бундай оптик кабелларни ўзаро улаш амалга оширилади. Оптик толани пайвандлаб улашга нисбатан уларни механик усуллардан фойдаланиб улашда катта қийматдаги сўниш киритилади. Шунинг учун ҳам ОТ ларни пайвандлаб улаш энг кенг тарқалган оптик кабелни улаш усули ҳисобланади. Бундай уланиш нуқталарида тахминан 0.03 дБ га яқин қийматдаги сўниш қиймати киритилади.

ОТ нинг пайвандлаб уланишида киритиладиган сўниш қийматига таъсир қиладиган асосий омилларга қуйидагилар қиради:

- Ўзаро пайвандланувчи ОТ ларни ўқларини усма-уст тушмаслиги, яни силжиганлиги;
- Ўзаро пайвандланувчи ОТ ларни пайвандланувчи юзалари орасидаги масофанинг рухсат этилган қийматдан ортикча қийматда бўлиши;
- Ўзаро пайвандланувчи ОТ ларни ўқларини бурчак бўйича мос тушмаслиги.



5-расм. Оптик толаларни улашдаги сўнишнинг ортишига сабаб бўливи ОТ ларнинг ўзаро силжиши (а), ОТ орасида хаво фарқининг мавжуд бўлиши (б) ҳамда ОТ ўқларининг бурчак бўйича мос эмаслиги.

Икки ўзаро пайванд қилинувчи ОТ ларнинг бир-бирига нисбанат силжиганлиги албатта йўқотишларнинг ортишига олиб келади (5.а.расм). Оптик толанинг ўзак диаметри қанчалик кичик бўлса, уларни пайвандлашда ўзаро силжиш ўлчамига рухсат этилган қиймат ҳам шунча камаяди. Демак, бир модални оптик толаларни улашда ўзаро силжишнинг аҳамияти яна ортади. Масалан бир модални оптик толаларни улашда ўзаро силжишнинг рухсат этилган қиймати 0.8 мкм дан ошмаслиги лозим. Бундай силжишларнинг сабаби ОТ ларни улашда ўзаро жойлаштириш позициясини ноаниқ амалга оширилиши, ОТ қобиғининг эллипслиги, қобиқ ўлчамларини вариацияси. Одатда, силжиш катталигини ўлчашда ёнга силжиш L нинг тола ўзаги диаметри D га нисбати олинади, яъни L/D .

Шишали оптик толаларни ўзаро улашда уланувчи толалар орасидаги масофа тўлқин узунлигидан катта бўлган қийматларда френел сочилишлари ҳисобига умумий сўниш 0.34 дБ гача ортиши мумкин (5.б.расм). Толалар орасидаги фарқнинг қисқартирилиши ёки ораликни

синдириш кўрсаткичи қиймати толаникига яқин бўлган иммерсион суюқлик билан тўлдириш натижасида сўнишнинг қиймати кескин камаяди [5].

Ўзаро уланувчи ОТ лар ўқларининг бурчак бўйича ўзаро мос эмаслиги ҳам уланишлардаги сўнишнинг қийматини ортишига олиб келади (5.в.расм). ОТ ларни бурчак бўйича мос эмаслиги ҳисобига келиб чиқувчи сўниш шунингдек ОТ сонли апертурасига боғлиқ. Яъни ОТ нинг сонли апертураси қанча катта қийматга эга бўлса бундай толаларни ўзаро улашда рухсат этиладиган бурчак бўйича мос эмаслик қиймати ҳам шунчалик катта бўлади. Оптик улагичларда тўғри фойдаланилганда уланиш нуқтасида киритилган сўнишнинг қийматида бурчак бўйича мос эмаслик ҳисобига юзага келувчи сўнишни улуши деярли мавжуд эмас. Одатда бунда мас эмасликни баратараф этиш учун ОТ синдирилганда кўндаланг юзанинг текислигини таъминлаш лозим. ОТ синдирилганда кўндаланг юзанинг нотикислиги уланган жойдан оптик нурланишнинг маълум қисмимни ташқарига сизиб чиқишига сабаб бўлади. Бу эса ўз навбатида рухсатсиз ахборот олиш каналини ҳосил бўлишига олиб келади. Масалан, маълум бир ОТ ларни ўзаро улашда бурчак бўйича мос эмаслик 2° га тенг бўлганда қўшимча 0.5 дБ гача сўниш киритилиши мумкин. Бундай қийматдаги сўнишнинг юзага келиши сифатли даражадаги ахборотни рухсатсиз олиш каналини ҳосил қилиши мумкин.

Хулоса. Толали оптик алоқа тизимларида узатилаётган оптик сигнал энергиясининг маълум бир улушини табиий ҳолатда ОТ ташқарисига сизиб чиқиши натижасида ахборотга рухсатсиз киришни амалга ошириш, бундай усулда рухсатсиз киришнинг аниқланиш имконсизлиги туфайли ҳам хавфли ҳисобланади. Толали оптик алоқа линияси трактидаги оптик кабелларда юзага келувчи сўнишнинг ОТ хусусий йўқотишларига мос улушини баратараф этиш имконсиздир.

Масалан, ОТ ларда юзага келувчи Реле, Раман, Манделъштам-Бриллюэн, Лева-Ми сочилишлари ҳисобига ҳосил бўлувчи сўнишларни баратараф этиш имконсиздир.

Реле сочилишлари толани ишлаб чиқаришдаги йўл қўйилган нуқсонлар, тола конструкциясидаги нуқсонлар, тола таёрланиш материалидаги нобиржинсликлар туфайли юзага келади. ОТ ларни ишлаб чиқаришда абсолют мукамалликка эришиш имконияти мавжуд эмас. Раман сочилишларини чеклаш мақсадида оптик кувватни меёрий қийматдан ортиб кетишини олдини олиш лозим. Манделъштам-Бриллюэн сочилишларини чеклаш мақсадида ҳароратни камайтириш лозим. Аммо абсолют нол ҳароратга эришиш эксплуатация шароитида имконсиздир. Демак умумий ҳолатда сочилишлар ҳисобига юзага келувчи йўқотишларни баратараф этишнинг имконияти мавжуд эмас.

ОТ нинг микро ва макро букилишлари ҳисобига, шунингдек ОТ нинг уланиш нуқталарида юзага келувчи сўнишлар ҳисобига оптик сигнал энергиясининг ОТ ташқарисига сизиб чиқишини олдини олиш учун аввало хизмат кўрсатувчи мутахассисларнинг малакаси юқори бўлиши, уланиш сифатини юқори даражада бажарилиши, уланган нуқталарда назоратни кучайтирилиши лозим.

References:

- [1] Aleksandr Manko, Viktor Katok, Mixail Zadorojniy. Zashita informatsii na volokonno-opticheskix liniyax svyazi ot nesanktsionirovannogo dostupa.
- [2] Friman R. Volokonno-opticheskie sistemy svyazi. M., Texnosfera; 2004 g.
- [3] A.V. Boos, O.N. SHuxardin. Analiz problem obespecheniya bezopasnosti informatsii, peredavaemoy po opticheskim kanalax svyazi, i puti ix resheniya. //Informatsionnoe protivodeystvie ugrozam terrorizma: nauchn-prakt. Journ. /FGPU NTTTS, Moskva. 2005, №5. S. 172180.
- [4] M.Z Iqbal, H Fathallah, N Belhadj. 2011. Optical Fiber Tapping: Methods and Precautions. High Capacity Optical Networks and Enabling Technologies (HONET).
- [5] Каток В.Б. Волоконно-оптический системы связи. Киев, 1998. -288 с.

Адабиётлар

- [1] Александр Манько, Виктор Каток, Михаил Задорожный. Защита информации на волоконно-оптических линиях связи от несанкционированного доступа.
- [2] Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. М., Техносфера; 2004 г.
- [3] А.В. Боос, О.Н. Шухардин. Анализ проблем обеспечения безопасности информации, передаваемой по оптическим каналам связи, и пути их решения. //Информационное противодействие угрозам терроризма: научн-практ. Журн. /ФГПУ НТЦ, Москва. 2005, №5. С. 172180.
- [4] M.Z Iqbal, H Fathallah, N Belhadj. 2011. Optical Fiber Tapping: Methods and Precautions. High Capacity Optical Networks and Enabling Technologies (HONET).
- [5] Каток В.Б. Волоконно-оптический системы связи. Киев, 1998. -288 с.

Web сайтлар

- [1] <https://habrahabr.ru>
- [2] <https://www.osp.ru>