

В.В. Миркин

## ПУТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ГОРОДСКИХ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЕЙ СССР В ПОСЛЕВОЕННЫЙ ПЕРИОД (1945–1965 гг.)

Рассматриваются основные направления реконструкции и развития городской телефонной связи СССР в послевоенный период, эволюция автоматических телефонных систем от машинного и декадно-шагового к координатному и механо-электронному типу. Технологическое перевооружение городских телефонных сетей шло по пути внедрения новых автоматических станций, вытеснявших устаревшие ручные системы. С целью интенсификации процессов развития ГТС строительство станционных и линейных сооружений механизировалось; параллельно наблюдался прогресс в области кабелестроения.

**Ключевые слова:** телефонная связь; проводные средства связи; автоматическая телефонная станция; кабельные системы; линейные сооружения связи.

Проблемы истории отечественной телефонной связи в послевоенный период, несмотря на свою актуальность, пока еще нашли своего внимательного исследователя. Большая часть работ, посвященных данной теме, представляет собой учебную, научную, справочную литературу по электрической связи, научно-популярные издания. Исторические исследования в области телефонной связи, как правило, ограничивались изданиями, приуроченными к юбилею той или иной телефонной сети. Среди авторов, занимавшихся вопросами телефонной связи, можно выделить Г.И. Головина, С.Л. Эпштейна, Г.Б. Давыдова, О.Н. Иванову, Б.И. Крук, Г.Н. Попова и некоторых других.

По объему передаваемой информации телефонная связь в рассматриваемый период являлась основным видом двусторонней электрической связи. В послевоенную эпоху телефонная связь превратилась в неотъемлемый элемент материального производства: технологических процессов, научных исследований, процесса кооперирования промышленности, управления производством и т.д. Под городскими телефонными сетями (ГТС) понимаются местные сети, представлявшие собой совокупность коммутационных узлов, телефонных станций, линий, каналов, оконечных абонентских устройств, предназначенных для обеспечения телефонной связью абонентов города [1. С. 4; 2. С. 5].

Городские телефонные сети в послевоенный период строились и развивались на основе *централизованной* или *децентрализованной* системы – тем самым по своему строению они подразделялись на *нерайонированные* и *районированные*. Нерайонированная ГТС обслуживалась одной телефонной станцией, к которой подключались все существовавшие абонентские и соединительные линии (в том числе от учрежденческих (ведомственных) станций). В противном случае предусматривалось строительство в одном населенном пункте нескольких районных телефонных станций, обслуживавших абонентов одного телефонного района. Районирование телефонной сети было новым, прогрессивным явлением для того времени: оно значительно сокращало длину индивидуальных линий (от установок

абонентов до станций) и, следовательно, уменьшало затраты на оборудование линейных сооружений. Децентрализованную систему применяли, как правило, в крупных населенных пунктах, промышленно развитых регионах и т.п. Позднее, с развитием районирования телефонные сети такого типа подразделялись (в порядке возрастания емкости номеров) на районированные ГТС без узлообразования, с узлами входящего сообщения, а также – с узлами входящего и исходящего сообщения (такие сети могли обслуживать от 80 тыс. до 8 млн номеров).

Телефонные сети страны оборудовались станциями двух типов – ручными и автоматическими. Среди станций автоматического типа в довоенный период получила распространение машинная система ленинградского предприятия «Красная заря». Эта система позволяла автоматизировать телефонную связь в крупных городах, учреждениях и заводах, но была непригодна для автоматизации внутрирайонных сетей (небольших населенных пунктов) и устройства мелких учрежденческих и домовых АТС. После эвакуации «Красной зари» в 1941 г. на Урал производство машинных АТС прекратилось и больше не возобновлялось. В этих условиях телефонные станции ручного обслуживания (РТС) сохраняли большое значение еще длительный период времени, особенно в так называемой «низовой» (внутрирайонной) телефонной сети. По способу подачи электропитания различали станции *местной* (МБ) и *центральной* (ЦБ) батареи. В районных центрах и городах областного подчинения строились преимущественно РТС центральной батареи; при этом станции местной батареи функционировали в небольших населенных пунктах, испытывавших затруднения с электроснабжением.

В годы войны по приблизительным оценкам было утрачено 44% емкости телефонной сети страны – в 1942 г. она составляла всего 662,2 тыс. номеров (по другим данным, эта цифра составляла от 600 до 756 тыс. номеров.) [3. С. 9]. Первый послевоенный пятилетний план 1946–1950 гг. предполагал полное восстановление и техническое перевооружение городских

телефонных сетей. Емкость АТС планировалось увеличить более чем в два раза, в результате чего к 1950 г. более половины всей емкости ГТС страны предполагалось автоматизировать [4. С. 155]. Тем не менее Министерство связи признавало тот факт, что в течение первых послевоенных лет отечественная телефонная промышленность не сможет обеспечить большую потребность отрасли исключительно станциями нового типа. Поэтому предполагалось также выпускать модернизированные, но морально устаревшие РТС, по своим характеристикам сопоставимые со станциями систем ЦБ × 2 и ЦБ × 3 [5. С. 2].

В телефонной отрасли ощущался недостаток строительно-монтажных материалов, не хватало квалифицированных кадров. Однако несмотря на объективные трудности, уже к 1948 г. количество телефонных аппаратов и абонентов по стране удалось вывести на довоенный уровень. Вырос удельный вес станций автоматической системы – в 1950 г. их емкость составила 42% (36% в 1940 г.). Среднегодовой прирост установленных телефонных аппаратов составил 156,6 тыс. В целом по стране за годы IV пятилетки монтированная емкость ГТС всех типов превысила довоенный уровень на 15% [6. С. 350].

Вопрос о выборе новой системы АТС, подлежащей внедрению в послевоенные годы, и об организации производства станций встал перед советскими связистами еще в конце войны. Довоенная *машинная система* АТС, несмотря на высокие эксплуатационные показатели, считалась технологически слишком сложной и трудоемкой, а ее массовое производство было признано нецелесообразным. В разработке новой системы, наряду с эксплуатационными характеристиками, устойчивостью и надежностью в работе, высоким качеством разговорного тракта, учитывалась возможность быстрой организации производства технологичного и недорогого оборудования. В результате выбор пал на АТС *декадно-шаговой системы* – ее разработка проводилась на предприятии «Красная заря». В основу проекта были положены известные принципы построения декадно-шаговых систем аналогичных зарубежных АТС. Среди разработчиков были такие известные специалисты, как Б.К. Мартыанов, К.И. Волкова, В.А. Лабецкой, Н.К. Розенталь и др. В результате в 1947 г. трест «Связьпроект» разработал генеральную схему развития и реконструкции телефонной связи Москвы, предусматривавшую применение декадно-шаговой системы. В течение 1947–1950 гг. были запущены три первые декадно-шаговые АТС отечественного производства, получившие впоследствии индекс АТС-47.

С приходом на городскую телефонную сеть страны станций нового типа появилась необходимость в промежуточном оборудовании, связывавшем машинные и декадно-шаговые АТС. Полная замена устаревших машинных систем станциями нового типа была невозможна, так как их суммарная емкость составляла 350 тыс. номеров. Впоследствии декадно-шаговые си-

стемы постоянно модернизировались. Так, к 1954 г. была создана АТС-54, обладавшая большей дальностью действия по абонентским и соединительным линиям, возможностью передачи импульсов набора по кабелям протяженностью до 40 км, а также возможностью осуществления автоматической междугородной связи. Автоматическая проверка оборудования, введенная на АТС-54, значительно упростила ее эксплуатационное обслуживание. Вследствие изменения отдельных элементов схемы и конструкции станции увеличилась надежность ее работы: например, путем установки термоограничителей в катушках электромагнитов была увеличена противопожарная безопасность [6. С. 354]. Станции такого типа строились и в Сибири [7. С. 45].

Ежегодное увеличение емкости городских телефонных станций не успевало за ростом потребностей государственного, хозяйственного сектора, и в особенности населения. В 1961–1965 гг. в наиболее развитых промышленных областях страны произошел скачок в темпах роста монтированной телефонной емкости, что позволило сократить разрыв между вводом новой жилой площади и количеством квартирных телефонов. Так, если в период 1956–1960 гг. ежегодно вводилось в эксплуатацию в среднем 135 тыс. номеров, то за 1961–1965 гг. эта цифра составила 340 тыс. номеров [3. С. 9]. Например, в Москве в 1965 г. вводимая емкость приблизилась к числу построенных квартир. Однако для сибирского региона такие показатели оставались пока еще недостижимыми.

«Телефонный дефицит» удалось частично сократить благодаря мерам по упорядочению строительства ведомственных станций. Поскольку, как правило, проектирование и строительство таких станций осуществлялись без учета развития ГТС, их мощность зачастую использовалась неэффективно. Несмотря на то что ведомства не спешили с передачей своих средств электросвязи, в период с 1956 по 1963 г. на баланс Министерства связи поступило от других министерств и ведомств 747 станций различных систем общей емкостью 203 тыс. номеров.

В процессе эволюции городских телефонных сетей все больше сказывались недостатки, присущие декадно-шаговым системам. Малая емкость контактного поля искателей АТС данного типа препятствовала решению задачи оптимального построения телефонных сетей (особенно для больших городов). Быстрое увеличение темпов прироста емкости ГТС в 1960-е гг. обострило вопрос подготовки обслуживающего персонала. С развитием автоматизации междугородной связи негативно сказывались: низкое качество разговорного тракта (в частности, шумы выше допустимого уровня), вызванное нестабильностью скользящих контактов в искателях; низкая износоустойчивость механизмов, работавших в условиях больших ударных нагрузок и др. Анализ различных систем коммутации выявил целесообразность применения *координатного соеди-*

ителя, в котором контакты скольжения были заменены контактами давления, имевшими стабильное сопротивление и значительно больший срок службы. Так родился новый тип АТС – *координатный*.

Высокая надежность работы координатных соединителей существенно сокращала расходы на эксплуатационное обслуживание станций, а технология производства таких АТС была значительно проще, чем станций других типов. Координатные системы позволяли экономически целесообразно и надежно организовывать телефонные сети в различных вариантах: строить станции любой емкости и назначения, эксплуатировать станционные сооружения без постоянного присутствия обслуживающего персонала (в особенности станции малой емкости – до 1 000 номеров), проводить широкую децентрализацию станционного оборудования, что, в свою очередь, сокращало среднюю длину абонентских линий и объем линейных сооружений. В них появлялась возможность гибкого построения сети – создание узлов входящего и исходящего сообщений, устройство подстанций, введение дополнительных ступеней искания и применение обходных связей. По своим коммутационным возможностям, экономическим показателям и качеству связи координатные АТС соответствовали требованиям Единой автоматизированной системы связи (ЕАСС), предусматривавшим высокое качество разговорного тракта и возможность организации многопроводной коммутации, необходимой при автоматизации междугородной связи. Кроме того, такие станции могли работать совместно с устаревшими машинными и декадно-шаговыми системами.

Координатная подстанция ПС-МКС-100 емкостью 100 номеров явилась одной из первых систем такого типа (первая ПС МКС была разработана НИИТС и предприятием «Красная заря» и установлена в 1957 г. на Ленинградской городской телефонной сети). Она предназначалась для включения в декадно-шаговые станции типа АТС-47 и АТС-54. Кроме нее совместно с чехословацкими специалистами на заводе «Тесла» была разработана и с 1965 г. пущена в серийное производство система ПСК-1000. На базе системы ПС-МКС-100 во второй половине 1950-х – начале 1960-х гг., в частности, получила развитие томская телефонная сеть [8. С. 93; 9. Л. 17].

Дальнейшая модернизация АТС координатной системы велась в двух направлениях: во-первых, применение исключительно релейного управления; во-вторых, управление на основе электронной техники (*механо-электронные* АТС). В результате к началу 1960-х гг. специалистами Ленинградского отделения Центрального научно-исследовательского института связи (ЛОНИИС) и производственного объединения «Красная Заря» при участии связистов Чехословакии и ГДР была разработана *координатная система АТС-К*, построенная на унифицированных координатных соединителях, использовавшая в аппаратуре управления электромагнитные реле и частично элементы элек-

тронной техники. Так, в качестве основных коммутационных элементов в АТСК использовались унифицированные многократные координатные соединители, реле типа РПН и РЭС-14. Новая система обеспечивала оптимальное для начала 1960-х гг. построение сетей ГТС, а также высококачественный разговорный тракт как для местных, так и для междугородных соединений. Однако серийное производство АТС-К большой емкости для городских и сельских телефонных сетей началось лишь в 1967 г.

Следует отметить, что несмотря на достигнутые успехи научно-исследовательских разработок, положительный опыт эксплуатации координатных систем количественный рост телефонной сети страны вплоть до конца 1970-х гг. осуществлялся главным образом на основе коммутационного оборудования декадно-шаговых станций АТС-47 и АТС-54 и лишь частично – на базе внедрения координатных систем. Например, с 1963 г. по 1966 г. емкость подстанций координатной системы выросла с 35,7 тыс. номеров лишь до 77,1 тыс. При этом в течение 1945–1965 гг. удельный вес АТС повышался параллельно со снижением РТС МБ, что можно было ошибочно принять за расширение телефонной сети. Если в 1951 г. АТС составляли 43% и РТС МБ – 29% от общей емкости, то в 1965 г. – соответственно 80 и 0,5% [6. С. 364]. Лишь к концу 1960-х гг. в СССР ручные телефонные станции были полностью вытеснены автоматическими.

Расширение телефонных сетей в крупных городах осуществлялось также за счет более глубокого районирования. При этом длина соединительных линий, связывавших межстанционное оборудование, увеличивалась в отдельных случаях до нескольких десятков километров. Одновременно с увеличением расстояния между телефонными станциями/узлами увеличивалось и затухание сигнала. Для снижения затухания непупинизированных (пупинизация – способ увеличения дальности передачи телеграфных и телефонных сообщений по кабелям связи увеличением их индуктивности. В 1970-е гг. пупинизацию использовали в низкочастотных линиях городских и пригородных телефонных сетей, в низкочастотных цепях магистральных комбинированных коаксиальных кабелей для служебной связи между обслуживаемыми усилительными пунктами, в соединительных линиях междугородной телефонной сети) кабельных цепей городских и пригородных связей в спектре 0,3–3,4 кГц в 1950-е гг. применялись двусторонние мостовые усилители УМТ-3 и УМТ-20 на транзисторах. Устанавливаемые в кроссе или в автоматном зале усилители использовались как оконечное или промежуточное устройство. Внедрение на ГТС многоканальной аппаратуры высокочастотного телефонирования и постоянное повышение требований к качеству эксплуатационного обслуживания привели к появлению приборов для электрических измерений линий. Для определения места повреждения свинцовой оболочки кабелей широко применялся способ, соче-

тавший использование фреона-12 или фреона-22 с га-лоидными течеискателями ГТИ-2 или ГТИ-3. Для поиска места повреждения оболочки кабелей, уложенных в землю, в некоторых случаях применялись радиоактивные газы [6. С. 359].

Применявшаяся в то время для уплотнения кабелей городских телефонных сетей кабельно-радиорелейная система (КРР) давала возможность по обычным парам межстанционных соединительных линий получить 30 телефонных каналов (КРР представляла собой систему высокочастотного телефонирования по кабельным линиям небольшой протяженности) [10. С. 308–311]. Впоследствии, с учетом опыта эксплуатации, система была переработана и полностью транзисторизирована. В ней была введена автоматическая регулировка уровня, служебная связь и ряд других усовершенствований: новая система (КРР-Т) предназначалась для работы по симметричным кабелям.

Другим способом удовлетворения быстро растущих потребностей в телефонной связи являлось снижение стоимости капитального строительства ГТС. Для этого трудоемкие процессы при строительстве и вводе в эксплуатацию станционных и линейных сооружений механизировались, а позднее – автоматизировались. Следует отметить, что модернизация линейных сооружений на городских телефонных сетях началась сразу после окончания войны. В частности, велась активная работа по переходу с однопроводной на двухпроводную систему связи там, где такая система еще сохранилась. Для расширения кабельной сети в городах повсеместно начали строить канализационные сооружения с использованием асбоцементных труб и сборных смотровых устройств. На трассах, уже загруженных различными подземными сооружениями, строились коллекторы, в которых наряду с другими коммуникациями размещались и абонентские кабели ГТС. Для протяжки телефонных кабелей и прокладки труб при строительстве применялись передовые для того времени технологии: щитовая проходка, способы продавливания, прокола, горизонтального бурения и др.

Широкое применение на линейных работах получили экскаваторы, бурильно-крановые машины для установки столбов, телескопические вышки-подъемники для прокладки кабелей по стенам зданий и их подвески

по столбам; комплексные кабельные машины, осуществлявшие перевозку барабанов с кабелем, откачку воды, вентилирование смотровых устройств, проверку герметичности свинцовой оболочки кабелей, протяжку кабелей; кабельные тележки, кабелеукладчики, компрессорные станции и другие механизмы [11. С. 15].

Начиная с 1950-х гг. устаревшие телефонные кабели типа ТГ, ТРК со свинцовой оболочкой [12. С. 75] заменялись кабелями в пластикатовой оболочке с пластиковой изоляцией жил, а также кабелями с диаметром жил 0,4 мм. Свинец начал постепенно вытесняться поливинилхлоридом и другими синтетическими материалами: кабели с пластмассовой оболочкой были более гибкими, обладали меньшим весом, были устойчивы к коррозии. Появились кабели марок ТРВКШ, ТРПКШ и др. [13. С. 333]. Впоследствии синтетические материалы и пластмассы – полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид, фторопласт, полипропилен и др. – стали широко использоваться в кабельном производстве для изготовления изоляции жил и кабельных оболочек. В качестве материала для токопроводящих жил медь заменялась более дешевым алюминием и алюминиевыми сплавами [14. С. 3].

Таким образом, основными направлениями послевоенной модернизации ГТС являлись: постепенный переход от станций ручных систем к автоматическим, внедрение более совершенных *шаговых* и *координатных* систем АТС, широкое *каблирование* линейного хозяйства. В период первых послевоенных пятилеток сложилась топологическая и логическая структура ГТС, которая почти в неизменном виде просуществовала до конца XX столетия. Вместе с тем страна находилась лишь в самом начале долгого пути модернизации телефонных сетей. Предстояло автоматизировать процессы обслуживания коммутационных систем ГТС и управления сетью; отрегулировать поступающие от абонентов потоки телефонной нагрузки; оптимизировать существовавшую структуру ГТС. Наряду с развитием технических средств и количественным наращиванием мощностей перед связистами стояла задача – улучшить техническую эксплуатацию оборудования и обслуживание населения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Городская телефонная связь : справочник / Б.З. Берлин, А.С. Брискер, Л.С. Васильева и др. М. : Радио и связь, 1987. 280 с.
2. ГОСТ 19472-88. Система автоматизированной телефонной связи общегосударственная. Термины и определения. Введен в действие 01.01.1990. М., 1988. 47 с.
3. Голубцов И.Е., Павловский И.Е. Городская и сельская телефонная связь // Электросвязь. 1970. № 4. С. 9–14.
4. Вопросы развития транспорта и связи в СССР. М. : ВПШ при ЦК ВКП(б), 1948. 158 с.
5. Сергейчук К.Я. Развитие средств связи в новой сталинской пятилетке // Вестник связи. Электросвязь. 1946. № 4–5. С. 1–3.
6. Развитие связи в СССР. 1917–1967 / под общ. ред. Н.Д. Псурцева. М. : Связь, 1967. 479 с.
7. Времен связующая нить. Страницы истории Новосибирской городской телефонной сети / М.А. Косарев, М.Н. Щукин, И.З. Тельманова, Е.Б. Буторина. Новосибирск : Сибирская горница, 2000. 300 с.
8. История электросвязи Томской области (от прошлого к настоящему). Томск : Спектр, 2000. 440 с.
9. Пояснительная записка к годовому производственному отчету по городской телефонной связи за 1963 г. // ГАТО. Ф. Р-1134. Оп. 2. Д. 396.
10. Аносович Б.Ф. Высокочастотная связь по кабельным линиям // 70 лет радио / под ред. А.Д. Фортуненко. М. : Связь, 1965. С. 293–314.
11. Мазель С.И. Механизация земляных работ на строительстве городских телефонных сетей // Вестник связи. 1951. № 12. С. 15.
12. Алексеев В.И., Томчин Б.З., Шарле Д.Л. Кабельные линии городских телефонных сетей. М. : Связь, 1973. 232 с.
13. Бачелис Д.С., Белоруссов Н.И., Саакян А.Е. Электрические кабели, провода и шнуры : справочник. М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1958. 480 с.
14. Глинка В.И. Проблемы развития телефонной связи в СССР // Электросвязь. 1976. № 3. С. 1–6.

Mirkin Vladimir V. (Tomsk State University, Russia). E-mail: vvmvvcv@gmail.com

### WAYS OF MODERNIZATION OF THE CITY TELEPHONE NETWORKS OF THE USSR IN THE POST-WAR PERIOD (1945-1965).

**Keywords:** telephone communication, wire communication facilities, automatic telephone system, cable systems, linear communication facilities.

Based on a wide range of literature and sources, the author of the article sets a goal - to analyze the main ways of modernizing urban telephone communications during the first post-war five-year plans. To achieve this goal, several tasks are being accomplished. In particular, the role of telephone communication in the post-war period is determined within the national economic complex of the country as a whole. In the post-war era, telephone communication had evolved into an integral element of material production: technological processes, scientific research, the process of industrial co-operation, production management, etc. In addition, the typology of urban telephone networks (UTN) of this period is determined: the UTN was built and developed on the basis of centralized or decentralized system - thus, in their structure, they were divided into non-zoned and zoned.

The key goal of the article is to analyze the technological evolution of telephone communications, namely: progress in the field of automatic telephone systems (ATS). The pre-war machine system of the automatic telephone systems, in spite of its high performance indicators, was considered technologically too complicated and time-consuming, and its mass production was considered inexpedient. It was replaced by the next generation of automatic telephone systems - stations of a ten-step system. However, in the process of the evolution of urban telephone networks, the drawbacks inherent in the ten-step systems were more and more affected. The analysis of various commutation systems revealed the expediency of using a coordinate connector, which led to the creation of a new type of automatic telephone systems - coordinate. Further modernization of the ATS coordinate system was carried out in two directions: first, the use of exclusively relay control; secondly, management based on electronic technology (mechanical-electronic automatic telephone exchange). The author emphasizes that despite the successes of research and development, the positive experience of operating coordinate systems, the quantitative growth of the country's telephone network until the late 1970s was implemented mainly on the basis of switching equipment of a ten-step system and only partially based on the introduction of coordinate systems.

Thus, the author comes to the conclusion that the main directions of the post-war modernization of the UTN were: a gradual transition from manual to automatic systems, the introduction of more advanced step and coordinate systems of ATS, and wide-scale cabling of the linear systems. Analysis of the literature allows us to conclude that during the first postwar five-year plans, technological topology and the logical structure of the UTN developed, which almost unchanged existed until the end of the 20th century. At the same time, it is obvious that the country was only at the very beginning of a long way of modernization of telephone networks. It was necessary to automate the processes of servicing switching systems of UTN and network management; optimize the existing structure of the UTN. Along with the development of technical facilities and a quantitative increase in capacity, the communicators were faced with the task of improving the technical operation of equipment and servicing the population.

#### REFERENCES

1. Berlin, B.Z., Brisker, A.S., Vasilyeva, L.S. et al. (1987) *Gorodskaya telefonnaya svyaz': Spravochnik* [Urban Telephone Communication: A Reference Book]. Moscow: Radio i svyaz'.
2. Russian Federation. (1988) *GOST 19472-88. Sistema avtomatizirovannoy telefonnoy svyazi obshchegosudarstvennaya. Terminy i opredeleniya. Vvedon v deystviye 01.01.1990* [GOST 19472-88. National system of automated telephone communication. Terms and Definitions. Entered into force on January 1, 1990]. Moscow: (s.n.).
3. Golubtsov, I.Ye. & Pavlovskiy, I.Ye. (1970) *Gorodskaya i sel'skaya telefonnaya svyaz'* [City and rural telephone communication]. *Elektrosvyaz'*. 4. pp. 9–14.
4. Central Committee of the CPSU (b). (1948) *Voprosy razvitiya transporta i svyazi v SSSR* [The development of transport and communications in the USSR]. Moscow: VPSH pri TSK VKP(b).
5. Sergeychuk, K.Ya. (1946) *Razvitiye sredstv svyazi v novoy stalinskoj pyatiletke* [Development of communications in the new Stalin five-year plan]. *Vestnik svyazi. Elektrosvyaz'*. 4–5. pp. 1–3.
6. Psurtsev, N.D. (1967) *Razvitiye svyazi v SSSR. 1917–1967* [Development of communications in the USSR. 1917–1967]. Moscow: Svyaz'.
7. Kosarev, M.A., Shchukin, M.N., Telmanova, I.Z. & Butorina, Ye.B. (2000) *Vremya svyazuyushchaya nit'. Stranitsy istorii Novosibirskoy gorodskoy telefonnoy seti* [Time-connecting thread. Pages of the History of the Novosibirsk City Telephone Network]. Novosibirsk: Sibirskaya gornitsa.
8. Desyatskiy, V.S. (2000) *Istoriya elektrosvyazi Tomskoy oblasti (ot proshlogo k nastoyashchemu)* [History of Telecommunications of Tomsk Region (From Past to Present)]. Tomsk: Spektr.
9. The State Archives of Tomsk Region. (1963) *Poyasnitel'naya zapiska k godovomu proizvodstvennomu otchotu po gorodskoy telefonnoy svyazi za 1963 g.* [Explanatory note to the annual production report on city telephone communication for 1963]. Fund R-1134. List 2. File 396.
10. Anosovich, B.F. (1965) *Vysokochastotnaya svyaz' po kabel'nym liniyam* [High-frequency communication via cable lines]. In: Fortushenko, A.D. (ed.) *70 let radio* [70 years of radio]. Moscow: Svyaz'. pp. 293–314.
11. Mazel, S.I. (1951) *Mekhanizatsiya zemlyanykh rabot na stroitel'stve gorodskikh telefonnykh setey* [Mechanization of earthworks on the construction of urban telephone networks]. *Vestnik svyazi*. 12. pp. 15.
12. Alekseyev, V.I., Tomchin, B.Z. & Sharle, D.L. (1973) *Kabel'nyye linii gorodskikh telefonnykh setey* [Cable lines of urban telephone networks]. Moscow: Svyaz'.
13. Bachelis, D.S., Belorussov, N.I. & Saakyan, A.Ye. (1958) *Elektricheskiye kabeli, provoda i shnury* [Electrical cables, wires and cords]. Moscow; Leningrad: Gosenergoizdat.
14. Glinka, V.I. (1976) *Problemy razvitiya telefonnoy svyazi v SSSR* [Problems of the development of telephone communications in the USSR]. *Elektrosvyaz'*. 3. pp. 1–6.