

“Гигант радиоинженерной мысли”

К 105-летию со дня рождения В.А. Котельникова –
основоположника отечественной науки секретной связи

Г. Емельянов, Л.Бутырский, Д.Ларин



ВУНДЕРКИНД-САМОУЧКА

Выдающийся советский и российский учёный, инженер, педагог и организатор науки и образования, один из основоположников радиофизики, радиотехники, информатики, радиоастрономии и отечественной криптографии В.А. Котельников родился 10 сентября 1908 года в Казани. Его дед и отец были профессорами Казанского университета. К 6 годам маленький Володя уже хорошо читал, писал, освоил начальные курсы арифметики, алгебры, геометрии.

В суровые годы I Мировой войны, Октябрьской революции, Гражданской войны семья Котельникова переезжала из города в город, и его дальнейшее образование продолжалось самостоятельно по домашним книгам, а школьная учеба составила только 3 последних класса. Увлекаясь радиотехникой, Владимир в 1926 году поступил на электротехнический факультет МВТУ им. Н.Э. Баумана и одновременно посещал слушателем интересующие его курсы физико-математического факультета МГУ.

В 1930 году по окончании электротехнического факультета Московского энергетического института (МЭИ), который в это время выделился из МВТУ, был принят на работу инженером в НИИ связи Красной армии. В 1931 году был зачислен в аспирантуру МЭИ, и одновременно последовательно работал лаборантом, ассистентом, доцентом, а также начальником лаборатории и главным инженером по радио в Центральном научно-исследовательском институте связи Народного комиссариата почт и телеграфов (НИИС НКПиТ) [14,

ОПЕРЕЖАЮЩЕЕ ОТКРЫТИЕ

В 1924 году инженер-электрик швед Г. Найквист, работавший над вопросами теории передачи телеграфных сигналов, описал фундаментальную теорему отсчётов, согласно которой частота отсчётов должна, по крайней мере, в 2 раза превышать верхнюю частоту спектра передаваемого сигнала F . В это же время немецкий ученый Р. Кумфнер независимо вывел важнейшую закономерность в теории связи: $N \geq 2FT$, где N – число отсчётов, которое необходимо для представления временного отрезка сигнала длительностью T , а F – полоса частот, занимаемая телеграфным сигналом. Следует отметить, что эта теорема как один из частных математических результатов теории интерполяции функций была открыта в начале XX века английскими математиками Э.Т. Уиттекером и Дж.М. Уиттекером [8].

В 1933 году эта теорема была существенно обобщена В.А. Котельниковым, который математически точно доказал: потери информации не происходит, если любой непрерывный сигнал $s(t)$ со спектром, ограниченным частотой F , преобразуется в дискретную последовательность импульсов, следующих с интервалом $T=1/2Fc$. В этом случае по сигналу $s(iTi)$ можно восстановить исходный $s(t)$. Эта зависимость была самостоятельно выявлена К.Э. Шенноном в 1949 году.

Обобщённая теорема имеет для техники связи исключительное значение. Это крупнейшее научное достижение, положившее начало теории информации, цифровым системам передачи сообщений, управления, кодирования и обработки информации, по праву связывают с именами В.А. Котельникова и К.Э. Шеннона, и в мировой литературе закрепилось её название как теоремы Уиттекера – Котельникова – Шеннона (УКШ).

Однако понимание специалистами фундаментальности сделанного В.А. Котельниковым открытия пришло не сразу. Доклад «О пропускной способности эфира и проволоки» был опубликован в 1933 году в книге «Материалы по радиосвязи к I Всесоюзному съезду по вопросам технической реконструкции связи», изданной малым тиражом Всесоюзным энергетическим комитетом. Попытка В.А. Котельникова опубликовать статью на эту тему в общесоюзном журнале «Электричество» окончилась неудачно. Статья была отклонена, поскольку, как было указано в рецензии, она «не представляет интереса для широкого круга инженеров, а портфель редакции переполнен» [5, 10].

В 30 лет без защиты диссертации ему присуждена степень кандидата технических наук. В 1941 году В.А. Котельниковым были сформулированы технические принципы построения стойкой (недешифруемой) системы засекречивания сигналов, в которой каждый знак сообщения будет засекречиваться выбираемым равновероятно знаком шифра. Такая система должна быть цифровой, а преобразование аналогового сигнала в цифровую форму должно основываться на теореме отсчётов. Но такая аппаратура начала создаваться только после войны [2].

В СПЕЦЛАБОРАТОРИЯХ

Ещё в 1931 году в Народном комиссариате почт и телеграфов СССР организационно была оформлена группа из 5-10 человек, начавшая в лаборатории завода «Красная Заря», которой руководили К.П. Егоров и Г.В. Старицын, разработку засекречивающей телефонной аппаратуры для коротковолновой линии связи Москва – Хабаровск. Этот коллектив с 1936 года работал по заданиям правительственной ВЧ-связи, и за 2 года завод выпустил 262 аппарата в основном с инверсией спектра речи. Об интересе В.А. Котельникова к методам засекречивания телефонных переговоров свидетельствует полученное им в 1935 году авторское свидетельство № 44963 на «Способ сдвига и перевертывания частотного спектра».

Во второй половине 1930-х годов В.А. Котельников руководит в НИИС НКС созданием многоканальной телефонно-телеграфной аппаратуры радиосвязи с одной боковой полосой частот. В этой работе над секретной телефонией принимали участие А.Л. Минц, К.П. Егоров, В.К. Виторский. Аппаратура, разработанная группой В.А. Котельникова, спешно эксплуатировалась на линии Москва – Хабаровск самими разработчиками (М. Шестаков, Ю. Волчков, Л. Скойбеда). Позднее в 1938-39 годах в ЦНИИС под руководством Н.Н. Котельникова были созданы 2 лаборатории засекречивания телеграфной и телефонной информации. Большая часть лаборатории была укомплектована инженерами, только что окончившими институт связи или завершающими учебу на этапе дипломного проекта, который они защищали по тематике своей новой работы.

В начальный период формирования телефонной лаборатории в ней работали Ю.Я. Волошенко, Д.П. Горелов, М.Л. Дайчик, Г. Двойневский, А.Я. Захарова, К.Ф. Калачев, Н.Н. Коробков, Р. Лейтес, В.А. Малахов, В.Н. Мелков, Н.Н. Найденов, А.П. Петерсон, А.М. Трахтман, Н.А. Тюрин, В.Б. Штейншлегер и другие учёные и инженеры. В начале 1950-х годов большинство из них стали ведущими специалистами в новых институтах, разрабатывавших шифрующую аппаратуру.

Постепенное развитие каналов электросвязи до и во время Великой Отечественной войны 1941 – 1945 гг. потребовало в СССР перехода от медленных систем предварительного шифрования текстов к линейному, синхронному засекречиванию телефонных и радиопереговоров в процессе связи. Поскольку сообщения, передаваемые по однополосной линии связи, легко могли быть перехвачены иностранной разведкой, В.А. Котельникову было поручено решение важной государственной задачи – создание шифратора для засекречивания речевых сигналов с повышенной стойкостью к дешифровке их противником.

ВСЁ ДЛЯ ФРОНТА

Заказчиком аппаратуры был отдел правительственной ВЧ-связи. В московском ЦНИИС во второй половине 1938 года была завершена разработка и проведены испытания аппаратуры сложного засекречивания «С-1», она же «Соболь-1». Позднее, к концу 1941 года, когда Ленинград оказался в блокаде, цех завода «Красная заря» – база производства аппаратуры связи – был экстренно эвакуирован в Уфу, где был создан завод № 697 Наркомата электропромышленности СССР.

Разработка шифратора имела оборонное значение, и для её завершения часть лаборатории В.А. Котельникова была также эвакуирована в Уфу. Там её сотрудники объединились с группой специалистов, занимавшихся подобной разработкой на заводе «Красная заря» в Ленинграде, и вошли в состав Государственного союзного производственно-экспериментального института (ГСПЭИ-56) Наркомата электропромышленности. В другой части лаборатории, переданной в 4-й отдел НКГБ Ленинградской области, был изготовлен образец малогабаритной переносной (20 кг) каналообразующей аппаратуры со встроенным шифратором, успешно испытанной в 1941 году.

Сотрудники специальной лаборатории В.А. Котельникова через год изготовили на заводе № 697 для секретной КВ-радиотелефонии несколько образцов оборудования «Соболь-П». Это была самая сложная из аппаратуры засекречивания переговоров по радиоканалам, разрабатывавшейся в СССР. В этом аппарате телефонного засекречивания применялись 2 последовательных преобразования электрических сигналов речи. Первый – временные задержки участков речи с помощью кратковременной динамической памяти на магнитном барабане (на 0, 100 или 200 миллисекунд). Второй – кольцевая инверсия спектра речи на 8 различных частотных состояний с шагом 250 Гц.

Управление частотными и временными перестановками сегментов речи на передаче и приёме осуществлялось шифратором, генерировавшим 10 раз в секунду 5 бит «случайной» гаммы, идентичной на приёме и передаче. Для генерирования шифрграмм на передаче и приёме применялся трансмиттер с 5-рядной перфорированной телеграфной лентой со случайно нанесёнными на неё отверстиями.

Специальная комиссия установила, что эта аппаратура позволяет вести по радиоканалам совершенно секретные переговоры, но с невысоким уровнем речевой разборчивости. Сложные механические узлы – магнитные барабаны линии задержки для выпускаемой в Уфе аппаратуры «Соболь» производились в осажденном Ленинграде на приборостроительном заводе № 209 им. А.А. Кулакова и переправлялись через линию фронта самолетами ^[4, 9].

Лаборатория В.А. Котельникова в 1943 году сначала была передана в отдел правительственной связи (ОПС НКВД СССР), а затем в лабораторию специальной техники (ЛСТ 4СО НКВД), которой руководил А.Л. Минц. В 1946 году произошла обратная передача в ОПС НКВД СССР и, наконец, после 6 реорганизаций и передач из ведомства в ведомство в 1948 году создаётся

легендарная «Марфинская» лаборатория ^[9].

К первому периоду войны относится также разработка портативной засекречивающей аппаратуры СИ-15 («Синица»). Её аналог – «Снегирь» (САУ-16), исполненный в виде чемодана, использовался в основном при выездах командующих фронтами и представителей Ставки Верховного Главнокомандования в пункты, не имеющие ВЧ-станций ^[3].

«СОБОЛЬ» И «СОВА», «ВОЛГА» И «НЕВА»

Аппараты шифрования КВ радиотелефонных переговоров «Соболь-П» получили боевое крещение в конце 1942 году на линии связи Москва – Тбилиси, заменяя нарушенную немцами проводную связь со штабом Закавказского фронта. Эта радиосвязь была прекращена только после строительства новой линии проводной связи протяжённостью 1315 км, проходившей по пустынному побережью Каспийского моря. Затем аппаратурой «Соболь-П» были оборудованы опытные магистральные радиотелефонные связи Москвы с Хабаровском и штабами 2-го Украинского, 1-го Белорусского и 2-го Прибалтийского фронтов. По каналам связи, оборудованным аппаратурой «Соболь-П» разрешалась передача совершенно секретных донесений и приказов ^[17].

Для телефонной связи Ставки Верховного Главнокомандования с фронтами по коротковолновым каналам использовались шифраторы «С-1», а по проводным – «Сова» и «Нева». Эти засекречивающие аппараты сложной схемы кодирования были предназначены для использования на всех высокочастотных каналах правительственной связи. Для тыловых каналов стационарной сети правительственной ВЧ-связи применялась засекречивающая аппаратура сложной схемы «Волга-С». Аппаратура «Нева» работала на проводных линиях связи Москвы с 1-м Белорусским и 2-м Белорусским фронтами.

Эта техника засекречивания использовалась во время проведения Тегеранской, Ялтинской и Потсдамской конференций глав трёх стран. А также для связи с Москвой нашей делегации во время принятия капитуляции Германии в мае 1945 года. Аппараты «Соболь- II» и «Нева» продолжительное время применялись на связи Москвы с Хельсинки, Парижем и Веной в период проведения переговоров по заключению мирных договоров после окончания Второй мировой войны ^[14, 15].

Шифраторов «Соболь-II» было выпущено около полусотни экземпляров, а всего за 3 года войны и позднее в общей сложности на линиях связи использовались 2024 аппарата засекречивания, в основном типа инвертора спектра. Виднейшие военачальники периода Отечественной войны Г.К. Жуков, И.С. Конев, И.Т. Пересыпкин, А.Е. Еременко, В.И. Чуйков в ряде публикаций говорят о хорошей работе правительственной связи. Спецслужбой не зафиксировано фактов дешифрования переговоров, засекреченных сложной шифрующей отечественной аппаратурой. Так, в послевоенные годы на связи Париж – Москва передачи с аппаратурой «Соболь-II» забивались помехами, а не перехватывались для дешифрования.

В период 1930–1945 годов крупные немецкие фирмы AEG, Telefunken и Siemens разработали до 15 типов телефонных шифраторов и изготовили 2180 экземпляров, но все они имели ограниченную стойкость против дешифрования^[9]. За создание наиболее сложной отечественной аппаратуры засекречивания речи группе разработчиков (Д.П. Горелову, Н.Н. Найденову, И.С. Нейману, А.М. Трахтману) и В.А. Котельникову в 1943 и 1946 годах присуждали Сталинские премии I степени^[6, 7 17, 23].

В лаборатории В.А. Котельникова проводились также исследования возможностей создания аппаратуры засекречивания с использованием принципа полосного вокодера – выделения основного тона речи, открытого в 1939 году американским инженером Г. Дадли. Работа была доведена до действующего макета, который был испытан и продемонстрировал возможность использования этого принципа для сжатия речевого сигнала. В ходе работы В.А. Котельниковым был также предложен и опробован принцип артикуляционного тестирования систем передачи речи, впоследствии усовершенствованный и широко применяющийся до настоящего времени.

ИДЕАЛЬНОЕ – НЕДЕШИФРУЕМОЕ

В первые послевоенные годы коллектив специалистов, работавший в ГСПЭИ № 56, был практически расформирован. Большинство сотрудников завода «Красная Заря» возвратились в Ленинград, сотрудники лаборатории В.А. Котельникова были переведены в отдел правительственной связи (ОПС) МГБ СССР, а сам стал работать в МЭИ. В 1946 году в институте В.А. Котельников воссоздает и возглавляет кафедру «Теоретические основы радиотехники (ТОР)», которой руководит в течение 36 лет. Докторская диссертация «Теория потенциальной помехоустойчивости», опередившая своё время, стала краеугольным камнем современной теории связи^[12, 13].

В результате переговоров руководства МВД и МГБ СССР с рабочей группой специалистов, возглавленной В.А. Котельниковым и А.Л. Минцем (будущими академиками), в январе 1948 года вышло постановление Совета Министров СССР о создании «Марфинской» специальной лаборатории №8. Её сотрудники штатной численностью 490 человек должны были разрабатывать новую аппаратуру засекречивания, с гарантированной стойкостью, телефонных переговоров. Для теоретической разработки всех вопросов стойкости телефонных шифраторов привлекались также ведущие криптографы из 6 управления МГБ СССР.

Ввиду больших технических и эксплуатационных проблем практической реализации идеального (недешифруемого, по В.А. Котельникову – К.Э. Шеннону) засекречивания стали разрабатываться «практически стойкие» системы шифрования. К ним относилась, в частности, аппаратура «М-803» для шифрования речевого сигнала, клипированного и дискретизированного с частотой 4500 Гц. В качестве генератора шифграммы в ней использовалась роторная механическая криптомашина.

Опыт работы 1948–1949 годов показал, что разрабатываемая аппаратура типа «М-803» будет сложнейшим комплексом электронно-вакуумных и точных

механических приборов. Уже в это время стало ясно, что надо создавать новую отрасль промышленности, комплекс тонких технологий, и конструировать специальные контрольно-измерительные приборы для обеспечения успешной эксплуатации аппаратуры – проведения профилактических работ.

В 1951 году было выпущено 22, в 1952 году планировалось изготовить дополнительно 32 полукомплекта «М-803». Достижения коллектива «Марфинской» лаборатории были высоко оценены Постановлением Совета Министров СССР. Весь штатный состав был награждён денежными премиями. Пятерым ведущим работникам (Ф.Ф. Железову, А.П. Петерсону, Ю.Я. Волошенко, К.Ф. Калачеву и А.М. Наносу) были присуждены учёные степени кандидатов технических наук, а руководителю разработки А.М. Васильеву – доктора технических наук.

Вместе с тем Постановлением Совета Министров СССР, в связи с недостаточностью ресурсов лаборатории, работы по перспективной вокодерной аппаратуре «М-809» были прекращены ещё в 1950 году. Специалистов перенацелили на создание аппаратуры временной стойкости «М-503», которая исключала возможность прямого прослушивания передачи по каналу связи. Постановлением Совмина СССР от 12 января 1952 года «О разработке аппаратуры для засекречивания телефонных переговоров» в ГУСС при ЦК ВКП(б), в основном на базе «Марфинской» лаборатории, создаётся институт со штатом в 700 человек, получивший название НИИ-2 или предприятие п/я 37 ^[24].

АППАРАТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Сразу после выхода решения о его создании в ГУСС НИИ-2 распоряжением Совмина СССР была создана комиссия, в которую входил и В.А. Котельников. В акте комиссия отметила недостаточное качество речи, восстановленной в системе «М-803-3». Прослушав образцы работы аппаратуры «М-803-5», комиссия признала это устройство приемлемым для использования на зарубежных линиях ВЧ-связи, и рекомендовала провести испытания опытных образцов. По аппаратуре временной стойкости «М-503» комиссия сделала вывод о её пригодности для использования на внутренних линиях связи ^[9].

В период 1952–1957 гг. помимо НИИ-2, переименованного в 1966 г. в НИИ автоматики, были созданы и начали функционировать промышленные научно-исследовательские и проектные организации, в том числе ОКБ при заводе ВЭМ в Пензе и при заводе КЭМЗ в Калуге. Они включились в разработку и обеспечение промышленного выпуска аппаратуры криптографической защиты телефонных переговоров и телеграфной информации.

Несмотря на принятые меры, всё ещё имело место несоответствие между потребностями заказчиков – Министерства обороны, КГБ СССР, других ведомств – и возможностями промышленности. Учитывая это, в Пензе в 1958 году был образован дублер п/я 37 – НИИ-3, с 1964 года назначенный головным предприятием разработки аппаратуры шифрования телеграфной информации и данных ^[27].

В 1950 – 1960 годы были созданы шифровальные аппараты первого

поколения, позволявшие защищать информацию, передаваемую по телефонным и коротковолновым каналам связи: «М-803-5», «Лиана», «Алмаз», «Ландыш», «Сирена», «КУ-ЛС», «Север-М», «Лотос-В», «Булава» и другие^[16, 18]. В дальнейшем разрабатываются специальные комплексы технических средств засекречивания связи и управления: «Кавказ», «Роса» и «Интерьер»^[19].

В.А. Котельников, будучи с 1954 по 1988 год директором Института радиотехники и электроники АН СССР, а также позднее всё время был в курсе достижений отечественной техники засекреченной телефонной связи. Благодаря его инициативе, а также других членов Российской Академии наук и крупных учёных, 5 июня 1992 года Указом Президента РФ была образована Академия криптографии России.

КОНВЕРСИЯ КРИПТОГРАФИИ

В 1993 году во исполнение Указа Президента РФ от 18 марта 1993 года №371 было создано Российское государственное научно-производственное объединение РГНПО «Автоматика». На него возложили функции управления целым рядом входящих в его состав самостоятельных федеральных государственных унитарных предприятий: (ФГУП) «НИИА» (Москва), «ПНИЭИ» (Пенза), «НИИСИИС» (Ростов-на-Дону), ППО «Электроприбор», «КЭМЗ» и «Калугаприбор» (Калуга), БПО «Прогресс», УЗМ «Магнетрон» (Уфа), НИИ ПТ «Растр» (Великий Новгород) и «Информакустика» (Санкт-Петербург)^[26].

В 2000 годах в РГНПО разрабатывают семейство технических средств специальной связи, реализующее качественно новые принципы и технологии создания шифраппаратов. Функциональные узлы спецаппаратов – речепреобразующих устройств, спецблоков, модемов – создаются на основе методов цифровой обработки сигналов, а реализуются на вычислителях реального времени.

В этот период на базе новых технических средств созданы и введены в эксплуатацию защищённые сети и системы связи в обширном ряде отечественных ведомств и компаний: в Государственной думе РФ, Счётной палате РФ, Таможенном комитете, Банке России, Минобороны РФ, ФСБ России, МВД России, в Росатоме, ОАО «РЖД», «Лукойл» и других^[21].

В XXI веке российские предприятия предлагают как на отечественных, так и на зарубежных рынках широкую линейку сертифицированных моделей офисных, мобильных и универсальных телефонов, которые обеспечивают высокий уровень криптографической защиты переговоров, передачи цифровых данных и факсимильной информации.

Для защиты телефонных переговоров и цифровой информации также предлагаются малогабаритные криптографические приставки. Оформленные в виде подставки под телефонный аппарат устройства включаются между телефоном/факсом и абонентской линией.

Из множества продукции этого рода можно привести примеры шифрующей аппаратуры 3 основных классов, которая способна успешно конкурировать с изделиями ведущих западных производителей:

I **Настольные офисные абонентские модели со встроенным шифратором, гарнитуры к ним:** Е-20/-20М, Е-41, Е-57, Е-58, «Искра-А», «Гамма-М/-М1», «AncVoice Coder-2400», «Факел», «Референт СКР-511», «Фрактал-1/-2», «Фрактал IP», «Фрактал ISDN», «ТЕЛТА-214-30», «STD-1А».

II **Криптозащищённые приставки, модули и программно-аппаратные продукты:** SCR-М 1.2, «Криптон-4М7/-4/-8/-9», ANCRYPT, «Факел-Ф/-К», «Талисман PSTN/-К», «Партизан-АТ», «Фрактал», «Монолит», «Voice Coder-АТ», ТЕЛТА, «Референт-Mini-Pro-F/-ПДА» и другие.

III **Спецтелефоны, беспроводные системы, гарнитуры и программные решения к мобильным телефонам в сетях сотовой связи GSM и DECT:** криптосмартфон ANCORT А-7, М-539/-549, «MP-АТЛАС/-АТЛАС-2», «Референт GSM», семейство «Талисман-Тензор/-395/-R-750/-GSM-B», Voice Coder Mobile (VCM), «Фрактал GSM BL».



*«Гамма-М1», ТЕЛТА-214-30, «Монолит» И «Талисман К-750 GSM»
(Sony Ericsson 750i с криптомодулем)*

К МОДЕЛЬНОЙ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ

В 1953 году В.А. Котельников избирается действительным членом АН СССР, минуя ступень члена-корреспондента. В 2000 году за фундаментальный вклад в теорию связи В.А. Котельников награждается IEEE золотой медалью им. А.Г. Белла, а также почётной наградой IEEE – Millenium Medal for Outstanding Achievements and Contributions. «Академик Котельников – выдающийся герой современности. Его заслуги признаются во всём мире. Перед нами гигант радиоинженерной мысли, который внёс самый существенный вклад в развитие радиосвязи», – так высоко оценил научные заслуги В.А. Котельникова президент IEEE профессор Брюс Айзенштайн ^[5]. Завершился творческий путь Владимира Александровича на 97 году жизни работой «Модельная квантовая механика», опубликованной в 2008 году уже после смерти академика.



Золотые медали к премиям имени И.В. Сталина, В.И. Ленина, А.С. Попова, М.В. Ломоносова, М.В. Келдыша, А.Г. Белла.

За свои научные заслуги В.А. Котельников был удостоен 31 высокой государственной награды, среди которых 2 ордена «За заслуги перед отечеством» I и II степени, 2 звезды «Героя Социалистического труда» (1969, 1978), 6 Орденов Ленина, два Ордена Трудового Красного Знамени, ордена Почёта и Знак Почёта, 2 Сталинские премии I степени (1943, 1946), Ленинская премия (1964), премия Совета министров СССР, премия Международного научного фонда Э. Рейна «За фундаментальные исследования», премия фон Кармана, 17 престижных международных и зарубежных медалей, премий и знаков отличия.

Его имя носит военно-морское судно «Владимир Котельников», Институт радиотехники и электроники РАН, Институт радиотехники и электроники МЭИ (технического университета)^[2, 14].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Академик Владимир Александрович Котельников (К 90-летию со дня рождения). Радиотехника, №8, 1998.
- 2 **Андреев Н.Н., Петерсон А.П., Прянишников К.В., Старовойтов А.В.** Основоположник отечественной засекреченной телефонной связи. Радиотехника, №8, 1998.
- 3 **Астрахан В.И., Павлов В.В., Чернега В.Г., Чернявский Б.Г.** Правительственная электросвязь в истории России. Часть I (1917-1945). М., Наука, 2001.
- 4 **Бутырский Л.С., Ларин Д.А., Шанкин Г.П.** Криптографический фронт Великой Отечественной. Монография. М.: Гелиос АРВ, 2012.
- 5 **Быховский М.А.** Круги памяти (Очерки истории развития радиосвязи и вещания в XX столетии). Серия изданий «История электросвязи и радиотехники», вып. 1. М. Информационно-технический центр «Мобильные коммуникации», 2001.
- 6 **Быховский М.А.** Жизнь, наполненная умопостижением и действием. К 95-летию Владимира Александровича Котельникова. «Электросвязь», № 9, 2003г., стр. 43.
- 7 **Быховский М.А.** и др. «В.А.Котельников и его влияние на научные исследования и разработки ученых НИИР». Электросвязь, №11, 2003, с.79.
- 8 **Быховский М.А.** Пионеры информационного века. История развития

техники связи. М. Изд. Техносфера, 2006 г., 376с.

9 **Калачев К.Ф.** В круге третьем. Москва, 1999.

10 **Котельников В.А.** О пропускной способности эфира и проволоки в электросвязи — Всесоюзный энергетический комитет // Материалы к I Всесоюзному съезду по вопросам технической реконструкции дела связи и развития слаботочной промышленности, 1933.

11 **Котельников В.А.** Проблемы помехоустойчивой радиосвязи. Радиотехнический сборник, Госэнергоиздат, 1947.

12 **Котельников В.А.** Теория потенциальной помехоустойчивости. Радио и связь, 1956, 1998, 152 с.

13 **Kotel'nikov V.A.** The Theory of Optimum Noise Immunity. McGraw-Hill Book Co., 1959. — 140 pp.

14 **Котельникова Н.В.** К 100-летию со дня рождения академика Котельникова Владимира Александровича, 2008 г.
www.cplire.ru/alt/Kotelnikov/biography.html

15 **Котельникова Н.В.** Судьба, охватившая век в 2т. Издатель: Физико-математическая литература, 2011, 546с.

16 **Крохмаль В.М.** О предприятии. Запорожское государственное предприятие “Радиоприбор” 1951-2001.

http://radiopribor.narod.ru/About_company/index.html

17 **Мозохин О.Б.** Органы государственной безопасности СССР в годы Великой отечественной войны. Том 5 – Книга вторая (01.07.1944 г.— 31.12.1944 г.), 2010 г. <http://mozohin.ru/article/a-181.mht>

18 **Рузайкин Г.И.** Тайны Марфинской обители. Открытые системы, №07-08, 2002г.

19 **Рузайкин Г.И.** Отечественные криптографические технологии. “Computerworld Россия”, №47, 2002 г.

20 **Сачков В.Н.** Котельников и отечественная шифрованная связь. Успехи физических наук, №176, с.775-777. http://ufn.ru/ufn06/ufn06_7/russian/r067h.pdf

21 **Чачин П.** НИИ автоматики отмечает полувековой юбилей. PC Week/RE, №46, 10.12.2002, стр.22.

22 Юбилей отечественных криптографических технологий. Открытые системы, №12, 2002 г. <http://www.osp.ru/os/2002/12/182368>

23 http://ru.wikipedia.org/wiki/Котельников_Владимир_Александрович

24 <http://nii.ru/document/history.htm>

25 <http://nii.ru/document/gammam1.htm>

26 <http://nii.ru/document/OurPartners.htm>

27 <http://пниэу.рф/about/history.htm>

28 <http://пниэу.рф/activity/production.htm>