

УДК 621.37-621.39(091)

Выбор тренда развития *Bell System* в начале XX века

Пестриков В. М.

*Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения
ул. Правды, 13, Санкт-Петербург, 191119, Российская Федерация
pvm205@yandex.ru*

Получено: 22 мая 2022 г.

Отрецензировано: 5 июня 2022 г.

Принято к публикации: 5 июня 2022 г.

Аннотация: *Исследован выбор тренда развития Bell System в начале 20 века в условиях жесткой конкуренции на рынке телефонной связи и экономического кризиса 1907 г. в США. Подробно показана перестройка научно-технической деятельности компании Bell, которая способствовала привлечению инноваций и сосредоточению расходов на научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы. Это позволило в дальнейшем создать условия для разработки телефонного лампового репитера и приступить к прокладке трансконтинентальной телефонной линии Нью-Йорк — Сан-Франциско. Отмечено, что выход компании на лидирующие позиции в телефонном бизнесе связан в значительной степени с привлечением к выполнению проекта талантливых ученых и инженеров.*

Ключевые слова: *Bell System, AT&T, экономический кризис 1907 г., Хаммонд В. Хейс, Джон Дж. Карти, Фрэнк Б. Джеветт, репитер, телефонная линия Нью-Йорк — Сан-Франциско, исследовательская группа Колпиттса.*

Для цитирования (ГОСТ 7.0.5—2008): Пестриков В. М. Выбор тренда развития Bell System в начале XX века // *Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии*. 2022. Т. 5, № 3. С. 395—427.

Для цитирования (ГОСТ 7.0.100—2018): Пестриков, В. М. Выбор тренда развития Bell System в начале XX века / В. М. Пестриков // *Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии*. — 2022. — Т. 5, № 3. — С. 395—427.

1. Введение

AT&T (American Telephone & Telegraph Co.) столкнулась с конкуренцией в 1893 и 1894 годах, когда истек срок действия патентов на телефон Белла. В конкурентную борьбу вступили многие появившиеся незави-

симые телефонные компании. К 1900 году почти 6000 новых компаний обслуживали почти 600000 клиентов в США.

Стремясь противостоять этой конкуренции, *AT&T*, будучи теперь центральной холдинговой компанией всей *Bell System*, чрезмерно расширила свои финансовые возможности, но не сумела ни заблокировать продвижение независимых компаний, ни поддерживать особенно высокое качество обслуживания [1]. Борьба против независимых компаний сказалась на общественной репутации *Bell System* и ослабила ее политическое положение, которое и без того было шатким в том, что касалось федеральной антимонопольной политики.

В 1881 году *AT&T* провела первые организационные мероприятия в технической деятельности и создала два отдела: электротехнический и патентный. Электротехнический отдел занимался экспериментальными и общими электротехническими работами. Этот отдел отражал реорганизацию деятельности *Bell System* после урегулирования в 1879 году взаимоотношений с *Western Union*, и когда его деятельность находилась под непосредственным руководством в тот период времени Теодора Н. Вейла (*Theodore Newton Vail*, 16.07.1845—16.04.1920), генерального директора (*General Manager*) *Bell Telephone Company* (1878—1887). Эта ранняя организация технической деятельности *Bell System* была направлена в большей степени на разработку или покупку патентов, которые должны были усилить ее патентный контроль в области телефонии и сделать доступными такие телефонные услуги, которые можно было бы использовать с прибылью.

13 марта 1879 г. была зарегистрирована *National Bell Telephone Co.* (позже переименованная в *American Telephone & Telegraph Co.*), объединившая компанию Белла и *New England Telephone Co.* под председательством президента Уильяма Форбса (*William Hathaway Forbes*, 1840—1897), зятя Ральфа Эмерсона (*Ralph Walso Emerson*) и лидера группы бостонских инвесторов.

У Вейла было свое видение телефонной отрасли и ее потенциала. Он воплотил это видение в жизнь благодаря своему сильному деловому чутью. Вейл считал, что телефон должен быть настолько доступным, чтобы развитие национальной телефонной системы могло принести пользу всем — концепция универсального обслуживания была очевидна Вейлу уже тогда. Он был убежден, что деньги — это только средство для развития системы, и хотел, чтобы в компанию было вложено как можно больше денег. Взгляды Вейла противоречили воззрениям Уильяма Форбса, в то время президента компании (1879—1887). Форбс считал, что щедрые дивиденды для акционеров должны быть главным приоритетом компании.

Вместо того, чтобы сделать выбор между своим видением компании и позицией сотрудника, Вейл в 1887 году ушел в отставку. Хотя другие руководители компании разделяли взгляды Вейла, только 20 лет спустя его попросили вернуться, но уже в качестве президента.

2. Преобразования в компании AT&T

Организация инженерной деятельности, установленная в 1881 г., к 1883 г. претерпела изменения: в дополнение к двум отделам был организован экспериментальный цех. Патентная деятельность была полностью отделена от электротехнического отдела. В июне 1884 г. название созданной организационной структуры было изменено на «Механический отдел». Некоторые основные технические функции электротехнического отдела были переданы новому отделу, который стал известен как механический отдел в Бостоне. Во главе механического отдела был поставлен изобретатель телефонного коммутатора Эзра Т. Гиллиленд¹ (*Ezra Torrance Gilliland*, 17.06.1845—13.05.1903, рис. 1). Гиллиленд ушел в отставку в ноябре 1885 года, когда отделу было всего около года. Заведующим механическим отделом стал Хаммонд В. Хейс (*Hammond Vinton Hayes*, 28.08.1860—22.03.1947, рис. 1) из Массачусетского технологического института в Кембридже (штат Массачусетс). Хейс был выпускником Гарвардского университета и одним из первых докторов философии этого университета в области физики (*Ph.D*). В ноябре в *Bell Telephone Company* начались научные исследования. Сформировавшаяся структура отдела и его эффективность, которой он позже достиг, были получены благодаря вкладу Хейса.

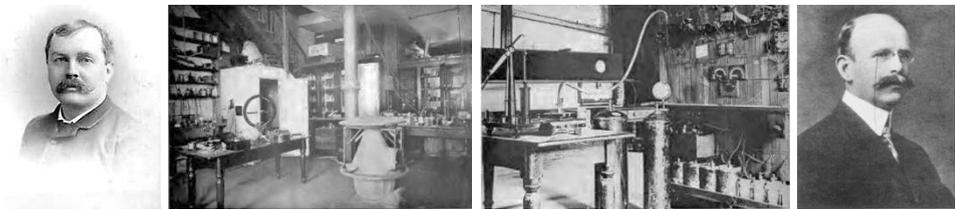


Рис. 1. Эзра Торранс Гиллиленд. Лаборатория механического отдела на Перл-стрит, 141, Бостон, 1886 г. Часть лаборатории механического факультета на Пёрч-стрит, 127, около 1890 г. Хаммонд В. Хейс.

Fig. 1. Ezra T. Gilliland. The laboratory of the Mechanical department at 141 Pearl Street, Boston, in 1886. A corner of the Mechanical laboratory at 127 Purchase Street about 1890. Hammond V. Hayes

¹ Гиллиленд Эзра был другом и коллегой Томаса Эдисона. Они познакомились молодыми людьми и называли друг друга *Damon and Pythias* из-за их близкой дружбы. Друзья долго были деловыми партнерами, но потом поссорились из-за владения компанией *Edison Phonograph Company*. Эдисон встретил свою вторую жену Мину Миллер в доме Гиллиленда (1886 г.).

1 апреля 1889 г. президентом компании *AT&T* стал адвокат Джон Хадсон (*John Elbridge Hudson*, 03.08.1839—01.10.1900). Заметим, что в то время для телефонного бизнеса было чрезвычайно важно иметь во главе компании человека интеллектуального и высокого морального уровня. Таким был президент *AT&T* Джон Хадсон, рис. 2. Его хобби было собрание редких книг и старых английских гравюр. Он владел греческим языком и очень любил им пользоваться. Во всех возможных случаях он использовал в своем разговоре язык Перикла и даже дошел до того, что стал писать свои деловые записки на греческом языке. Прежде всего он был ученым, а затем уже юристом и, между прочим, центральной фигурой в телефонном мире.



Рис. 2. Президент *AT&T* с 1889 по 1900 гг. Джон Хадсон

Fig. 2. President of *AT&T* since 1889 to 1900 John Hudson

Хадсон придал телефону социальный статус. За стиль жизни и престиж люди готовы были платить. Он создал себе доброе имя и держал его в чистоте и ясности, чтобы не было никаких подозрений в правонарушениях. Хадсон крепко держался за то, что когда-либо было достигнуто. Им была подготовлена почва для периода экспансии. Он занял пятьдесят миллионов долларов на улучшения в *AT&T* и значительно укрепил силу и влияние компании. Хадсон оставался во главе телефонной компании до самой своей смерти

в 1900 году и, таким образом, дожил до рассвета эры большого бизнеса. При его руководстве были сделаны большие дела в развитии технологий. Бизнес продвигался вперед поэтапно благодаря своим капитанам. Каждый на своем месте старался делать немного лучше, чем вчера, — таков был лейтмотив эпохи Хадсона. Не было ни одного выдающегося гения, каждый важный шаг вперед был результатом сотрудничества многих умов и нужд растущего трафика.

В 1891 году для стандартизации конструкций и методов эксплуатации станций был создан инженерный отдел под руководством Джозефа Дэвиса (*Joseph P. Davis*). В 1894 году Дэвис был назначен номинально ответственным за инженерный и механический отделы.

После внезапной смерти Хадсона президентом *AT&T* в 1901 г. стал известный специалист по патентному праву Фредерик Фиш² (*Frederick*

² Фиш во время своего пребывания в *AT&T* курировал завершение создания единой национальной сети телефонных линий. В 1907 году Фиш вернулся к юриспруденции. В том же году он впервые предложил Томасу Эдисону идею *hello* как более эффективное телефонное приветствие, чем *Are you there?* или *Are you ready to talk?* Александр Грэм Белл предложил *ahoy*. В 1906 году Фиш помог братьям Райт получить патент на деформацию крыла.

Perry Fish, 13.01.1855—06.11.1930), рис. 3. За сорок лет активной практики он выступал в качестве адвоката почти во всех патентных делах перво-степенной важности. Эти дела включали патенты, касающиеся телефона, пневматических тормозов, паровой турбины, автомобилей, обувного обо-рудования, радиоаппаратуры. Партнер фирмы *Fish, Richardson, Herrick & Neave* Уильям Ричардсон (*William King Richardson*) написал в своем пане-гирике о Фише: «Он был великим юристом и великим ученым, но, прежде всего, он был великим человеком. Каждый из тысяч, кто соприкасался с ним во время его необычайно активной жизни, лучше знает его. Он излу-чал доброту, сочувствие и мужество».

К 1902 году у Дэвиса начало сдавать здоровье, и он не мог продол-жать активно руководить инженерным отделом. В результате инженерный и механический отделы были объединены в единую организацию под названием «Инженерный отдел» и подчинены комитету из трех человек, который формально подчинялся Дэвису. Хейс был одним из этого руко-водящего комитета и отвечал в тот период времени за подготовку ежегодных



Рис. 3. Президент AT&T с 1901 по 1907 г. Фредерик Фиш.

Fig. 3. President of AT&T since 1901 to 1907 Frederic Fish

отчетов инженерного отдела для Дэвиса. Однако 1 января 1905 года Дэвис подал в отставку, после которой Хейс был назначен главным инженером, а также ответственным за объединенный инженерный отдел.

В 1907 году в США разразился фи-нансовый кризис³. Это привело к тому, что компания AT&T стала испытывать трудно-сти не только финансовые, но и в борьбе с конкурентами. В этот период времени были сделаны важнейшие изменения в политике компании и ее технической деятельности, а также изменен управленческий контроль над Американской компанией под влияни-ем инвестиционных банкиров. До 1907 года фундаментальным исследова-ниям уделялось мало внимания (или совсем не уделялось). Приобретение контрольных патентов осуществлялось через патентный отдел из источни-ков, не входящих в *Bell System*. Политика компании скорее заключалась в том, чтобы расширить междугородние услуги за счет таких технических

³ Кризис 1907 года — один из самых знаменитых кризисов XX века. Этот кризис был вызван коллапсом кредитных организаций, что привело к возникновению четырехлетней рецессии. Некото-рые историки и экономисты считают, что толчком к кризису 1907 года послужили действия банка Англии, который в 1906 году увеличил учетную ставку в два раза. Это привело к масштабному оттоку капиталов из Соединенных Штатов.

мероприятий, которые помогали бы в борьбе с конкурентами, а также в проектировании и улучшении аппаратов до мелочей. Все это должно было в целом направлено на попытки удовлетворить все конкурентные предложения телефонных услуг повышенного качества, но по более низкой цене и в значительно большем количестве.

Паника 1907 года привела к смене руководства компании и назначению нового главного инженера.

3. Привлечение ученых к разработкам компании

В 1892 году, после обсуждения работ по перекрестным помехам, затуханию, импедансу, искажениям и самоиндукции, Хейс в годовом отчете от 7 марта 1892 г. президенту Джону Хадсону написал [2]: «Я решил в будущем отказаться от некоторой части работы этого отдела, уделив все внимание практической разработке приборов и устройств. Я думаю, что теоретическая работа может быть выполнена гораздо лучше и экономичнее в сотрудничестве со студентами [Массачусетского] Технологического института и, возможно, Гарвардского колледжа». В соответствии с этим решением он отказался и от идеи проведения исследования методов передачи речи из-за выполнения непосредственных обязанностей, связанных с проектированием инструментов и контролем за производством телефонов.

Сосредоточив внимание отдела на «практических» разработках, Хейс начал привлекать в свой штат ученых с университетским образованием. Первым нанятым в 1890 году стал сотрудник из Университета Джона Хопкинса (*Johns Hopkins University*) по рекомендации авторитетного физика Генри Роуланда⁴, Джон Стоун Стоун (англ. *John Stone Stone*, 24.09.1869—20.05.1943), который применил свои современные математические знания сначала к теории передачи голоса, а затем к усилителям и волнам Герца. В 1883 г. Генри Роулэнд (рис. 4) заявил на собрании Американской ассоциации содействия развитию науки (*American Association for the Advancement of Science*) [3]: «Здесь я утверждаю, что все могут найти время для научных исследований, если захотят. Наши колледжи и университеты редко приглашают людей с первоклассной репутацией, и я даже слышал, как попечитель одного известного колледжа утверждал, что ни один профессор не должен заниматься исследованиями из-за потраченного впустую времени».

⁴ Генри Август Роулэнд (*Henry Augustus Rowland*, 27.11.1848—16.04.1901) — известный американский физик. Его статья по исследованиям магнитной проницаемости была отклонена *American Journal of Science*, после этого он отправил ее Джеймсу Максвеллу в Великобританию. Впечатленный Максвелл опубликовал ее в Лондоне в *Philosophical Magazine*. Между 1899 и 1901 годами он был первым президентом Американского физического общества.



Рис. 4. Генри Август Роуленд
Fig. 4. Henry Augustus Rowland

В 1897 году Хейс нанял Джорджа Кэмпбелла (*George Ashley Campbell*), получившего степень бакалавра инженерии в Массачусетском технологическом институте в 1891 году и степень магистра в Гарварде в 1893 году. Кэмпбелл действительно был, как позже сказал о нем Фрэнк Джейвett, первый президент *Bell Telephone Laboratories*, «тщательно подготовленным с научной точки зрения» [4]. Кэмпбелл сразу же обратился к принципиальным проблемам на рубеже веков, уменьшению затухания и фазовых искажений в телефонной линии. К 1899 году он разработал фундаментальную теорию нагрузочной катушки. Работа Кэмпбелла представляла собой рабочий пример принципов развития научных исследований в промышленности. Ненаучная цель расширения услуг дальней связи породила технологические проблемы затухания и фазовых искажений, которые затем стимулировали научные исследования Кэмпбелла. Его технологический успех в конечном итоге повысил признание компанией полезности и важности внутренних фундаментальных исследований.

Третьим ученым с университетским образованием, нанятым Хейсом на рубеже веков, был канадец Эдвин Колпиттс (*Edwin Henry Colpitts*, 19.01.1872—06.03.1949), который несколько лет спустя возглавил научно-исследовательское подразделение Белла. Колпиттс, нанятый в 1899 году вместо Стоуна (который ушел в том же году для проведения независимых исследований), имел степень магистра физики, полученную в Гарварде в 1897 году, и два года дополнительного изучения физики и математики, так же в Гарварде. Как и Стоун и Кэмпбелл до него, Колпиттс изначально занимался инженерными проблемами, работая с Кэмпбеллом над созданием новых методов и приборов для измерения переменного тока, над тем, как нагружать фантомные цепи, а также над проблемой уменьшения индуктивных помех, создаваемых электропоездами троллейбусами, и автомобилями.

В период 1900—1907 годов Хейс продолжал уделять внимание работам по проблемам, связанным с электромагнитной теорией, включая теоретическое исследование передачи по нагруженным линиям дальней связи, электрическим помехам, фантомной цепи и множественному коммутатору, но в то же время он преуменьшал значение науки и даже оригинальных изобретений штатными сотрудниками. Например, в 1906 г. Хейс писал Фредерику Фишу: «В отделе прилагаются все усилия для совершенствования инженерных методов, однако нет ни одного изобретателя, спо-

собного создать новое устройство. Вследствие этого во многих случаях будет необходимо полагаться на приобретение изобретений посторонних людей, оставляя их адаптацию нашим собственным инженерам и *Western Electric Company*» [4, p. 527].

С другой стороны, Стоун, Колпиттс, Кэмпбелл и Джейвett (всех их нанял Хейс) и даже сам Хейс были не только «способны создавать новые устройства новой конструкции», но и успешно это делали. Хейс занял двойственную позицию в отношении науки и изобретений в 1890-е годы. Несмотря на очевидный успех исследований в компании, таких как работа над нагрузочной катушкой, он продолжал в своих отчетах преуменьшать значение оригинальных изобретений и научных исследований, и даже подвергать сомнению роль в качестве научных руководителей таких ученых, как он сам, Колпиттс или Джейвett. По словам Хейса: «Сам тот факт, что любое великое изобретение в настоящее время должно, по всей вероятности, исходить от какого-то человека с необычными научными достижениями, делает лабораторию под руководством таких людей очень дорогим и, вероятно, непродуктивным предприятием» [4, p. 527]. Одно из разумных объяснений этого факта заключается в том, что в своей официальной переписке Хейс реагировал на отношение сверху, то есть руководства компании, которое считало науку несколько рискованным вложением средств. Хейс, столкнувшись с остатками давнего скептицизма и консерватизма, которых многие бизнесмены все еще придерживались по отношению к внутренним исследованиям, был, по словам коллег, просто слишком скромным и сдержанным джентльменом, чтобы отстаивать свою убежденность в ценности внутренних фундаментальных исследований внутри компании [5].

Ключевая роль Хейса в начале осуществления программы фундаментальных исследований в *Bell System* проистекала не из его влияния на политику, а скорее из того, что к 1904 году он нанял небольшое ядро академически подготовленных ученых, которые со временем создали первое исследовательское подразделение системы *Bell System*.

4. Возвращение Теодора Вейла

Конкуренция дала *AT&T* необходимый толчок, заставив компанию расширяться и расти, но в то же время ослабила ее финансовое положение. Между 1902 и 1906 годами долг вырос с 60 до 200 миллионов долларов. Посредством серии покупок облигаций, начиная с 1903 года, американский банкир и финансист Дж. П. Морган (англ. *John Pierpont Morgan*, 17.04.1837—31.03.1913, рис. 5) пытался получить контроль над компанией *AT&T* у бостонских капиталистов, начав беспроигрышный вариант, кото-

рый длился несколько лет. В результате он добился своего. Морган приобрел контроль над *AT&T* в 1907 году с целью сделать ее монополией по образцу американской железной дороги. Морган и его сторонники из Нью-Йорка и Лондона победили. В этот период времени американская компания столкнулась с трудностями при реализации крупного выпуска облигаций, и «финансовое небо было заполнено бегущими тучами, которые предсказывали надвигающийся шторм. Начался период сокращений и сомнений» [6]. Эта ситуация привела к отставке Фредерика Фиша с поста президента. После этого был возвращен харизматичный Теодор Н. Вейл, которого 1 мая 1907 г. избрали на пост президента *AT&T*, рис. 6.

Вейл, хотя и был новичком в коммуникациях, но его идеи о том, какой должна быть *AT&T*, соответствовали духу его времени. Он пришел второй раз к власти в эпоху, когда поклонялись размеру и скорости и когда господствовала сильная вера как в человеческое совершенство, так и в единственную оптимальную конструкцию систем. Это были последние десятилетия «викторианской утопии», эпохи веры в технологическое планирование, научное управление и социальную обусловленность, которая была свидетелем подъема египетологии, «научного управления» Фредерика Тейлора, социализма и дарвинизма [7]. И поэтому верить в способность человека к совершенствованию коммуникаций было далеко не фантастическим представлением.

Теодор Вейл тщательно спланировал и сразу начал радикальную реорганизацию телефонной компании. Морган использовал свою власть над капиталом, чтобы лишить противников *AT&T* средств, необходимых им для конкуренции. Тем временем на местах Вейл приказал установить достаточно низкие цены, чтобы конкурировать с *Bell System* было самоубийственной миссией, а затем выкупил убыточные фирмы по дешевке. Таким образом, монополия была делом рук людей, а не Бога.

Вейл ушел из *AT&T* в 1887 году из-за разногласий с бостонцами, чьи взгляды были сосредоточены исключительно на краткосрочной прибыли. У Вейла и его сторонников было более широкое видение, чем у бостонцев, и они считали, что им следует создать всеобъемлющую общенациональную систему связи. Даже в свои 62 года Вейл был полностью привержен тому, чтобы воплотить свое видение в жизнь. На этот раз у него был Мор-



Рис. 5. Американский банкир и финансист Дж. П. Морган.

Fig. 5. American banker and financier John P. Morgan

ган, чтобы противостоять любому капризу со стороны правления. При этом Вейл прекрасно понимал, что в своих деяниях он должен обязательно учитывать мнение Моргана.



A handwritten signature in cursive script, which appears to read "Theodore N. Vail".

Рис. 6. Президент компании AT&T Теодор Н. Вейл. Конец 19 века.

Fig. 6. AT&T President Theodore N. Vail. Late 19th century

Критики Моргана считали его безжалостным капиталистическим пиратом, олицетворением гнетущей силы Уолл-Стрит, которая распяла человечество на золотом кресте. Однако, его целью было заменить беспощадную конкуренцию экономической стабильностью. Морган сыграл важную роль в создании современной американской экономики.

После экономической депрессии в США, начавшейся в 1893 году, он реорганизовал многие обанкротившиеся железные дороги и промышленные компании. Он считал, что объединение соперничающих интересов в рациональные системы необходимо для стабилизации экономики США и предотвращения пагубных ценовых войн.

Во время финансовой паники 1907 года, которая грозила спровоцировать бегство из страны банков, Морган взял на себя ответственность и не позволил развиться такому ходу событий. Он собрал президентов ведущих банков в своей библиотеке и запер дверь. В 4 часа утра его адвокат зачитал им соглашение, в котором оговаривалось, сколько каждый должен внести в пакет помощи. Морган сказал одному банкиру: «Вот место, а вот и ручка». Когда он решил купить *Carnegie Steel Company*⁵ на пути к созданию *United States Steel*, он попросил Эндрю Карнеги (англ. *Andrew Carnegie*, 25.11. 1835—11.08.1919) назвать его цену. Карнеги написал на листе бумаги 480 миллионов долларов. Морган взглянул на бумагу и сказал: «Я принимаю эту цену». Он организовал синдикаты для выпуска облигаций и акций, которые породили такие компании, как AT&T.

AT&T, контролируемая Морганом, с 1907 года тоже стремилась к регулированию. Компания получила то, что хотела в 1910 году, когда телефоны были переданы под юрисдикцию Комиссии по торговле между штатами (*Interstate Commerce Commission* — сокращенно ICC). Это привело к тому, что тарифные войны остались в прошлом. Президент AT&T

⁵ *Carnegie Steel Company* была сталелитейной компанией, изначально созданной Эндрю Карнеги (*Andrew Carnegie*) и несколькими близкими партнерами для управления бизнесом на сталелитейных заводах в Питтсбурге, штат Пенсильвания, в конце 19 века. Продажа сделала Карнеги одним из самых богатых людей в истории.

Вейл сказал: «Мы верим и были первыми, кто выступал за... государственный контроль и регулирование коммунальных услуг».

После возвращения 30 апреля 1907 года Вейла в *AT&T* в качестве президента, было положено начало концу телефонной конкуренции. Его возвращение в компанию изменило ее основную направленность с конкуренции на консолидацию. Наиболее важными целями Вейла после приобретений *AT&T* компаний, были устранение конкурентов, установление дружеских отношений с политиками и регулирующими органами, а также расширение телефонных услуг для широкой публики.

Отражая веру Вейла в превосходство единой телефонной системы, *AT&T* приняла в рамках обширной рекламной кампании новый корпоративный девиз: «Одна политика, одна система (*AT&T*) и одна универсальная служба, так как никакая совокупность отдельных компаний не способна обеспечить обществу того, что может дать *Bell System*». Исходя из этого, Вейл сформулировал принцип «естественной управляемой монополии», который получил название «Принцип Вейла». Согласно этому принципу телефонные операции в силу ряда технологических причин должны быть сосредоточены в одних руках, то есть в этом виде бизнеса наиболее эффективно будет работать монополия, оказывающая весь комплекс услуг во всех регионах. При этом государственное регулирование должно быть «независимым, разумным, непредвзятым, добросовестным и честным» и стать приемлемой заменой рыночной конкуренции.

Подобно Теодору Рузвельту, он прикрывал свои имперские инстинкты языком общественного долга. «Мы признаем “ответственность” и “подотчетность” перед общественностью с нашей стороны, — писал Вейл в 1911 году, как голос *AT&T*, — что отличается от обязательств других общественных компаний, не столь тесно связанных с ними, и является чем-то большим, вплетенным в повседневную жизнь всего общества» [7]. Служа чему-то хорошему, вкус Вейла к величию был безошибочным. «Он ничего не мог сделать по мелочи», — пишет его биограф Альберт Пейн (*Albert Paine*). «Он мог бы начать строить беличью клетку, но в конце концов это превратилось бы в зверинец». Томас Эдисон отзывался о Вейле очень просто [7]: «Господин Вейл является большим человеком».

В годовом отчете *AT&T* за 1910 год Вейл резюмировал свою веру в единую систему [7]: «Эффективная, агрессивная конкуренция, а также регулирование и контроль несовместимы друг с другом и не могут осуществляться одновременно». Для реализации этого видения Вейл приобрел ряд независимых телефонных конкурентов, а потом телеграфного гиганта *Western Union*. Однако правительство быстро дало понять, что такая деятельность подозрительна в соответствии с существующими антимонопольными законами.

5. Кингсберское соглашение

Руководство компании *AT&T* было преисполнено решимости превратить *Bell System* в «единственного продавца с практически полной монопольной властью» [8]. Уже к 1913 году компания *AT&T* стала крупнейшей незаконной монополией. За свое поведение и действия, направленные на ограничение конкуренции, компания часто подвергалась нападкам со стороны Министерства юстиции США. Вейл в ответ на обвинения в нарушении федерального антимонопольного законодательства поручил первому вице-президенту *AT&T* Натану Кингсбери (*Nathan Corning Kingsbury*, 29.07.1866—25.01.1920), который был видным экономистом, 9 декабря 1913 года написать письмо генеральному прокурору США. В этом письме с датой отправления 13 декабря 1913 г. корпорация соглашалась продать свой контрольный пакет акций телеграфной компании *Western Union*, передать междугородную связь независимым компаниям и телефонным станциям, а также отказаться от дальнейших приобретений независимых телефонных компаний без разрешения Комиссии по торговле между штатами [9].

Письмо из кабинета Кингсбери незамедлительно оказалось в кабинете генерального прокурора, а вскоре после этого и в кабинете президента Вудро Вильсона. Письмо Кингсбери, содержавшее менее 900 слов, все сгладило и произвело благоприятный эффект на Вильсона и его заместителя в Министерстве юстиции. Вильсон по этому поводу сказал [10]: «С каждой неделей у меня все больше и больше складывается впечатление, что бизнесмены страны искренне желают соблюдать закон, и очень приятно, в данном случае, иметь возможность вести дело с ними с полной откровенностью, и иметь возможность показать им, что все, чего мы желаем, так это возможность сотрудничать с ними».

Генеральный прокурор Джеймс С. Макрейнольдс (*James C. McReynolds*, 03.02.1862—24.08.1946, рис. 7) в ответ на письмо Кингсбери написал [10]: «Ваше ведение откровенных переговоров по этим вопросам заставляют поверить: то, что вы предлагаете, будет выполнено добросовестно». На этом антимонопольное расследование было завершено.

Антимонопольные опасения Белого дома были решены практически за одну ночь. Но влияние письма Кингсбери ощущается и сегодня. Отказавшись от антимонопольного дела, администрация Вильсона благословила господство *AT&T* в телефонной индустрии. В обмен на эту спонсируемую государством монополию *AT&T* согласилась работать в качестве коммунального предприятия, в конечном итоге предоставляя высококачественные телефонные услуги подавляющему большинству американцев незави-

симо от дохода или географического положения. Обязательства Кингсбери перед президентом Вильсоном позже были формализованы и расширены Конгрессом в виде юридических обязательств, которые до сих пор связывают современных преемников старой *AT&T*: *Verizon Communications*, *CenturyLink* и новой *AT&T*.

В 1913 году правительство США признало «принцип Вейла» и заключило с *AT&T* соглашение, согласно которому *Bell System* должна была подключать к своей сети независимые телефонные компании, а также от-



Рис. 7. Джеймс С. Макрейнольдс. 1913—1914 гг.

Fig. 7. James C. McReynolds. 1913–1914

казаться от контроля над телеграфным бизнесом *Western Union* (1910 г.). Заключенное соглашение получило название «Кингсберское соглашение» (англ. *Kingsbury Commitment*) по фамилии Натана Кингсбери.

К этому моменту существовало огромное количество независимых телефонных компаний, чьи сети не были соединены между собой. Из-за этого абоненты разных компаний не могли звонить друг другу. Кингсберское соглашение было направлено на решение этой проблемы. Что еще более важно, это расположило телефонную компанию *AT&T* к правительству и проложило путь к тому, чтобы она стала санкционированной государством монополией — как в лучшем, так и в худшем смысле этого слова.

В 1934 году правительство США передало *AT&T* под юрисдикцию только что созданной Федеральной комиссии по связи, и *Bell System* превратилась в законную регулируемую монополию.

Почти 100 лет спустя, с 1 января 1984 года, *AT&T* была освобождена от своих телефонных компаний-операторов решением Федерального суда. *AT&T* доказала свою конкурентоспособность, пройдя через серьезные испытания, что позволило ей стать крупнейшей государственной регулируемой монополией в мире.

6. Реорганизация научной деятельности *AT&T*

В 1906 году, за год до того, как Вейл стал президентом *AT&T*, главный инженер *AT&T* Хаммонд Хейс направил президенту компании Фредерику Фишу удручающую служебную записку об усилиях по модернизации и координации использования технологий на уровне операционной компании: «Связь инженерного отдела *AT&T* с телефонными разработками в

целом неудовлетворительна...». Это он объяснил следующим образом [9, p. 109]: «Наши отношения с управляющими компаниями зависят от личной доброй воли, влияния и престижа, которые исходят от людей, хорошо оснащенных и выполняющих хорошую работу. Однако многие инженеры операционных фирм игнорируют рекомендации и спецификации, которые мы считаем правильными, и заменяют их своими по каждому вопросу. Большинство таких замен являются неправильными и не соответствуют наилучшим разработкам их собственной компании или бизнеса в целом». Хейс, невзирая на это, не решился вырвать власть у местных инженеров.

Вейл оказался другим человеком. После того как Вейл встал у руля и привел в порядок финансы *Bell System*, он начал увеличивать финансовую долю *AT&T* в операционных компаниях, подталкивая их менеджеров к реорганизации по функциональным направлениям. Вейл назначил своим главным операционным директором, тихого, но настойчивого в достижении цели Генри Б. Тайера (*Harry Bates Thayer*, 17.08.1858—03.09.1936), чтобы тот поработал над этой проблемой, рис. 8.



Рис. 8. Генри Б. Тайер.

Fig. 8. Harry B. Thayer

Вейл, озадаченный некоторыми неудачами компании в бизнесе, а также успехом в промежуточный период, связывал неудачи с плохой деятельностью инженеров. Он сомневался в том, что инженеры смогут реально помочь *Bell System*. Вейл, впечатленный успехами главного инженера Нью-Йоркской телефонной компании (*New York Telephone Company*) Джона Дж. Карти (*John Joseph Carty*, 14.04.1861—27.12.1932), заранее решил для реализации своих обширных планов в области инженерии, разработок и исследований, назначить его главным инженером *AT&T*, рис. 9.

Три самых важных краеугольных камня на тот период времени, которые использовались везде, где функционировала телефония, явились творениями Джона Карти. Его изобретение «общей батареи» (*Common Battery*⁶) для подачи рабочего тока от одной батареи центрального офиса к любому количеству соединенных между собой телефонов сделало возможным коммерческое развитие телефонии в городских районах. К 1896

⁶ Первая система с общей батареей (англ. *Common Battery Telephone*) для абонентской телефонной станции была введена в декабре 1893 года в Лексингтоне (*Lexington*), штат Массачусетс, до этого, абонентам требовалась собственная батарея и магнето (ручная магнитоэлектрическая машина). В России система центральной батареи была установлена на Московской бирже и обслуживала 60000 абонентов в 1910 г.

году, телефонная центральная система батарей (*Common Battery*) открыла новую эру.

Его разработка мостового сигнального звонка (рис. 9) с высоким сопротивлением для абонентских подстанций взамен универсального, использовавшегося до сих пор последовательного звонка с низким сопротивлением, убрала преграды на пути широкого распространения телефона в повседневной жизни. Каждый звонивший тогда телефонный аппарат содержал звонок Карти, рис. 9.

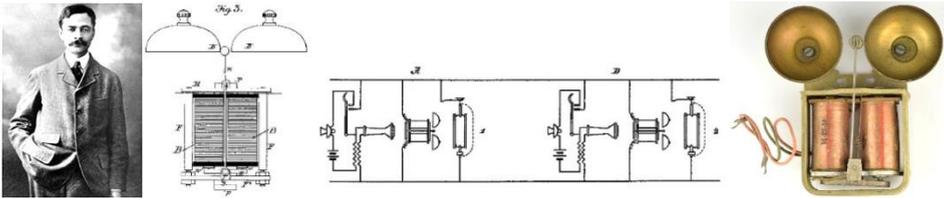


Рис. 9. Главный инженер AT&T Джон Дж. Карти (1907 г.) и его конструкция мостового сигнального звонка (Патент US449106A с приоритетом от 16 августа 1890 г.).

Fig. 9. AT&T Chief Engineer John J. Carty (1907) and his construction of a bridge signal bell (Patent US449106A with priority dated August 16, 1890)

Столь же революционным и носившим более отчетливый научный характер было его открытие того, что основной причиной перекрестных помех между телефонными цепями является электростатический, а не электромагнитный дисбаланс. Это открытие и правила, разработанные Карти для правильного построения смежных телефонных линий, стали использоваться повсеместно [11].

Характерной чертой отдельно взятого из этих достижений является то, что каждое из них явилось прямым и логическим результатом того, что было одним из самых мощных интеллектуальных орудий Карти — его способность отбрасывать несущественное и понимать суть проблемы. Он мог делать с телефонными линиями то же, что Диккенс делал со словами. Его лейтмотив был такой: «Давайте сделаем это правильно, ребята, и тогда нам не будут сниться дурные сны» [12].

Вейл сообщил Хейсу, что его не устраивает состояние инженерных работ, поскольку они обходятся слишком дорого. Компания, как заметил Вейл, очень сильно обременена долгами. В итоге Вейл объявил Хейсу об отставке и немедленной передаче обязанностей главного инженера Карти. Хейсу предложили мизерный оклад, а в придачу — унижение. Все это произошло в начале лета 1907 года, незадолго до переноса штаб-квартиры материнской компании из Бостона в Нью-Йорк. Для Хейса, аристократического джентльмена и ученого, этот эпизод никогда не имел оправдания.

Для него в поступке была бесчеловечная жестокость, которую он не смог забыть. Однако его интерес к телефонии не исчез, несмотря на потрясение.

Летом 1907 года Карти централизовал большую часть инженерных исследований и разработок *Bell System*. Он закрыл лаборатории *Bell* в Бостоне и Чикаго. В результате исследовательские группы *Western Electric* и *AT&T* были объединены в *Western Electric Engineering Department*⁷ в Нью-Йорке. Заведующим физической лабораторией (*Physical Laboratory*) стал Эдвин Колпиттс, ассистент Джорджа А. Кэмпбелла.

Была расширена область деятельности Исследовательского отдела до инженерной практики в операционных компаниях. Помимо этого было приказано производственному подразделению *Western Electric* прекратить принимать заказы на оборудование от региональных компаний. Это делалось для того, чтобы устранить то, что Карти назвал «чрезмерным и нерентабельным разнообразием». Все решения, касающиеся оборудования и операций, должны были приниматься центральным инженерным отделом *AT&T*.

Реорганизация 1907 года привела к тому, что *Western Electric Company* взяла на себя всю инспекционную деятельность, которая ранее выполнялась подразделениями инженерного отдела компании. Сам инженерный отдел в Бостоне резко сократился в размерах и в сентябре 1907 года вместе с исполнительными отделами переехал в Нью-Йорк.

Шаги, предпринятые Вейлом для улучшения финансового положения компании, к счастью, оказались эффективными. Телефонная компания работала при относительно низком психологическом напряжении в течение значительного периода времени, невзирая на критическую общую деловую панику, которая взорвалась на Уолл-стрит в октябре 1907 г.

7. Основополагающее предложение Фрэнку Джеветту

Инженерному отделу компании *AT&T* для решения сложных технических проблем телефонии в этот период времени требовались хорошо подготовленные научные сотрудники. Однажды руководитель небольшой группы этого отдела, доктор Джордж А. Кэмпбелл (*George Ashley Campbell*), посетил профессора Гарри Э. Клиффорда⁸ (*Harry Ellsworth*

⁷ *Western Electric Engineering Department* слился с инженерным отделом *AT&T* 1 января 1925 года, образовав исследовательский центр под названием *Bell Telephone Laboratories, Inc.* Первым президентом этой лаборатории стал Фрэнк Джеветт (1925—1940).

⁸ Гарри Клиффорд считал лекционный метод обучения студентов уступает использованию хорошего текстового материала с обсуждением сложных концепций в классе и решением проблем под руководством преподавателей. Поэтому все лекции по предметам бакалавриата на факультете были заменены разделами декламации, которые читали преподаватели факультета. Такая «замена в большинстве случаев давала удовлетворительные результаты».

Clifford. 21.04.1866—07.07. 1952) в Массачусетском технологическом институте (*MIT*) с целью ознакомления с только что приобретенным высокочастотным генератором для экспериментальных исследований. В то время, когда Кэмпбелл и Клиффорд вели разговор, мимо них проходил Фрэнк Джеветт⁹ (*Frank Baldwin Jewett*, 05.09.1879—18.11.1949, рис. 10), преподаватель физики и электротехники. Клиффорд не преминул его представить Кэмпбеллу. Фрэнк Джеветт сразу произвел на него благоприятное впечатление. У Джорджа А. Кэмпбелла мелькнула мысль: а не привлечь ли этого молодого человека к решению вопросов пупинизации телефонных линий и теоретических проблем телефонной связи? Кэмпбелл поинтересовался у Клиффорда о возможности приглашения его в инженерный отдел. Узнав, что у Джеветта контракт с *MIT* еще на один год, решение вопроса было отложено.



Рис. 10. Фрэнк Джеветт и медаль Эдисона, полученная им в 1928 году.

Fig.10. Frank Jewett and the Edison medal he received in 1928

По прошествии 10—12 месяцев Кэмпбелл поднял вопрос о Джеветте снова, и в результате пригласил того посетить инженерный отдел *AT&T* в Бостоне. Молодой человек встретился с руководителями инженерного отдела и оставил о себе приятные воспоминания.

Фрэнк Джеветт был прекрасно образован. Он окончил аспирантуру Чикагского университета (*The University of Chicago*) и в 1902 году получил степень доктора философии по физике (*Ph.D*) [13]. Тема его докторской диссертации была предложена известным физиком-экспериментатором А. А. Майкельсоном, а именно соотношению давления и плотности паров натрия при температурах вплоть до точки кипения натрия. В Чикагском университете он

⁹ Фрэнк Джеветт - Президент Академии наук США (1939-1947). В 1928 году награжден АИЕЕ медалью Эдисона (*Edison Medal*) «За вклад в области электрической связи» (*For his contributions to the art of electric communication*).

подружился с Робертом Эндрюсом Миллиkenом (*Robert Andrews Millikan*, 22.03.1868—19.12.1953), в то время молодым преподавателем физики, который познакомил Джеветта с некоторыми последними достижениями в новой области электронной физики. Позже Джеветт использовал эти знания при организации первого исследовательского подразделения *Bell System*.

После этого Джеветт проработал 1 год научным сотрудником у физика экспериментатора Альберта А. Майкельсона, а на следующий год отправился в Массачусетский технологический институт (*MIT*) преподавать физику и электротехнику. В *AT&T* решили взять молодого ученого на работу и назначить ему стартовую зарплату \$1600 в год, что почти в три раза превышало стандартную ставку для студентов колледжа без последипломного образования. В то время это были очень большие деньги, даже для такого человека, как Джеветт, с образованием и с опытом работы.

В конце 1904 года Фрэнк Джеветт начал свою карьеру в *AT&T* как помощник Кэмпбелла. В 1906 году группа Кэмпбелла провела удачные исследования передач по телефонным каналам. Что касается Кэмпбелла, то он больше занимался теоретическими исследованиями, нежели исполнением своих административных обязанностей.

В 1907 году в рамках корпоративной реорганизации Джеветта перевели из Бостона в Нью-Йорк и назначили научным менеджером при главном инженере компании *AT&T* Джоне Дж. Карти.

8. Главный приоритет *AT&T*

В конце 1908 года группа инженеров *AT&T* посетила штат Калифорния, чтобы помочь местным телефонным чиновникам в разработке планов восстановления после землетрясения¹⁰ телефонной инфраструктуры и расширению телефонной станции. Одним из приехавших был инженер по передаче и защите Фрэнк Джеветт.

Первоначальная цель поездки Джеветта заключалась в том, чтобы дать рекомендации инженерам *Pacific Telephone & Telegraph Co.*, как улучшить условия передачи в определенных частях их территории обслуживания, особенно в районе Окленда и на магистралях до Сан-Франциско, а также в районе Лос-Анджелеса — Пасадены. Одной из причин этих проблем была агрессивная конкуренция со стороны местных независимых телефонных компаний. В связи с этим потребовалось улучшение и в системе взимания платы *Pacific Company* за междугородние переговоры.

¹⁰ 18 апреля 1906 года в 5 часов 12 минут утра 370-километровую долину Сан-Андреас, по которой проходит тектонический разлом, и в которой находится Сан-Франциско, сотрясли сильные подземные толчки мощностью 7,8 баллов по шкале Рихтера. Город был разрушен почти до основания.

Прежде чем Джеветт справился с поставленными задачами, в Сан-Франциско прибыли Джон Карти и заводской инженер Банкрофт Герарди (*Bancroft Gherardi*, 06.04.1873—14.08.1941). Они намеревались обсудить с руководителями Pacific Company некоторые изменения в их бюджете на 1909 год, которые были необходимы, ввиду охвата телефонной сетью обширной территории. В это время в 1915 году уже шла подготовка к Всемирной выставке Панама — Тихий океан в парке Бальбоа¹¹ города Сан-Франциско [14]. Заявленная цель выставки состояла в том, чтобы отпраздновать завершение строительства Панамского канала (рис. 11), а также продемонстрировать промышленные возможности восстановленного Сан-Франциско после землетрясения 1906 года. Первоначально выставка была запланирована на 1914 год, но позднее перенесена на 1915 год.



Рис. 11. Республика Панама на карте мира. Карта Панамского канала (1919 г.) и вид одной из его зон.

Fig. 11. Republic of Panama on the world map. Map of the Panama Canal (1919) and view of one of its zones

Во время пребывания в Сан-Франциско Карти чувствовал отсутствие ежедневных деловых телефонных разговоров со своими сотрудниками в Нью-Йорке и как, уроженец Калифорнии, заметил Джеветту с искоркой в глазах, что «был очень впечатлен изоляцией этой части страны». Эта изоляция была очень реальной и угнетающей. Кроме того, большие расстояния между телефонными линиями ассоциированных компаний Тихоокеанского побережья и Среднего Запада вносили ограничение тока при телефонной передаче по наилучшему доступному типу цепи, которое оказывалось значительно меньше своего значения на большей части трансконтинентальной линии.

Трансконтинентальная телефония всегда была целью будущего, и ввиду необходимости ее скорейшей реализации Карти и его сотрудники проводили долгие часы на побережье, изучая проблемы, которые необхо-

¹¹ Парк города Сан-Франциско Бальбоа парк (*Balboa Park*) — назван по имени испанского конкистадора и исследователя, который первым из европейцев в 1513 году увидел восточный берег Тихого океана.

димо было решить, чтобы сделать ее возможной. Успех казался достижимым, и прежде чем группа покинула побережье, президент Вейл, который позже приехал из Нью-Йорка, чтобы присоединиться к ним, заверил руководство выставки в том, что он попытается завершить трансконтинентальную телефонную линию к ее открытию. Ответственность за выполнение этого обещания была возложена в первую очередь на Фрэнка Джеветта. Это было первое крупное предприятие, при осуществлении которого Джеветт продемонстрировал свои способности, что стало характерным для большей части его дальнейшей работы.

В 1908 году Вейл сделал строительство трансконтинентальной телефонной линии главным техническим приоритетом *AT&T*. Перед отъездом из Сан-Франциско Карти публично, еще раз заверил деловых партнеров о намерении *AT&T* завершить трансконтинентальную телефонную линию к открытию Всемирной выставки.

9. Бизнес-план компании *AT&T*

В 1909 году Теодор Вейл представил главный технический приоритет компании в виде бизнес-плана¹². Основной целью программы явилась постройка общенациональной телефонной сети от побережья Атлантического океана до побережья Тихого океана. При этом предполагалась прокладка трансконтинентальной телефонной линии Нью-Йорк — Сан-Франциско, хотя он и знал, что на тот момент не было совершенных технологий для реализации поставленной задачи. Даже с использованием нагрузочных катушек телефонная связь на таких больших расстояниях была невозможна без какого-либо усиления. Поэтому предполагалось привлечение инноваций и сосредоточение расходов на научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы.

Это была амбициозная цель. В то время дальность ведения телефонных разговоров ограничивалась существующими телефонными технологиями. Практика показала, что телефонные линии того времени могли работать без трансляторов (телефонных усилителей сигнала) только когда их длина не превышала расстояние между Нью-Йорком и Денвером, то есть 1600 миль (около 2600 км).

Теодор Вейл провел энергичную рекламную кампанию среди предполагаемых инвесторов. Инвесторы вначале выделили для маркетинга¹³

¹² Бизнес-план — документ, который описывает все основные аспекты будущего предприятия, анализирует все проблемы, с которыми оно может столкнуться, а также определяет способы решения этих проблем.

¹³ Маркетинг — процесс, который начинается с исследования целевого сегмента рынка, для которого собирается работать компания. Маркетологи определяют потенциальный спрос и его размер

\$250000, утверждая, что все и так знают о существовании телефона. Однако Т. Вейл им ответил: «Но не все думают об этом».

Джон Карти хорошо понимал, что для осуществления телефонной связи от атлантического до тихоокеанского побережья США, то есть при длине телефонных линий свыше 3000 миль, требуются ретрансляторы другого типа. Но самый главный его вывод состоял в том, что без научного прорыва в области дальней телефонной связи шансов на успех нет. В связи с этим для достижения необходимых результатов данного предприятия им было инициировано выделение больших денежных средств на исследовательские работы по устройствам, для усиления электрических сигналов в телефонной линии, или «ретрансляторам». Были начаты поиски среди научного и электротехнического сообщества ученых, способных разработать и создать необходимые усиливающие устройства.

Примерно в 1910 году Теодор Вейл в обязанности Фрэнка Джеветта, кроме кураторства инженерных исследований в *Western Electric*, включил и руководство разработками телефонных ретрансляторов.

10. Технологии усиления электрического сигнала к 1909 году

Одним из основных требований к трансконтинентальной линии было наличие удовлетворительного ретранслятора, то есть устройства, которое могло бы принимать речевые сигналы после того, как они были ослаблены при прохождении по линии, и усиливать их для дальнейшей передачи.

Идея подключения к телефонной линии одного или нескольких ретрансляторов, или реле, как их называли в начале, для усиления ослабленного телефонного тока от местного источника энергии была почти такой же старой, как и сам телефон. Было изобретено несколько таких устройств, как в *Bell System*, так и вне ее, но ни одно из них не было удовлетворительным из-за нечеткой работы. Еще в 1896 году Джон Стоун Стоун, восхищенный недавним изобретением рентгеновской трубки, предпринял исследования и эксперименты по использованию рентгеновских и аналогичных трубок в качестве телефонного ретранслятора. Подобные исследования по использованию технологии ртутной дуги в качестве телефонного усилителя, изобретенной Питером Купером Хьюиттом (*Peter Cooper Hewitt*), были начаты в 1904 году. В 1906—1907 годах Г. А. Кэмпбелл (*G. A. Campbell*) и Т. К. Хебб (*T. C. Hebb*) изучали с аналогичной целью характеристики отрицательного сопротивления электрических устройств.

Только в 1903 году Х. Э. Шриве (*H. E. Shreeve*), сотрудник из отдела Хейса, разработал телефонный ретранслятор механического типа, который можно было использовать в коммерческих целях. В 1904 году, когда Джеветт присоединился к *Bell System*, было проведено первое успешное испытание этого ретранслятора [15]. Он широко использовался после 1904 года, невзирая на то, что имел серьезные недостатки, присущие устройствам подобного типа. Этот факт Джеветт отметил в служебной записке, представленной в октябре 1919 г. Бэнкрофту Герарди перед совместным заседанием *AIEE* и *IRE* [16]: «Усиление в значительной степени зависит от амплитуды и частоты входного сигнала, поэтому не удалось их наилучшим образом адаптировать для использования в тандеме, хотя они успешно использовались на телефонных линиях, длина которых не требовала более трех ретрансляционных станций механического типа».

На тот момент времени телефонные усилители или трансляционные усилители, которые в *AT&T* называли «ретрансляторы» (англ. *repeaters*), еще не стали составляющей частью телефонной системы. Подключение к телефонной линии двух и более существовавших тогда механических ретрансляторов приводило к электрическому эху из-за затухания электрического сигнала. *Bell System* к 1907 году, несмотря на указанные недостатки механических ретрансляторов, установила на линиях 61 такой аппарат. Модель ретранслятора 1912 года показана на рис. 12. Эта модель, никогда не считалась полностью совершенной, но использовалась за неимением лучшего, пока в 1915 году ее не заменило устройство на электронном вакуумном триоде.

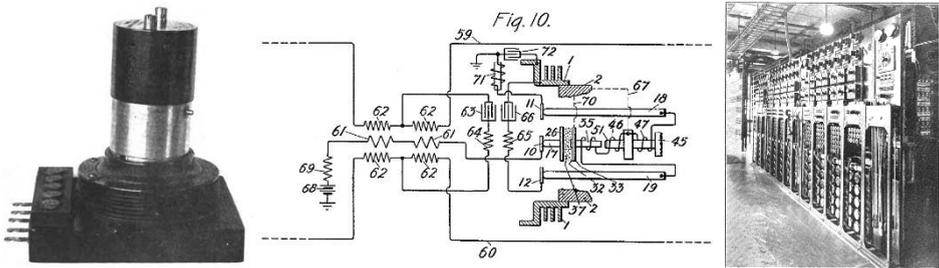


Рис. 12. Общий вид электромеханического ретранслятора типа 3А (слева) и в центре его устройство (рисунок из патента Шриве US1156636 с приоритетом от 25 мая 1911 г.). Справа показаны стойки с блоками ретрансляторов типа 3А на магистральной телефонной линии *AT&T* Бостон — Вашингтон в коммутационном центре Провиденс, штат Род-Айленд, в 1919 году.

Fig. 12. General view of the type 3A electromechanical repeater (left) and its device in the center (drawing from US1156636 patent Shreeve with priority dated May 25, 1911). Shown at right are racks of type 3A repeater units on the *AT&T* Boston–Washington trunk telephone line at the Providence, Rhode Island switching center in 1919

Разработка ретранслятора имела стратегическое значение. Быстрый рост новых беспроводных коммуникаций казался угрозой для проводной связи, а ретрансляторы давали *Bell System* возможность контролировать радиотехнологии, для которых требовались аналогичные типы усилителей.

11. Размышления Фрэнка Джеветта о путях решения возникших проблем

Телефонные линии можно было удлинять только до тех пор, пока величина возросших в них потерь не сравняется с усилением трех ретрансляторов. Серьезность этого ограничения становится очевидной, если в трансконтинентальной сети использовать до 400 ретрансляторов в тандеме. Джеветт давно признал, что было бы экономически нецелесообразно пытаться построить телефонную инфраструктуру до Сан-Франциско без совершенно нового типа ретранслятора.

Джеветт проанализировал проблему и понял, что затухание электрического сигнала в телефонной линии связано с медлительностью вибрирующих элементов механических ретрансляторов. В служебной записке от 10 декабря 1910 года он писал [17]: «...Я более чем когда-либо впечатлен очень большой потребностью в создании удовлетворительного ретранслятора для работы на загруженных линиях, если мы хотим создать действительно универсальную услугу на североамериканском континенте на платной основе, а также на основе истинной экономии. ...После предварительного изучения ситуации я чувствую себя очень уверенно в том, что если этот вопрос с ретранслятором будет решен надлежащим образом компетентными людьми, работающими с полной координацией и под соответствующим руководством, то желаемые результаты могут быть получены при относительно небольших затратах. Однако я чувствую, что для достижения этого результата *необходимо будет нанять квалифицированных физиков*, которые знакомы с последними достижениями в области молекулярной физики и которые способны оценить такие дальнейшие достижения, которые постоянно делаются, а также что работа должна тщательно контролироваться кем-то, кто полностью понимает требования».

Вспоминая свои исследования с пучками электронов в высоком вакууме, которые он проводил с 1900 по 1902 год со своим другом Робертом Миллиkenом в Чикагском университете, Ф. Джеветт утвердился в мысли использовать в усилителях электрического сигнала в телефонной линии в качестве вибрирующего элемента электронный пучок [18].

В апреле 1911 года Джеветт более конкретно изложил план решения проблемы репитера. Для его реализации необходимо было провести общее

исследование по определению соответствующих характеристик наилучшего телефонного ретранслятора, его схемы и общие принципы работы терминала и линии, которые должны быть соблюдены, чтобы сделать этот ретранслятор способным работать как на загруженных, так и на незагруженных линиях. Это исследование, кроме указанного, должно включать [17, р. 372, 373]:

1. Полное изучение характеристик существующего ретранслятора типа приемник-передатчик [*Shreeve*] с целью определения возможности улучшения работы устройства, а также установления на предмет того, как повлияли внесенные изменения в элемент ретранслятора, его схему или в условия линии на его пригодность для общего использования на загруженных линиях.

2. Изучение других возможных конструкций повторителей, особенно базирующихся на законах из области молекулярной физики. Определение характеристик прохождения электричества через газы и пары, что по видимому, позволяет создать телефонный усилитель, который будет пригоден для использования на загруженных или ненагруженных линиях и который даст желаемое усиление без значительных искажений.

3. Математическое и лабораторное исследование схем двухстороннего ретранслятора с целью определения наилучшей схемы ретрансляционных цепей, которые могут быть использованы в сочетании с любым определенным элементом ретранслятора и любым типом загруженной линии.

4. Математическое и экспериментальное исследование характеристик загруженной линии на существующей установке и определение того, какие изменения, если таковые возможны, необходимо внести в конструкцию и установку загрузочных катушек и кабелей, чтобы сделать загруженные линии пригодными для применения телефонных ретрансляторов.

В 1910 году Фрэнк Джеветт, работавший тогда инженером в лабораториях *Western Electric* в Нью-Йорке, отметил проблему создания телефонного ретранслятора в своем хорошо известном письме профессору Роберту А. Милликену из Чикагского университета. В письме д-ра Джеветта сказано [18]: «Такое устройство для отслеживания всех мельчайших изменений человеческого голоса, очевидно, должно быть практически безынерционным, и я думаю, что мы, по всей видимости, получим такой безынерционный движущийся элемент, если применим каким-то образом исключительно электронные потоки, с которыми вы работали в физике последние десять лет».

Роберт Милликен экспериментировал с катодными трубками разной конструкции в исследованиях с заряженными капельками масла для измерения заряда электрона, рис. 6.11 [20]. В 1923 году за эти исследования, а

также за проверку эйнштейновской корпускулярной теории света он получил Нобелевскую премию по физике с формулировкой: «за работы по определению элементарного электрического заряда и фотоэлектрическому эффекту». В своей Нобелевской лекции он сказал, что «наука шагает вперед на двух ногах — на теории и эксперименте... Иногда вперед выдвигается одна нога, иногда другая, но неуклонный прогресс достигается лишь тогда, когда шагают обе» [19].

12. Организация исследовательской группы

Начиная с зимы 1910—1911 годов была отобрана небольшая группа ученых и начаты исследования под общим руководством доктора Фрэнка Джеветта. Сотрудники, которые должны были заниматься исследованием проблем, связанных с установкой на линиях ретрансляторов, располагались в телефонной компании в отделе Джеветта.

В 1911 году для разработки репитеров трансконтинентальной связи в производственном подразделении *West Electric Company*¹⁴ была образована исследовательская группа (*Research Group*), которую возглавил Эдвин Колпиттс. Собранные таким образом ученые стали в будущем ядром исследовательского отдела *Bell Telephone Laboratories*.



Рис. 13. Гарольд де Форест Арнольд. 1933 г.

Fig. 13. Harold De Forest Arnold. 1933

Расширение объема научно-исследовательских работ компании вызвало потребность в привлечении к их исполнению новых сотрудников с соответствующей квалификацией. Поскольку никто из сотрудников компании не имел достаточных знаний в области молекулярной физики, то летом 1910 года Фрэнк Джеветт обратился за помощью к своему другу Роберту Милликену, с просьбой порекомендовать ему одного из лучших своих студентов, обладающего знаниями в области формирующейся новой науке «электронике» и способного сделать экспериментальную конструкцию телефонного усилителя электрических сигналов для проектируемой трансконтинентальной линии телефонной системы *Bell*. В ответ Р. Милликен настоятельно порекомендовал своего ученика Гарольда де Фореста Арнольда (*Harold De Forest Arnold*, 03.09.1883—10.07.1933), который недавно получил докторскую степень (*Ph.D.*) по физике в Университете Чикаго,

¹⁴ Американская электротехническая компания *Western Electric Company* (иногда сокращенно *WE* или *WECO*) была в составе *AT&T* с 1881 по 1995 гг.

рис. 6.12 [20]. Милликен особо отметил способности Арнольда к проведению научных исследований и его сильный характер. Арнольд стал первым ученым, который был включен в исследовательскую группу.

Джеветт понимал, что успех разработки репитера *Bell System* в ближайшие годы будет в значительной степени зависеть от того, какие люди будут привлечены в *Bell System* для выполнения ее программы. Уже в 1905 году он заложил основу для блестящего послужного списка в качестве агента по подбору персонала для сотрудников штаб-квартиры, и многие из людей, которых он привел в *Bell System*, внесли заметный вклад в ее технический и материальный рост. Его способность выбирать людей, которые могли умело направлять и координировать делегированную им работу, в значительной степени способствовала обеспечению успеха в последующие годы, когда под его непосредственным руководством находился только широкий круг вопросов общей политики.

Джеветт пригласил для работы в исследовательской группе Джона Миллса (*John A. Mills*, 1880—1948), с которым он учился в аспирантуре у А. А. Майкельсона. Миллс восемь лет был связан с различными учебными заведениями, в частности, Западным резервным университетом (*Western Reserve University*), *MIT* и колледжем Колорадо (*Colorado College*). В этот период времени у него развился талант к преподаванию, а вместе с ним и объективное отношение к новым идеям. В 1908 году, работая в Западном резервном университете, он написал в соавторстве с Р. Милликеном учебник «Электрический звук и свет»¹⁵ [21]. Миллс был одним из первых, кто признал, что явление эха может влиять на качество передачи речи. Базовый патент US1434790A на подавители эха зарегистрирован на его имя. С учреждением 1 февраля 1925 года *Bell Telephone Laboratories* Джон Миллс был назначен директором издательства. Он взял на себя некоторые функции, такие как информационное обеспечение ассоциированных компаний и общественности, Исторического музея *Bell System*, сбор комментариев к техническим статьям и их окончательное разрешение на публикацию.

Роберт Милликен, будучи консультантом *AT&T* по дальней телефонной связи, продолжал оказывать помощь компании в привлечении

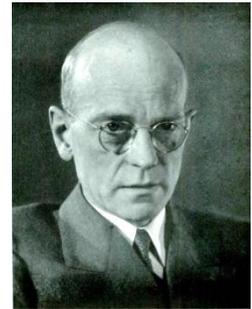


Рис. 14. Джон Миллс.
1945 г.

Fig. 14. John Mills.
1945

¹⁵ Robert Andrews Millikan and John Mills. *Electricity Sound and Light*. Boston, New York. Ginn & Co. First Edition. January 1, 1908. 389 p. Этот учебник вместе с ранее изданным в 1902 г. пособием Роберта Милликена «Механика, Молекулярная физика и теплота» составили годичный курс общей физики.

квалифицированных ученых для работы в исследовательской группе. Еще в период работы над учебниками физики Милликен занимался экспериментальным исследованием фотоэлектрического эффекта. Полученные им результаты противоречили теории этого явления, изложенной в статье Альберта Эйнштейна¹⁶, в которой была сделана попытка объяснить некоторые особенности фотоэлектрического эффекта с помощью гипотезы о том, что свет состоит из частиц, которые он назвал фотонами. Милликен был убежден, что эта теория неверна, так как к этому времени существовало большое количество доказательств в пользу волновой природы света. Гипотеза Эйнштейна была обобщением более ранней, выдвинутой Максом Планком гипотезы о том, что энергия колеблющегося атома излучается порциями, или квантами. Поскольку идея Эйнштейна противоречила общепринятому представлению о свете как о волне (волновая природа света была подтверждена убедительными экспериментальными данными), в нее не поверило большинство физиков, рис. 15. Сам Планк оказался одним из самых стойких критиков идеи «кванта света», в то время как Милликен отклонил гипотезу Эйнштейна как «опрямительную, чтобы не сказать глупую гипотезу» и быстро приступил к работе над тем, чтобы экспериментально показать Эйнштейну ошибочность его утверждений. Милликен стал «общеизвестным противником световых квантов».



Рис. 15. Встреча физиков, лауреатов Нобелевской премии Вальтера Нернста, Альберта Эйнштейна, Макса Планка, Роберта Милликена и Макса фон Лауэ в Берлине. 1 ноября 1931 г.

Fig. 15. Meeting between the physicists Nobel Prize Winners Walther Nernst, Albert Einstein, Max Planck, Robert Millikan, and Max von Laue in Berlin. November 1, 1931

Милликену было около сорока лет, когда он приехал в Германию, чтобы прочитать лекцию о наблюдавшихся им высоких скоростях излучения, которые находились в прямом противоречии с электронной теорией и для которых не нашлось адекватного объяснения. Лекция вызвала некоторый переполох в научном мире. Он посетил Королевскую технологическую школу (*Royal School of Technology*) в Дрездене. Познакомить Милли-

¹⁶ Einstein A. Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. *Annalen der Physik*. 1905. Band 17. S. 132–148. Русский перевод в сборнике: «Собрание научных трудов». Под редакцией И. Е. Тамма. М.: Наука, 1966, т. 3. С. 92. Эйнштейн А. «Об одной эвристической точке зрения, касающейся возникновения и превращения света».

кена с лабораториями школы было поручено молодому ассистенту физики выходцу из Южно-Африканской республики Хендрику ван дер Бейлю (*Hendrik Johannes van der Bijl*, 23.11.1887—02.12.1948). Обходя лаборатории, они обсудили свои исследования и обнаружили, что определение поля рассеяния Ван дер Бейлом не только подтвердило выводы электронной теории, но и правильно объяснило кажущиеся высокие скорости¹⁷, которые наблюдал профессор Милликен.

После этого Милликен превратился из противника фотоэлектрической теории Эйнштейна в человека, который в итоге доказал правильность уравнения Эйнштейна. Профессор Милликен был так впечатлен умом молодого человека, что по возвращению в Соединенные Штаты он посоветовал компании *Western Electric* (Нью-Йорк) нанять серьезного южноафриканца Ван дер Бейла для исследования вакуумного триода, который был изобретен Ли де Форестом и только начал применяться в быстро развивающейся отрасли радио. Ван дер Бейл принял предложение о работе, рис. 16.

В течение 1913 года политическая ситуация в Германии становилась все более тревожной, и Ван дер Бейл 20 марта написал письмо профессору Милликану с напоминанием о сделанном предложении. 28 мая Колпиттс написал в Дрезден, предложив Ван дер Бейлу навестить их в Нью-Йорке, чтобы узнать, не захочет ли он присоединиться к их группе промышленных исследований. К тому времени, когда письмо дошло до Германии, Ван дер Бейл уже уехал в Чикаго. В июле Джеветт познакомился с Ван дер Бейлом в Чикаго и предложил ему работу в их исследовательском отделе при стартовой зарплате в 36 долларов в неделю. Ван дер Бейл провел некоторое время в отпуске, прежде чем присоединиться в сентябре 1913 года к лаборатории *Western Electric* в Нью-Йорке [22]. Его исследования аудиона де Фореста при содействии Гарольда Арнольда привели к разработке и установке первого лампового ретранслятора на телефонной линии Нью-Йорк — Сан-Франциско.

Кроме рассмотренных ученых, привлеченных к работе в исследовательской группе Эдвина Колпиттса, были и другие, которые внесли свой



Рис. 16. Хендрик ван дер Бейл, ассистент физики. Дрезден, 1912 г.

Fig. 16. Hendrik van der Bijl physics assistant. Dresden. 1912

¹⁷ В апреле 1913 года Ван дер Бейл опубликовал статью о проведенном им в Дрездене исследовании фотоэлектрического эффекта под названием «Определение начальных энергий фотоэлектрически освобожденных электронов» (нем. Zur Bestimmung der Erstenergien lichtelektrisch ausgelöster Elektronen) [23].

посильный вклад в реализацию проекта трансконтинентальной телефонной линии Нью-Йорк — Сан-Франциско в 1915 году.

В 1913 году Милликен стал консультантом по проблемам электронных ламп исследовательского отдела *Western Electric Company*. Милликен сыграл большую роль в разработке современных электронных ламп компанией *Western Electric* не только привлечением в ряды ее исследовательской группы своих талантливых учеников, но и своими фундаментальными экспериментальными исследованиями фотоэлектрического эффекта и измерения величины электрического заряда электрона.

13. Заключение

В начале 20 века *Bell System* для снижения риска и обеспечения устойчивости бизнеса использовала государственное субсидирование инноваций. Под руководством Теодора Н. Вейла компания *Bell* финансировала научные исследования за счет возмещения затрат на основе ставок, что было разрешено постановлением комиссии, главным образом на уровне штата. Хотя основной целью комиссионного регулирования была защита общества путем ограничения рынка и политической власти крупных монополий. Компания *Bell* умело приспособилась к его требованиям, чтобы обеспечить богатый источник финансирования научных исследований. В конечном итоге это позволило провести перестройку научно-технической деятельности *Bell System*, которая способствовала привлечению инноваций и сосредоточению расходов на научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы. В 1911 году в *West Electric Company* были созданы условия для организации исследовательской группы под руководством Эдвина Колпиттса, в которую вошли лучшие специалисты. Оснащение для исследовательских работ было осуществлено на самом высоком уровне. Благодаря этому были созданы условия для разработки телефонного лампового репитера, которые позволили во второе десятилетие 20 века претворить в реальность прокладку трансконтинентальной телефонной линии Нью-Йорк — Сан-Франциско.

Интересно отметить, почему концепция безынерционного электронного усилителя потребовала так много времени, прежде чем ее начали разрабатывать другие исследователи. Джордж А. Кэмпбелл пришел к этой необходимости еще в 1907 году. Последовавшая депрессия того года помешала активной работе над этой концепцией. Та же самая депрессия пришла в Англию, и остановила в 1908 году разработку британских ламп на Исследовательской станции Почтового отделения. К счастью, финансовые ресурсы, которыми располагал, к примеру, австрийский физик Роберт фон

Либен, не ограничили его усилия, и он разработал газонаполненный парами ртути триод.

Bell System вышла на лидирующие позиции в телефонном бизнесе благодаря привлечению к выполнению проекта требуемых финансов, талантливых ученых, инженеров, и инноваций.

Список литературы

1. Federal Communications Commission. Proposed Report, Telephone Investigation (Pursuant to Public Resolution No. 8, 74th Congress). Washington : United States Government Printing Office, 1938. P. 204.
2. Annual report from Hammond V. Hayes to President Hudson, dated Mar. 7, 1892. P. 2, 3.
3. Selected papers of great American physicists. Henry Augustus Rowland 1848—1901. URL: <https://history.aip.org/exhibits/gap/Rowland/Rowland.html> (12.07.2022).
4. Hoddeson L. The Emergence of Basic Research in the Bell Telephone System, 1875—1915 // *Technology and Culture*. July 1981. Vol. 22, no. 3. P. 524.
5. Jewett F. B. Utilizing the Results of Fundamental Research in the Communications Field // *Bell Telephone Quarterly*. April 1932. Vol. 11, no. 2. P. 143—161.
6. Shaw T. The conquest of distance by wire telephony // *The Bell System Technical Journal*. October 1944. Vol. 23, no. 4. P. 348.
7. Wu Tim. How Theodore Vail Built the AT&T Monopoly. URL: <https://slate.com/technology/2010/11/how-theodore-vail-built-the-at-t-monopoly.html> (12.07.2022).
8. Милинд Л. Абсолютное оружие. Как убить конкуренцию : захват и удержание рынка. Питер ; Коммерсантъ, 2009. 224 с.
9. Calambos L. Theodore N. Vail and the Role of Innovation in the Modern Bell System // *The Business History review*. Vol. 66, no. 1. P. 103.
10. Fung B. This 100-year-old deal birthed the modern phone system. And it's all about. URL: <https://www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2013/12/19/this-100-year-old-deal-birthed-the-modern-phone-system-and-its-all-about-to-end/> (12.07.2022).
11. Carty. J. J. Inductive disturbances in telephone circuits // *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*. Mar. 17, 1891. Vol. 8. P. 100—109.
12. Biography of John Joseph Carty. URL: <https://nitum.wordpress.com/2012/10/01/biography-of-john-joseph-carty/> (12.07.2022).
13. Brittain J. E. Electrical Engineering Hall of Fame : Frank B. Jewett // *Proceedings of the IEEE*. Vol. 95, no. 2. P. 453—455.
14. Jewett F. B. Biographical memoir of John Joseph Carty 1861—1932. Presented to the Academy at the Autumn meeting, 1936. P. 77.
15. Hill R. B., Shaw T. Hammond V. Hayes : 1860—1947 // *Bell telephone magazine*. Autumn 1947. P. 165.
16. Buckley O. E. Frank Baldwin Jewett 1879—1949. A Biographical Memoir. Washington : National Academy of Sciences, 1952. P. 245.
17. Shaw T. The conquest of distance by wire telephony // *The Bell System Technical Journal*. October 1944. Vol. 23, no. 4. P. 371.
18. The History of Engineering and Science in the Bell System. The Early Years (1875—1925). Vol. I. By M. D. Fagen, Ed. New York : Bell Telephone Laboratories, Inc., 1975. P. 258.
19. Милликен П. Э. Лауреаты Нобелевской премии. Энциклопедия. В двух томах. Том 2. М—Я. Пер. с англ. М. : Прогресс, 1992. С. 81.

20. Harold De Forest Arnold // Review of Scientific Instruments. 1933. Vol. 4, iss. 8. P. 421.
21. Findley P. B. John Mills // Bell Laboratories Record. May 1945. Vol. 23, no. 5. P. 165—167.
22. Vermeulen D. J. The Remarkable Dr. Hendrik van der Bijl // Proceedings of the IEEE. December 1998. Vol. 86, no. 12. P.2445—2454.
23. Van der Bijl H. J. Zur Bestimmung der Erstenergien lichtelektrisch ausgelöster Elektronen // Verhandlungen der Deutschen Physikalische Gesellschaft. Apr. 1913. S. 330—347.

Информация об авторе

Пестриков Виктор Михайлович, д. т. н., профессор Санкт-Петербургского государственного института кино и телевидения, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. ORCID 0000-0003-0466-881X.

Choice of Development Trend of Bell System at the Beginning of the 20th Century

V. M. Pestrikov

St. Petersburg State University of Film and Television
13, Pravda st. St. Petersburg, 191119, Russian Federation
pvm205@yandex.ru

Received: May 22, 2022

Peer-reviewed: June 5, 2022

Accepted: June 5, 2022

Abstract: *The choice of the development trend of the Bell System at the beginning of the 20th century in the conditions of fierce competition in the telephone market and the economic crisis of 1907 in the USA is studied. It shows in detail the restructuring of Bell's scientific and technical activities, which contributed to attracting innovation and focusing spending on research, development and technological work. This made it possible in the future to create conditions for the development of a telephone tube repeater and to begin laying a transcontinental telephone line from New York to San Francisco. It is noted that the company's emergence as a leader in the telephone business is largely due to the involvement of talented scientists and engineers in the project.*

Keywords: *Bell System, AT&T, economic crisis of 1907, Hammond V. Hayes, John Joseph Carty, Frank B. Jewett, repeater, New York – San Francisco telephone line, Colpitts research group.*

For citation (IEEE): V. M. Pestrikov, “Choice of Development Trend of Bell System at the Beginning of the 20th Century,” *Infocommunications and Radio Technologies*, vol. 5, no. 3, pp. 395–427, 2022, doi: 10.29039/2587-9936.2022.05.3.30. (In Russ.).

References

- [1] *Federal Communications Commission. Proposed Report, Telephone Investigation (Pursuant to Public Resolution No. 8, 74th Congress)*. Washington: United States Government Printing Office, p. 204, 1938.
- [2] *Annual report from Hammond V. Hayes to President Hudson, dated Mar. 7, 1892.*
- [3] *Selected papers of great American physicists. Henry Augustus Rowland 1848–1901.* URL: <https://history.aip.org/exhibits/gap/Rowland/Rowland.html> (12.07.2022).
- [4] L. Hoddeson, “The Emergence of Basic Research in the Bell Telephone System, 1875–1915,” *Technology and Culture*, vol. 22, no. 3, p. 512, Jul. 1981, doi: 10.2307/3104388.
- [5] F. B. Jewett, “Utilizing the Results of Fundamental Research in the Communications Field,” *Bell Telephone Quarterly*, vol. 11, no. 2, pp. 143–161, April 1932.
- [6] T. Shaw, “The conquest of distance by wire telephony,” *The Bell System Technical Journal*, vol. 23, no. 4, p. 348, October 1944.
- [7] Wu Tim. *How Theodore Vail Built the AT&T Monopoly.* URL: <https://slate.com/technology/2010/11/how-theodore-vail-built-the-at-t-monopoly.html> (12.07.2022).

- [8] M. M. Lele *Monopoly rules: how to find, capture, and control the most lucrative markets in any business*, New York: Crown Business, 2005.
- [9] L. Galambos, “Theodore N. Vail and the Role of Innovation in the Modern Bell System,” *Business History Review*, vol. 66, no. 1, pp. 95–126, 1992, doi: 10.2307/3117054.
- [10] B. Fung, *This 100-year-old deal birthed the modern phone system. And it’s all about.* URL: <https://www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2013/12/19/this-100-year-old-deal-birthed-the-modern-phone-system-and-its-all-about-to-end/> (12.07.2022).
- [11] J. J. Carty, “Inductive Disturbances in Telephone Circuits,” *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, vol. VIII, no. 1, pp. 99–126, Jan. 1891, doi: 10.1109/t-aiee.1891.5570139.
- [12] *Biography of John Joseph Carty*. URL: <https://nitum.wordpress.com/2012/10/01/biography-of-john-joseph-carty/> (12.07.2022).
- [13] J. E. Brittain, “Electrical Engineering Hall of Fame: Frank B. Jewett,” *Proceedings of the IEEE*, vol. 95, no. 2, pp. 453–455, Feb. 2007, doi: 10.1109/jproc.2006.888371.
- [14] F. B. Jewett, *Biographical memoir of John Joseph Carty. 1861–1932*. Presented to the Academy at the Autumn meeting, p. 77, 1936.
- [15] R. B. Hill and T. Shaw, “Hammond V. Hayes: 1860–1947,” *Bell telephone magazine*, p. 165, Autumn 1947.
- [16] O. E. Buckley, *Frank Baldwin Jewett 1879–1949. A Biographical Memoir*. Washington: National Academy of Sciences, p. 245, 1952.
- [17] T. Shaw, “The Conquest of Distance by Wire Telephony,” *Bell System Technical Journal*, vol. 23, no. 4, pp. 337–421, October 1944.
- [18] *The History of Engineering and Science in the Bell System. The Early Years (1875–1925)*. Vol. I. By M. D. Fagen, Ed. New York: Bell Telephone Laboratories, Inc., 1975.
- [19] R. A. Millikan, *Nobel Prize Winners. Encyclopedia*. Vol. 2. Moscow: Progress, 1992.
- [20] “Harold DeForest Arnold,” *Review of Scientific Instruments*, vol. 4, no. 8, pp. 421–421, Aug. 1933, doi: 10.1063/1.1749162.
- [21] P. B. Findley, “John Mills,” *Bell Laboratories Record*, vol. 23, no. 5, p. 165–167, May 1945.
- [22] D. J. Vermeulen, “The remarkable Dr. Hendrik van der Bijl,” *Proceedings of the IEEE*, vol. 86, no. 12, pp. 2445–2454, 1998, doi: 10.1109/5.735450.
- [23] H. J. Van der Bijl, “Zur Bestimmung der Erstenergien lichtelektrisch ausgelöster Elektronen,” *Verhandlungen der Deutschen Physikalische Gesellschaft*, s. 330–347, Apr. 1913.

Information about the author

Viktor M. Pestrikov, Dr. Tech. Sc., Professor, St. Petersburg State University of Film and Television, St. Petersburg, Russian Federation. ORCID 0000-0003-0466-881X.