

Н. В. Лупал, канд. техн. наук

Кафедра «Автоматика и телемеханика на железных дорогах»,
Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта

РАЗВИТИЕ УСТРОЙСТВ СЦБ В ПЕРИОД ПРОМЫШЛЕННОГО КАПИТАЛИЗМА (1861–1900 гг.). ЧАСТЬ 4: ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ

Статья содержит материалы второго раздела неизданной монографии первого заведующего кафедрой «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта Николая Васильевича Лупала «Развитие устройств сигнализации, централизации и блокировки на железных дорогах России». Освещаются особенности централизации стрелок и сигналов на железных дорогах в рассматриваемый период.

Петербургско-Московская железная дорога; централизация; семафор; стрелка; замыкатель

В 1870 г. на Петербурго-Московской железной дороге, принадлежавшей в это время Главному обществу российских железных дорог и называвшейся Николаевской, вводятся первые централизационные установки.

Централизационные установки стали производиться по инициативе И. Ф. Кенига. И. Ф. Кениг окончил в 1843 г. Институт Корпуса инженеров путей сообщения. Работал на Петербурго-Московской железной дороге до 1863 г., затем до 1868 г. на Московско-Нижегородской, после чего вновь на Петербурго-Московской, где приложил много труда к техническому оснащению дороги.

В связи с введением централизации стрелок и сигналов на станциях дороги появляются «дальние» двухсторонние двукрылые и четырехкрылые семафоры. На станциях семафоры давали два показания: «стой» – крыло горизонтально, ночью красный огонь и «тихо» – крыло опущено вдоль мачты, ночью зеленый огонь.

«Дальние» семафоры устанавливались на расстоянии 250 сажен (530 м) от пассажирской платформы и имели двойное управление, как с пассажирской платформы, так и из «сигнальных домиков» (постов).

Управление осуществлялось одиночным проводом, проходящем по роликам на опорах, установленных через 30' (10 м).

На поворотах проволока заменялась цепями, сами переходы осуществлялись в деревянных трубах.

Станционные семафоры управлялись из замыкающих аппаратов, установленных в сигнальных домиках. На так называемых полустанциях устанавливался один двухкрылый двусторонний семафор, управляемый из помеще-

ния телеграфа. Стрелки переводились из замыкающих аппаратов жесткими трубчатыми тягами, причем никаких замыкателей на стрелках не имелось. Стрелочные и сигнальные рычаги связывались между собою в замыкающих аппаратах. Число управляемых объектов колебалось в зависимости от типа станции. Так, на станции Санкт-Петербург имелось 10 централизованных стрелок. На так называемых станциях II класса из замыкающего аппарата управлялись четыре стрелки и три семафора: дальний входной «А» и двухсторонних двухкрылый «В». Стрелки № 3 и 4 спарены не были, но между рычагами имелаась зависимость, позволявшая перевести рычаг стрелки № 4 лишь после перевода рычага № 3. Возвращение рычагов в нормальное положение производилось в обратном порядке: сначала № 4, а затем № 3.

Проход поездов на станцию производился по дальнему семафору «А» и опущенному крылу № 2 семафора «В». Введение централизации стрелок и сигналов на Николаевской дороге не только повысило безопасность движения, но и дало экономию в штате.

Однако устройства централизации первое десятилетие развивались медленно. К 1880 г., кроме оборудованных станций Николаевской дороги, централизованные установки имелись на сортировочной станции Москва Московско-Рязанской дороги и соединительной ветви с Николаевской дорогой, на станциях Рязск, Санкт-Петербург-Балтийский, Брест.

Везде применена была механическая централизация с жесткой передачей. Начиная с 1870-х гг., русскими техниками вносятся ряд предложений и делается ряд изобретений, направленных на повышение безопасности движения поездов. Ведется борьба за внедрение отечественных систем и приборов. Значительный рост железнодорожной сети в 1865–1875 гг. не сопровождался введением передовых устройств СЦБ. Как видно из вышеизложенного, централизация не является унифицированной, что же касается устройств централизации и блокировки, то они имелись в весьма ограниченном количестве.

Частные акционерные общества, строившие новые железные дороги, стремились строить их подешевле и поскорее, необходимость иметь специальные устройства для обеспечения безопасности движения еще не была осознана. В результате на железных дорогах происходили аварии и крушения, иногда весьма значительные. Аварии происходили как вследствие неудовлетворительного состояния всего сигнального дела в целом, так и вследствие несоответствия скоростей движения состоянию пути.

В докладе на Первом совещательном съезде инженеров службы пути М. В. Рутковский привел анализ причин аварий на русских железных дорогах за 1877–1878 гг. Недостатками сигнализации были вызваны 12,5% случаев аварий, отсутствием централизации стрелок и сигналов 16%, отсутствием блокировки и недостатками способов регулирования движения 2,5%. Таким образом, несовершенство устройств сигнализации, централизации и блокировки послужило в эти годы причиной около 31% аварий поездов.

Рутковский указывал на необходимость широкого применения централизации и блокировки на русских железных дорогах. Рутковский обладал чувством нового, что показывает следующее его высказывание: «Я думаю, что, с введением в более обширных размерах электромагнитных двигателей большой силы, возможно будет сосредоточить все маневры в одном центре, может быть, удастся устройство прибора, посредством которого проходящие к станции по известным путям поезда автоматически (замыканием гальванических токов) будут открывать соответственные сигналы, если состояние других сигналов и путей позволяет это сделать в данную минуту. Роль... этих людей, которым в настоящее время поручаются маневры, ограничится лишь разумным надзором над действием этих машин, так как действие и самых совершенных машин невозможно без подобного контроля».

Однако по вопросу введения централизации стрелок и сигналов упомянутый съезд вынес весьма осторожное решение. Съезд отметил, что при введении централизации: «а) теоретически безопасность движения... гарантируется, б) с технической стороны удобоисполнима, ввиду новизны и недостаточности опыта трудно решить о желательности широкого применения...».

Несколько иным было отношение технической общественности к ведению устройств для обеспечения безопасности следования поездов. Так, на съезде членов Русского технического общества, состоявшегося в 1882 г. в Москве, было принято следующее постановление: «Ввиду новости дела блокирования пути и устройства замыкающих аппаратов на русских железных дорогах, а также ввиду доказанной пользы от этих устройств, включить этот вопрос в число вопросов, разработкой которых отделения общества должны преимущественно заниматься».

Первые централизационные установки были импортные и весьма несовершенные, в основном они являлись устройствами лишь центрального управления, не обеспечивающими полностью безопасности движения поездов. Царское правительство не доверяло отечественной технике и вместо покровительства русским изобретателям предпочитало пользоваться иностранными устройствами. Среди многих русских железнодорожных деятелей преобладало недоверчивое отношение к устройствам централизации стрелок и сигналов, как видно из цитированного выше решения первого совещательного съезда инженеров службы пути по докладу Рутковского.

Несмотря на указанные обстоятельства, русские техники весьма много внесли в развитие централизации стрелок и сигналов.

Ввозимые из-за границ устройства механической централизации с жесткой передачей или совсем не применяли замыкателей для стрелок, или употребляли их лишь для стрелок противощерстных.

При наличии стрелочных замыкателей последние управлялись отдельными рычагами и, таким образом, для стрелки в аппарате требовалось устанавливать два рычага – один для перевода стрелки и второй – для ее замыкания.

Это влекло необходимость нескольких манипуляций рычагами при переводе стрелки. Замыкатели устанавливались неврезные, ломавшиеся при взрезе стрелки. Централизионные аппараты были весьма громоздки. Замыкание враждебных рычагов в аппаратах происходило не с момента начала перевода рычага, а лишь после его полного перевода. Маршрутные рычаги или рукоятки отсутствовали, почему при постановке сигнального рычага в положение, отвечающее закрытому семафору, освобождались стрелочные рычаги, что позволяло производить преждевременную разделку маршрута и перевод стрелок под движущимся составом. Централизация подобного типа (Саксби-Фармер) с поощрения министерства путей сообщения довольно широко внедрялась на наших дорогах в 1880–1890-е гг.

В начале 1880-х гг. появляется ряд предложений русских техников и изобретателей Л. Д. Вурцеля и Я. Н. Гордеенко, разработавших значительно лучшие конструкции приборов механической централизации стрелок и сигналов, чем заграничные.

Вурцель Лев Давыдович родился в 1847 г. В мае 1874 г. окончил Институт инженеров путей сообщения. В этом же году назначен помощником инспектора Рязано-Вяземской железной дороги. С 1879 г. назначен участковым инспектором железных дорог Привислинского края. В 1893 г. переходит на работу в заводскую инспекцию министерства.

В системе Л. Д. Вурцеля применялись неврезные замыкатели оригинальной конструкции. К сплошной полосе «Е», соединявшей оба рамных рельса, прикреплены две горизонтальные оси с насаженными на них роликами «Д». Вторая полоса «В» связывает между собой острия стрелки. На этой полосе имеется ось «С», на которой может поворачиваться рычаг «А», соединенный с переводной тягой «Г». В начале движения последней цилиндрическая часть «а» рычага «А» перемещается по правому ролику «Д», размыкая стрелку. Затем рычаг «А» ложится поверхностью «в» на оба ролика. Ось «С», несколько поднимаясь вверх, переводит острия. К концу перемещения остриев поверхность «в» рычага «А» сходит с левого ролика «Д», а цилиндрическая часть «а» рычага начинает заходить за ролик, замыкая стрелку. Такая конструкция имела целью парализовать влияние колебаний температуры на длину жесткой передачи, а также исключить возможность неточной работы шарниров на плотность прилегания к рамным рельсам.

Весьма много в развитии устройства механической централизации стрелок и сигналов сделал проф. Я. Н. Гордеенко. Профессор Яков Николаевич Гордеенко родился 26 октября 1851 г., окончил Институт инженеров путей сообщения в 1874 г. и оставлен при нем репетитором. В 1882 г. был избран преподавателем по курсу железных дорог, а в 1885 г. – экстраординарным профессором. Написал ряд трудов, в том числе «Курс железных дорог». Ряд его работ посвящен теоретическим вопросам централизации стрелок и сигналов. Создал много изобретений в области блокировки и централизации,

освещаемых в настоящей главе. Много занимался общественной работой. После революции работал в научно-техническом комитете Народного комиссариата путей сообщения. Умер 29 марта 1892 г.

В 1880-х гг. Гордеенко была разработана первая отечественная система механической централизации с жесткой трубчатой передачей. Большая заслуга проф. Гордеенко состоит в том, что он добился постановки производства аппаратуры, разработанной им системы. Производство было осуществлено им сначала на заводе Генишева в Петербурге, а затем на заводе «Электромеханика» Глебова. Первые установки системы Гордеенко были произведены в 1885 г. на станции Саблино Санкт-Петербурго-Московской (Николаевской) железной дороги и на станции Кошедары Петербурго-Варшавской дороги. Система централизации проф. Гордеенко была премирована на Всероссийской Нижегородской выставке в 1896 г. и на Всемирной Парижской выставке в 1900 г. На Всероссийской выставке 1896 г. в Нижнем Новгороде в железнодорожном павильоне демонстрировался ряд приборов для обеспечения безопасности движения поездов на железных дорогах, как, например, приборы К. А. Кайля, Л. Д. Вурцеля, Я. Н. Гордеенко и др.

Системе механической централизации проф. Гордеенко приходилось выдерживать конкуренцию с системами зарубежных фирм, получивших ранее распространение на русских железных дорогах и поддерживаемых официальными органами министерства путей сообщения.

Проф. Я. В. Гордеенко первый в России теоретически рассмотрел условия работы централизационных установок.

Основными требованиями к централизации стрелок и сигналов Я. Н. Гордеенко считал: а) допущение любых замыканий рычагов, б) чувствительность рычагов к неполному переводу стрелок и сигналов. В своем труде «Заметки о замыкающих аппаратах» Я. Н. Гордеенко рассматривает вопросы обеспечения стрелочными замыкателями полного перевода и закрепления острия, возможность допущения двойной проволочной передачи, последствия взреза стрелки.

Прежде всего, он указывает на необходимость установки замыкателей, при которых рычаг более чувствителен к недоходу стрелки. На основании подробного расчета жесткой передачи и при теоретически мертвом ходе замыкателя в 2 дюйма (50 мм) чувствительность стрелочных рычагов можно считать обеспеченной, если длина передачи не превосходит 150 сажен (320 м). Однако при отсутствии поворотов в вертикальной плоскости длина передачи, по мнению Я. Н. Гордеенко, может быть увеличена до 225 сажен (180 м).

Для управления семафорами Я. Н. Гордеенко считал обязательным применение проволочной передачи.

Анализируя и рассчитывая двойную проволочную передачу для стрелок, Гордеенко пришел к выводу о том, что она «позволяет устраивать передачи

длиной до 800 м, что для жестких тяг немыслимо». Вместе с тем Я. Н. Гордеенко полагал, что со стороны прочности жесткая передача предпочтительнее.

Применялись два типа централизованных аппаратов системы жестких тяг Гордеенко, так называемые будочные для малых станций с двумя стрелочными и двумя сигнальными рычагами и башенные, устанавливаемые на постах. Башенные аппараты имели вертикальный ящик замыканий.

При разработке своей системы проф. Гордеенко исходил из условий работы приборов в суровом климате, в связи с чем им были приняты большие хода передачи. Особое внимание было обращено на прочность конструкций. Это ему удалось, доказательством чего служит многолетняя работа установок его системы, некоторые из них дожили до середины XX века.

Замыкатель Гордеенко состоял из железной линейки с замыкающим роликом и фасовного рычага, укрепленного на оси. Рычаг посредством тяги соединяется с остриями стрелки. Острия запираются вследствие упора правого плеча рычага на протяжении 2" (50 мм). Затем ролик давит на край выреза и поворачивает рычаг, что вызывает перемещение тяги «S». При полном переводе остриев рычаг оказывается повернутым так, что прямой срез левого его плеча становится параллелен линейке на 2" (50 мм) при общем ходе тяги 8,25" (212 мм).

При недоходе пера стрелки на $\frac{1}{4}$ " (6 мм) тяга не доходит на 2" (50 мм), а рычаг аппарата – на четверть своего хода.

В замыкателе применена «разрезная штанга». Две полосы штанги наложены друг на друга и соединены болтиками. К верхней штанге прикреплена коробка, а в нижней штанге закреплен штифт. При взрезе стрелки срезается болтик и штанга провисает; при попытке перевести стрелку штифт упирается и препятствует переводу.

Ящик замыканий позволял осуществлять замыкание одним сигнальным рычагом стрелки в различных положениях (например, при приеме на несколько путей). Для этой цели вводился специальный рычаг, соответствующий позже появившейся маршрутной рукоятке. Устройство это автор называл «переменным замыкателем».

В других системах для подобных случаев требовалось устанавливать несколько сигнальных рычагов.

Принцип замыкания сигнальным рычагом стрелочных переводов в системе Гордеенко действовал следующим образом. При переменном замыкании линейка заменялась валиком, могущим при вращении занимать четыре положения. Валик может как перемещаться влево и вправо при передвижении сигнального рычага, так и вращаться при нормальном положении сигнального рычага. Вращение валика производится рычагом, связанным посредством зубчатого сектора с шестеренкой.

На валике располагаются замычки, образующие в зависимости от положения вала четыре комбинации замыкания нескольких стрелочных рычагов.

В те времена для увязки действий дежурного по станции и исполнительных централизованных постов применялись либо простейшие известительные приборы, либо телефонная связь, либо так называемая механическая блокировка. В 1899 г. VI совещательный съезд представителей службы телеграфа по докладу В. Х. Протасевича и Ф. Ф. Семирадского вынес решение о необходимости дополнения централизованных устройств электрической станционной блокировкой.

В системе Гордеенко практиковалось механическое блокирование сигнальных рычагов в которых начальные станции, где помещался рычаг, соединенный двойной гибкой передачей с замком, запирающим сигнальную полосу или валик аналогично запираению стрелочных рычагов сигнальным (замычки).

Я. Н. Гордеенко были разработаны также стрелочные приводные замки для замыкания ручных стрелок. Замки включались в семафорные провода и замыкали стрелку при открытии семафора.

Устройствами для замыкания стрелочных остряков занимались многие другие русские изобретатели, помимо Гордеенко и Вурцеля. Так, например, на Уральских горнозаводских железных дорогах применялись замыкатели системы Завадского. Инженером Бачмановым был предложен затвор для ручных стрелок. На Риго-Тукумской железной дороге применялись приборы замыкатели Бера. На двухпутных разъездах этой дороги управление входным красным диском и входной стрелкой производилось одним общим рычагом. Диск можно было открыть лишь одновременной установкой стрелки, причем входные стрелки вели на различные пути.

Необходимо упомянуть об изобретении, сделанном в 1886 г. инженером Ивангород-Домбровской железной дороги Э. Э. Круликевичем. 28 ноября 1886 г. им был сделан доклад в техническом отделении собрания инженеров путей сообщения об изобретении сигнального аппарата. По словам докладчика, он задался целью разработать «такой аппарат, при помощи которого одним движением приводились бы все стрелки группы и оптические сигналы в правильное положение». Для осуществления своего предложения изобретатель применил металлический барабан, «на котором в виде рубцов показаны условно поезда и группы стрелок, а при помощи зубчатых секторов приводятся в надлежащее положение стрелки и сигналы».

Таким образом, Э. Э. Круликевичем была впервые предложена маршрутная централизация стрелок и сигналов и разработан первый аппарат для нее. Доклад Э. Э. Круликевича вызвал оживленное обсуждение и одобрение. К сожалению, изобретатель вскоре умер, не успев довести свое изобретение до реализации. Осуществление его предложения в условиях механической централизации представляло большие трудности, электрической же централизации в то время еще не существовало.

Горячим поборником введения централизации на русских железных дорогах являлся профессор С. Д. Карейша, вложивший много труда в исследование вопроса об эффективности введения централизации.

Профессор С. Д. Карейша родился в 1854 г. По окончании в 1877 г. Института путей сообщения работал на ряде железных дорог, а с 1911 г. – в Министерстве путей сообщения. Учебно-педагогической деятельностью занимался с 1895 г. Основной специальностью С. Д. Карейши были железнодорожные станции, в проектировании многих из них он принимал ближайшее участие. Ряд его работ был посвящен устройствам сигнализации, централизации стрелок и сигналов, блокировке. Написал свыше 50 научных статей и заметок. После революции работал в комитете государственных сооружений и научно-техническом комитете НКПС. Вопросам централизации были посвящены его обстоятельные доклады на IX и X совещательных съездах инженеров службы пути. Скончался ученый в 1934 г.

В 1895 г. С. Д. Карейша защитил в институте путей сообщения диссертацию на тему «О центральных устройствах по управлению стрелками и сигналами на русских железных дорогах». Эта была первая в России диссертация на тему, связанную с устройствами обеспечения безопасности движения поездов.

По исследованиям проф. С. Д. Карейши, влияние введения централизации стрелок и сигналов сказалось на уменьшении эксплуатационных расходов и уменьшении числа аварий на станциях. На обследованных им железных дорогах – Владикавказкой, Московско-Еурской, Рязано-Козловской и Юго-Западной – эксплуатационные расходы сократились в размере от 4 до 10% на затраченный капитал. Число аварий на станциях по Юго-Западной железной дороге уменьшилось на 13%. С. Д. Карейша указывал на ряд недостатков централизации системы Саксби-Фармера, отмечая, что и по стоимости она примерно в 1,5 раза дороже системы Гордеенко.

С. Д. Карейша пришел к следующим выводам, которые привел в докладе на IX съезде инженеров службы пути (1891 г.) и которые были одобрены этим съездом:

- «а) централизация управления стрелками и сигналами служит в значительной степени к обеспечению безопасности движения;
- б) централизация, ускоряя управление стрелками и сигналами, тем самым способствует уменьшению непроизводительных задержек подвижного состава;
- в) централизация, вообще, упорядочивает движение и маневры на станциях;
- г) централизация способствует упорядочению расположения стрелок и сигналов».

Как видно, за 10 лет, протекших со времени Первого съезда, взгляды на централизацию резко изменились.

Устройства централизации на русских железных дорогах к 1890 г.

№ п/п	Виды систем	Число дорог	Число постов	Число централизованных стрелок	Наибольшее удаление стрелок в саженях	Стоимость на стрелку, руб.
1	Несовершенные системы	8	128	1036	176	700–1300
2	Совершенные системы:					
	а) русские	9	49	255	225	900
	б) заграничные	4	29	254	233	1300

Примечание: из 1036 стрелок несовершенных систем лишь 311 были снабжены замыкателями.

Наличие устройств централизации на русских железных дорогах по состоянию на 1890 г. показано в таблице.

Впоследствии на ряде станций, оборудованных централизацией без стрелочных замыкателей, были установлены замыкатели системы Гордеенко.

В 1892 г. на станции Чернорудка Юго-Западной железной дороги впервые в России была установлена гидравлическая система централизации. Несмотря на ряд преимуществ русских систем централизации стрелок и сигналов перед иностранными, последние внедрялись в большей степени, чем отечественные. Как уже было отмечено, царские чиновники из Министерства путей сообщения не доверяли русским изобретениям и поддерживали иностранные фирмы.

Внедрение отечественной техники замедлялось из-за трудностей создания надлежащей производственной базы. На всякого рода технических совещаниях, в комиссиях и в различных докладах русские техники доказывали необходимость применения отечественных, более совершенных, чем заграничные, систем и устройств.

В 1894 г. произошло крушение курьерского поезда вследствие перевода централизованной стрелки под составом на станции, оборудованной гидравлической централизацией системы Бианки – Серветаса.

Эта централизация имела недостаток, который был свойственен многим другим заграничным системам, – в ней отсутствовали маршрутные элементы и стрелки освобождались немедленно по закрытию семафора. На этот недостаток в иностранных системах гидравлической централизации и централизации с жесткой передачей указывал Л. Д. Вурцель. Созданная при Министерстве путей сообщения в 1894 г. под председательством В. Э. Кетрица комиссия, включавшая видных в области СЦБ деятелей того времени (Я. Н. Гордеенко, Л. Д. Вурцель, С. Д. Карейша и др.) обсуждала вопрос о централизации стрелок и сигналов на станциях русских железных дорог. Было

принято решение о преимущественном применении систем централизации русских изобретателей.

В комиссии поднимался уже вопрос о применении механической централизации с гибкой передачей, причем оба вида передачи были одобрены. Большинство станций не имели централизации, и стрелки на них запирались накладными и висячими замками.

На некоторых станциях со значительной поездной работой применялись повторители наложения стрелок в виде табло. Такое табло еще в 1870-х гг. имелось на ст. Гатчина-Товарная Балтийской железной дороги. Табло для контроля стрелок было установлено в помещении телеграфа. Пути изображались белыми линиями на черном фоне лицевой доски табло и имели переводящиеся стрелочки. Внизу табло помещались четыре клавиши для подачи звонков в путевые стрелочные будки. Если надо было, например, перевести определенную стрелку, нормально установленную для движения поездов, то начальник станции подавал звонок в соответствующую будку, нажимая и отпуская соответствующую клавишу. По переводе данной стрелки для следования на товарную станцию положение переводной стрелки на табло соответственно менялось. Контроль положения стрелки осуществлялся посредством контакта, управляемого линейкой, связанной с переводной стрелочной тягой.

Подобные устройства применялись и на других станциях. Так, например, в 1890-х гг. начальником станции Нижнеднепровск П. Я. Сабениковым были разработаны и установлены на этой станции приборы, контролирующие положение стрелок и сигналов на путевой схеме станции. Помещение начальника станции было связано со стрелочными постами телефоном. Фактическое положение стрелок и сигналов и установленный маршрут контролировались на путевой схеме станции, а также звонковым нумератором.

Lupal Nicolay V.

«Automation and remote control on railways» department
Leningrad institute of railways engeneering

**Development of signalling, centralization
and blocking devices during
the period of industrial capitalism (1861–1900)
Part 4: Centralization of switches and signals**

The article presents the materials of the second section of unpublished manuscript of a monograph «Development of signalling, centralization and blocking devices on Russian railways», that was written by N. V. Lupal, the first head of the department of

Automation and remote control on railway transport of Leningrad Institute of railway transport Engineers. The section highlights the features of control of the power switches and signals within the period of review.

Saint-Petersburg – Moscow railway; centralization; semaphore; switch; lock

ЛУПАЛ Николай Васильевич (1887–1966) – кандидат технических наук, основатель и первый заведующий кафедрой «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта (годы руководства – 1930–1960). Сорок два года жизни Н. В. Лупал посвятил педагогической работе в высших учебных заведениях. В 1934 г. на советских железных дорогах на станции Гудермес Северо-Кавказской железной дороги была построена первая установка релейной централизации, реализованная по его идеям и схемам. В сферу занятий Н. В. Лупала входили также принципы построения кодовых систем управления. Результаты этой работы были положены впоследствии в основу систем диспетчерской централизации.

© Лупал Н. В., 2016